

JANUARI 1946

MAANDELIJKS

DE

# RADIO REVUE

2

## INHOUD

Stand en toekomst der Radio-ontvangers.

Radiocursus — 1<sup>e</sup> Lessenreeks.

Automatische afstemming.

Televisiecursus (vervolg).

Waarom nog geen televisie in België?

Foto-electrisch effect.

Methodisch foutzoeken.

Grepen uit de praktijk.

Publiciteit voor een reparatiezaak.

In welke richting vloeit de anodestroom.

Persoverzicht.

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



PRIJS : 35 FR.



ALGEMEENE EN TECHNISCHE BOEKHANDEL  
P. H. BRANS



PRINS LEOPOLDSTRAAT, 28 - ANTWERPEN - BORGERHOUT

*levert*

ALLE TECHNISCHE  
BOEKEN

voor den Radiocursus van de  
\_\_\_\_\_Radio Revue\_\_\_\_\_

*het is* \_\_\_\_\_

DE specialist

der Radiotechnische uitgaven voor België en Nederland

=====  
CATALOGUS en INLICHTINGEN

GRATIS



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

## Wat denkt ge hiervan ?

Een nummer van een tijdschrift vinden we bijzonder interessant, als er daarin zaken worden behandeld, die ons bijzonder belang inboezemen. De Radiotechniek echter, heeft zoo'n omvang genomen, kent heden ten dage een zoo uitgebreid toepassingssterrein, dat zekere specialiteiten zich scherp beginnen af te teekenen ; de eene behoudt zich de laagfrequent versterking voor, de andere het hoogfrequent gebied met beperking tot zenden en ontvangtechniek, een derde de H.F.-techniek in hare diverse toepassingen (diathermie-H.F.-verwarming enz.) — weer anderen misschien de meettechniek, om dan nog niet te spreken van hen, die zich voor zuiver theoretische vraagstukken interesseeren.

We zouden natuurlijk graag iedereen tevreden stellen. Waarom ons dan niet geschreeven wat U graag zoudt behandeld zien ?

Van schrijven komt bij velen niets terecht... Wel we zullen U dan maar weer helpen ! Ge vindt vanaf dit nummer een bon, die ge slechts behoeft in te vullen, om ons onmiddellijk aan te zetten op zoek te gaan naar de beste specialist dien we de behandeling van uw onderwerp kunnen toevertrouwen.

We willen nog verder gaan en U zelfs van tijd tot tijd eenige onderwerpen suggereeren.

Wat denkt U b.v. van de volgende eerder theoretische onderwerpen — al zijn ze van praktisch belang absoluut niet ontbloomt :

1) DE SYMBOLISCHE REKENWIJZE ? — In de hoogfrequent techniek burgert zich inderdaad langs om meer een rekenmethode in, waarbij gebruik wordt gemaakt van complexe getallen. Waar men n.l. in de Radiotechniek met vaak zeer ingewikkelde schakelingen en wisselstroomproblemen te doen heeft, bewijst deze methode buitengewoon groote diensten. Hetgeen in het hooger onderwijs en de beroepscholen hieromtrent wordt gegeven, beperkt zich — en dan nog in zeldzame gevallen — tot de allereerste beginselen (die we trouwens ook onze cursisten voorleggen en waarmee we in dit nummer reeds aanvangen).

Willen we werkelijk de Radiotechniek, ook in België op hooger peil brengen, dan is het volstrekt noodig, dat we ons interesseeren voor zaken, die in het buitenland sinds lang met veel belang worden gevolgd.

Wie onder onze lezers interesseert er zich aan ???

2) Nog een onderwerp van wiskundigen aard is de REKENMETHODE WAARBIJ DE LEER VAN MATRIXEN GEBRUIKT WORDT.

Ook deze leent zich buitengewoon goed tot het oplossen van bepaalde electrotechnische vraagstukken. De werkwijze is heel eenvoudig en kan zelfs worden benut door hen, die met de leer der matrixen niet bijzonder vertrouwd zijn. De oplossingen worden omzeggens

werktuigelijk verkregen zonder veel werk of moeite.

Wie wil dit aanleeren ???

3) INVLOED VAN DE AARDE EN DE AARDATMOSFEER OP DE VOORTPLANTING DER ELECTROMAGNETISCHE GOLVEN. — Een onderwerp, waarvan tenslotte iedere radiotechnicus, ja zelfs de meest gewone radioverkooper min of meer op de hoogte zou moeten zijn. Het omvat immers de behandeling van de verschillende voortplantings verschijnselen, zooals : sluier-effect, verschil tusschen dag- en nachtonvangst enz... Zoo niet, hoe zal die verkooper zijn klant te woord staan indien deze met zijn te koop geboden toestel over dag niet alle gewenschte zenders kan ontvangen ?

Maar wie onder onze lezers wenscht hieromtrent een overzichtelijke, en meer wetenschappelijke behandeling ??

Een volgende maal leggen we U andere onderwerpen voor. Dat wil niet zeggen, dat ge U bij het invullen van de bon tot voorgevande onderwerpen moet beperken. We herhalen U, leg ons zelf onderwerpen voor... maar blijft binnen het programma der Radio-Revue.

Dit geeft me de gelegenheid dit even volgens mijne opvatting nader te bepalen.

« Radio » is een uitdrukking, die feitelijk uitsluitend betrekking heeft op de « draadloze verbinding » van twee bepaalde plaatsen, meer in 't bijzonder op een verbinding bij middel der Hertz'sche golven. Een radiorevue zal dus dienen te behandelen alle onderwerpen, principes, apparatuur met hare onderdeelen, meetinstallaties voor het vervaardigen en onderhouden daarvan.

Waar nu mettertijd de radiobuis het belangrijkste onderdeel geworden is dezer apparatuur, maar van den anderen kant deze buizen ook een enorme toepassing gevonden hebben in heel andere gebieden, zijn de meeste radiotijdschriften in zekeren zin ontaard, en neemt de eigenlijke « radio » tenslotte nog slechts een zeer beperkte plaats in... Maar ook daar ga ik nog mee akkoord, vermits meestal absoluut dezelfde principes worden toegepast of nog eerder die diverse toepassingen niets anders zijn dan uitbatingen van bepaalde apparatuur-onderdeelen, die in hun geheel ook aan de zender- of ontvangzijde eener radio-verbinding toepassing vinden.

Ik voeg hier zelfs onmiddellijk bij, dat ik zelf voorstander ben, de omlinje eener Radiorevue tot daar uit te breiden omdat een beroegd radiotechnicus voor 90 % en meer ook voor deze diverse toepassingen gevormd is.

Maar waar men te ver gaat, dat is waar men — steunend op het feit dat radiobuizen « electronen apparaten » zijn — de heele electronica onder den hoed wil nemen... en zelfs meer.

E. P.



# STAND EN TOEKOMST VAN.....

## De Radio Ontvangers

door CH. LEFEBVRE

### INLEIDING.

Langzamerhand komen we weer uit de abnormale toestand los die geschapen werd door een oorlog waarvan de evolutie en de gevolgen zeer verschillend zijn van die van den vorigen oorlog, zooals dit doorgaans is. In dezen oorlog heeft de radio een zóó overwegende rol gespeeld, zowel in den burgerlijken als in den militaireren sector, en in beide gevallen hebben de korte golven hiervan het leeuwenaandeel. Het is moeilijk, wegens het steeds voortdurende gebrek aan inlichtingen, de noodige toelichting te verschaffen over de toepassingen van de radio op militair gebied, maar men weet reeds, dat voor den oorlog ontdekte methodes alle voldoening hebben gegeven aan de hooge eischen die gesteld werden door de hoofdkwartieren, nl. bij het besturen en het landen van vliegtuigen, op onzichtbaar terrein, bij het oogenblikkelijk meten der hoogte boven den grond, voor de verbinding tusschen vliegtuigen, tanks, auto's, of willekeurige eenheden, het situeren van vliegtuigen, enz.

In den burgerlijken sector is het belangrijkste resultaat wel, dat in de bezette landen de korte golf door het publiek «ontdekt» werd. De clandestiene luisteraar zocht er nl. de ongestoorde ontvangst en tevens nieuws en bemoedigende woorden van bevriende zijde. Tot zijn groote verbazing heeft «de man in de straat» moeten vaststellen dat de korte-golf niet behoefde gerekend te worden bij de praktische onmogelijkheden, maar dat het een werkelijkheid was die weldra een noodzakelijkheid is geworden.

Alhoewel het einde der vijandelijkheden in Europa schijnbaar een harde slag beteekent voor de korte-golf, (wij zullen hiervan later de redenen opgeven), is het thans reeds zeker dat deze teruggang slechts tijdelijk is. Sinds 1935 is de korte-golfband het doel geworden van de belangrijkste verbeteringen aan de ontvangers. Bovendien werd het ontvangstgebied uitgebreid naar de steeds korter wordende golf die thans beperkt is op 13 m., terwijl ze voorheen zich slechts uitstrekte van 16 of 20 m. Vestigen we er terloops de aandacht op dat de televisie nu reeds ondergebracht is in de golflengteband tusschen 6 en 7 m., waar ook bijzondere omroepstations een plaats gevonden hebben.

### DE PROBLEMEN DER RADIO-ONTVANGST.

De evolutie van den radio-omroep werd praktisch stopgezet door het uitbreken van den oorlog. In de onmiddellijk aan den oorlog voorafgaande jaren nam het aantal en de krachtomroepzenders voortdurend toe, en doorgaans werd ook de kwaliteit der uitzendingen verbeterd. Door kwaliteit van een zender moet men alles verstaan wat er toe bijdraagt de transmissie zoo integraal mogelijk te maken, m.a.w. de in het studio voortgebrachte geluiden moeten zoo getrouw mogelijk aan de zendantenne worden doorgegeven. Het onderscheid tusschen de voortgebrachte geluiden wordt bepaald door drie karakteristieken, nl.:

- de *toonhoogte*, die bepaald wordt door de grondtoon;
- de *sterkte*, die op een bepaalde frequentie afhankelijk is van de amplitude, der drukvariatie in het voortplantingsmedium;
- de *het timbre*, dat in verband staat met den rang en de intensiteit der harmonischen, met betrekking tot den grondtoon, (onderzoekingen hebben aangetoond dat de onderlinge faseverschillen der samenstellende frequenties een zeer geringe invloed hebben (of volgens sommige onderzoekers zelfs geen invloed).)

In beginsel moet de zender dus een gelijkmatig rendement hebben voor alle hoorbare frequenties en zeer

getrouw het amplitudeverschil bewaren tusschen de «piano» en de «forte». Bovendien mag er geen lieiare vervorming optreden, teneinde geen ongewenschte frequenties (harmonischen der vervormde toonen) te doen ontstaan. Hij moet zoo ruischvrij en bromvrij mogelijk zijn. Daar deze twee verschijnselen eveneens geluiden doen ontstaan die niet tot het programma behooren en ook niet door de microfoon worden opgenomen.

In de practijk is geen enkele dezer voorwaarden volledig opgelost, maar de verbeteringen zijn reeds zóó belangrijk, dat men op het gehoor — wat ten slotte toch de hoofdeïnteresseerde is — het verschil niet meer merkt tusschen de oorspronkelijke en de uitgezonden geluiden. Bijgevolg kan men geheel bevredigd zijn met de verkregen resultaten. Het eenige probleem dat nog niet is opgelost tot ieders voldoening is dat van de natuurgetrouwe transmissie, der verschillende geluidsterkten.

Het is de rol van den ontvanger de door de antenne opgevangen en door hem uitgekozen golf zóó te behandelen dat de door den luidspreker voortgebrachte geluidstrillingen juist overeenstemmen met die welke de microfoon in het studio heeft opgenomen. Wat de kwaliteit betreft moet de ontvanger aan dezelfde voorwaarden beantwoorden als den zender, en in de techniek beschikt men over voldoende hulpmiddelen om den ontvanger tenminste zoo goed te maken als den zender.

Daaruit blijkt dan dat de rol van den constructeur eenvoudig is; maar deze conclusie is, zooals we gaan zien, wel wat voorbarig. Een eerste onderscheid tusschen de zendtechniek en de ontvangtechniek is gelegen in het feit dat de zender bedient wordt door vakmensen terwijl de ontvanger in de handen van leeken zit. Hierdoor is de constructeur verplicht den ontvanger zoo automatisch mogelijk te maken zelfs in zoverre dat de ontvanger zichzelf aanpast aan de voorwaarden waarin hij moet werken. Deze voorwaarden kunnen in ruime mate verschillend zijn van het ene geval tot het andere. Ongelukkigig geschiedt deze variatie niet volgens een welbepaalde wet met het gevolg dat voor elk speciaal geval dan weer een speciale automatische controle zou noodig zijn.

Welke zijn nu deze voorwaarden?

In de eerste plaats komt het feit dat de gemiddelde veldsterkte van een zender op een bepaalde plaats varieert volgens het uur van den dag en volgens het jaargetijde. Bovendien ontstaan er min of meer vlugge en zeer onregelmatige variaties van de gemiddelde veldsterkte (fading). Deze variaties vinden hun oorsprong in de ruimte tusschen de zend- en de ontvangantenne, en de oorzaak ervan is gelegen in de veranderingen welke ontstaan in de hooëre atmosfeer, wat vanzelfsprekend geheel buiten de menschelijke controle valt. Bovendien zijn ze nog vaak vergezeld van modulatieveranderingen, (toonveranderingen en vervorming).

Tweede voorwaarde: afstemming over een zeer uitgestrekte frequentieband. Deze band strekt zich uit van 150 tot 22.000 kHz. Tusschen de uiterste frequenties bestaat dus een verhouding van 1 tot 110. De trillingskringen en zelfs de lampen gedragen zich zeer ongelijk op deze verschillende frequenties, terwijl de ontvanger zooveel mogelijk een constant rendement moet hebben over het geheele afstembereik. Een bijkomende moeilijkheid vindt haar oorsprong in het feit dat men noodzakelijk verschillende trillingskringen moet doen varieren in functie der frequentie van den gewenschten zender. De seriefabricatie van ontvangers waarvan de regelbare kringen één zelfde resonantiefrequentie moeten hebben over het geheele afstembereik is reeds een probleem. Bij de supers komt er nog een bijgevoegde complicatie doordat één dezer trillingskringen in alle punten van alle afstembereiken moet genereren op een hulp-



frequentie  $f_a$  zoodat  $f_a - f_1$  steeds constant blijft. In deze vergelijking is  $f_1$  de zendfrequentie van het verlangde station.

De derde voorwaarde is de scheiding der zenders onderling. Dit kan men in twee afzonderlijke problemen scheiden: a) het voorkomen der transmodulatie, m.a.w. de overdraging der modulatie van een anderen zender, op de draaggolf van het verlangde station, en b) de rechtstreeksche opname van een station waarvan de golflengte zeer weinig verschilt met die van den verlangden zender.

Het probleem a) kan op een behoorlijke wijze worden opgelost voor zoover de lampen daaraan schuld dragen (gekromde dynamische karakteristieken). Ongelukkig bestaat er een soort transmodulatie die haar oorsprong vindt in haar hoogere atmosfeer (Luxemburg effect) en die evenals het sluieringsverschijnsel aan onze controle ontsnapt.

Het probleem b) heeft betrekking op de trillingskringen der hoog- en middenfrequenttrappen, maar ze is gebonden aan invloeden die voor ons even onbereikbaar zijn als die van de atmosfeer, want ze behooren tot het domein van de internationale politiek. Inderdaad, indien men de toestand in de omroepgolffhand in Europa onderzoekt, bevindt men dat het aantal stations zoo groot is dat het frequentieverschil tusschen stations met naburige golflengten moest verminderd worden tot 9 kHz en dat sommige frequenties zelfs werden toegewezen aan meer dan één station. Bovendien stelt men steeds sterkere zenders in dienst met het gevolg dat men in de avonduren in West-Europa bijna alle vreemde zenders kan beluisteren. Dit zou in het geheel geen bezwaar zijn indien hiermede niet tevens één der kwaliteitsvoorwaarden radicaal onmogelijk werd gemaakt.

Neemt men inderdaad aan dat 10.000 Hz de hoogste modulatiefrequentie is voor het verkrijgen van goede toonkwaliteit, dan moet men voor elke zender een frequentieband van 10 kHz aan weerszijden der draaggolf hebben. Deze band is dus in het geheel 20 kHz breed. Daar de naburige zenders slechts met een frequentieverschil van 9 kHz werken, bevinden ze zich in de zijbanden van den gewenschten zender. Om al de modulatiefrequenties te kunnen verwerken moet den ontvanger een band van 20 kHz onvervormd kunnen doorlaten. Is dit het geval dan worden tevens de naburige zenders mede opgenomen, tenzij deze zeer zwak doorkomen, vergeleken met het verlangde station. Bovendien kan men nog de volgende bezwaren vaststellen:

a) Een hoorbare fluituin waarvan de frequentie gelijk is aan het frequentieverschil tusschen den verlangden zender en den naburige zender (doorgaans 9 kHz);

b) Een omgekeerde modulatie tengevolge der interferentie der zijbandfrequenties van de ongewenschte naburige stations, met de draaggolf van het station waarop den ontvanger is afgestemd.

En dit zijn slechts de belangrijkste.

Om nu zuivere ontvangst te verkrijgen, d.i. ontvangst waarbij men slechts de modulatie van één enkel station ontvangt, is het noodig de selectiviteit van den ontvanger te verscherpen, wat niet gaat zonder het samenknijpen van de doorgelaten band tot op 8 of hoogstens 9 kHz. Hierdoor worden de modulatiefrequenties die tot den luidspreker doordringen beperkt tot  $\pm 4.000$  Hz.

Hierna zullen we de middelen bespreken welke door de constructeurs gebruikt werden om deze band nog smaller of om hem naar willekeur variabel te maken.

Naast deze principieele verschillen tusschen het probleem der uitzending en dat van de ontvangst, kan men nog als een groot ongemak bij de ontvangst, de atmosferische- of nijverheidsstoringen toevoegen. Zelfs tegen deze laatste, die vrijwel in ons bereik vallen, werd geen enkele samenhangende, doelmatige en methodische strijd opgenomen.

Hier weze er terloops aan herinnerd dat storingen als het ruischen b.v. doorgaans een geheel min of meer doorlopend frequentiespectrum bevatten, m.a.w. ze zijn samengesteld uit trillingen met allerlei frequenties en waarvan de amplitude constant blijft over een zeer breed band.

## EVOLUTIE VAN DEN TOESTELBOUW TOT IN 1940.

De meeste der hierboven uiteengezette problemen werden behoorlijk opgelost voor zoover het zuiver technische problemen waren. Deze evolutie begon na den wereldoorlog 1914-18 en ze was vooral zeer uitgesproken en radicaal in de jaren 1930 tot 1940. In 1930 werden inderdaad reeds ontvangers gebouwd die door elke normale mensch, ook al was hij leek, konden worden bediend.

De ontvangers van dezen tijd hadden doorgaans de volgende karakteristieken:

Rechtstreeksche versterking (één of tweetraps);  
Eenknopsafstemming;  
Afstembereiken tusschen 200 en 550 m. (omroepgolf) en van 800 tot 2000 m. (lange golf);

Triodedetector;  
Triode of pentode-eindlamp met een nuttig eindvermogen van 0,5 tot 2 W;

Electromagnetische luidspreker (vierpolig) of in de luxe apparaten een electro-dynamische;

Voeding uit het wisselstroom- of gelijkstroomnet.

Op dit oogenblik begon in de verschillende Europeesche landen de «rush» naar de hoeveelheid en de kracht der zenders, wat de constructeurs voor het moeilijke probleem der selectiviteit stelde. De directe versterking kon zich niet lang handhaven omdat deze techniek dan zeer moeilijk was en buiten het bereik van vele constructeurs viel. De éénknopsafstemming stelde inderdaad hooge eischen aan de precisie waarmede de afstemspoelen en condensatoren moesten vervaardigd worden. Bovendien werd door het gebruik van cascade-versterkers, afgestemd op éénzelfde frequentie, het ontstaan van woekertrillingen bevorderd bij de minste ongewenschte koppeling. Door het feit dat het rendement van den trillingskring varieert met de frequentie waarop deze kring is afgestemd werd het noodzakelijk een variatie der versterking te voorzien met de afstemming, om de mogelijkheden van een bepaalde ontvanger volledig te kunnen benutten, zonder gevaar te loopen den drempel van het genereeren te overschrijden op sommige punten van het afstembereik.

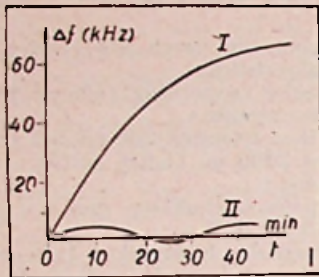
Vervolgens werd ook het probleem der constante selectiviteit gesteld: een eenvoudige trillingskring of een bandfilter vertoonen altijd een selectiviteit die afhankelijk is van de afstemfrequentie. De bandfilter vertoonde wel groote voordeelen in dit opzicht, want het is mogelijk door het gebruik van verschillende soorten koppelingen de karakteristieken dezer bandfilters constant te houden over een vrij groot afstembereik. In de praktijk heeft men nooit meer dan vier afgestemde H.F.-kringen kunnen gebruiken, met twee of drie versterkertrappen. De kringen waren zoo gegroepeerd dat er tenminste één bandfilter bij was en soms twee. In dit laatste geval was één der H.F.-koppelingen aperiodisch. (Doorgaans werd de aperiodische koppeling gebruikt voor de detector, zoodat de demping veroorzaakt door een rooster of een diodedetector vermeden werd.)

De verhooging der kracht van de zenders veroorzaakte nog meerdere ongemakken tengevolge der verzadiging der versterkertrappen of van de detector: vervorming der modulatie en transmodulatie. Het gebruik van tetraden en daarna van H.F.-pentodes met variabele steilheid en van diodedetectie eerst en onmiddellijk daarna door de invoering van de automatische sterkteregeling (A.S.R.) hebben deze problemen opgelost. De automatische versterkingsregeling bracht overigens andere, niet onbelangrijke voordeelen mee, daar de ontvangststerkte van de stations met zeer verschillende zendenergie nagevoelbaar constant bleef en daar tevens de ontvangststerkte van een station met sluiereffect binnen zekere grenzen constant kon gehouden worden. Dit was de oorsprong van de onjuiste term *anti-fading*.

Maar gedurende deze zelfde periode (1932-1933) nam de reeds lang gekende super langzamerhand een vooraanstaande plaats in ten opzichte van de ontvangers met rechtstreeksche versterking. Het beginsel waarop de werking van een super berust is het volgende: Door interferentie tusschen de frequentie van het station dat men wil ontvangen en een regelbare frequentie die in



den ontvanger zelf wordt opgewekt verkrijgt men een frequentie die gelijk is aan de som of aan het verschil der twee betreffende frequenties. Men richt de zaken zoo in dat deze som of dit verschil constant blijft, en deze nieuwe frequentie (middenfrequentie) wordt versterkt. De middenfrequentieversterker bevat dus kringen die bij het in dienst stellen van het apparaat geregeld worden en die daarna niet meer behoeven aangeraakt te worden. Dit heeft de volgende voordelen :



a) De versterking gebeurt grootendeels in het middenfrequentie-deel, de gevoeligheid is praktisch constant om het even welk golfbereik men bewerkt en het is voldoende gelijkmatig in alle afstembereiken ;

b) Hetzelfde kan gezegd worden van de selectiviteit ;

c) De selectiviteit kan gemakkelijk geregeld worden en de selectiviteitskromme kan het beste compromis vormen tusschen de scheiding der stations en de weergavekwaliteit. Daar de middenfrequentiekringen op een vaste frequentie werken kunnen ze gecombineerd worden met bandfilters in voldoende aantal om het gewenschte resultaat te verkrijgen ;

d) De middenfrequentie kan zoo gekozen worden dat al deze voorwaarden op een eenvoudige en economische wijze te vervullen zijn ;

e) Door het gebruik van versterkertrappen die op verschillende frequenties werken kan men de versterking opvoeren zonder gevaar voor instabiliteit door terugkoppeling van één trap op een vorige.

Nochtans heeft de super niet enkel voordelen. De belangrijkste nadelen zijn de volgende :

a) Er ontstonden talrijke fluittoontjes tengevolge van de spiegel-frequenties of van combinaties met harmonischen die hoofdzakelijk ontstaan in de meng-, oscillator- en detectorkringen ;

b) In de menglamp ontstaan vrij belangrijke ruis-spanningen.

Daar deze lamp de eerste is die de H.F.-seinen te verwerken krijgt, deden zich gevallen voor waarin deze seinen niet sterker waren dan het ruisen, althans voor zwakke stations. Daar men, zooals verder zal worden aangetoond, een bandfilter noodig heeft om de spiegel-frequenties te elimineren, werd de toestand nog slechter, want met een dergelijke kring verkrijgt men hoogstens een spanning die gelijk is aan de helft van die welke met een gewone kring verkregen wordt. Desondanks nam de super toch weldra bijna volledig de plaats in der ontvangers met rechtstreeksche versterking, terwijl er de laatste verbeteringen aan toegevoegd werden : lampen met variabele steilheid, diodedetectie, automatische sterkteregeling, afstem-indicatoren, enz.

In het L.F.-deel werd de indirect verhitte pentode met drie tot 4 W gemoduleerd uitgangsvermogen meer en meer gebruikt terwijl de electro-dynamische luidspreker, tenslotte de electromagnetische geheel heeft verdrongen. Het aantal regelingen aan den ontvanger werd tot vier beperkt : afstemming, afstembereik, kracht, toon. Tenslotte werd een groote vereenvoudiging bereikt bij het opsporen der stations, door het gebruik van afstemschakelen met 50 tot 70 zendernamen die met een voldoende nauwkeurigheid werden opgeteekend.

En hiermede komen we tot het jaar 1935 dat het vertrekpunt toont voor een groote evolutie van de super met het doel al de nadelen, hierboven opgesomd, te elimineren. Twee belangrijke punten : goede ontvangst der korte-golf en verbetering der weergave (sommige verbeteringen kunnen eventueel tegelijkertijd in aanmerking komen voor meerdere dezer punten) :

a) Het probleem der spiegel-frequenties stelde zich als volgt : de ontvanger geregeld zijnde op een zender met frequentie  $f_1$  wordt door de oscillatorkring een frequentie  $f_a$  opgewekt zoo dat :

$$f_a - f_1 = f_m$$

waarin  $f_m$  de middenfrequentie is.

Maar een station met een frequentie  $f_a + f_m$  verwekt ook een interferentie

$$f_m = (f_a + f_1) - f_a$$

met dezelfde oscillator.

De H.F.-kringen zijn vanzelfsprekend afgestemd op het station  $f_1$ , maar indien de zender  $f_a + f_m$  zeer krachtig is dan kan dit eveneens een middenfrequentie-sein verwekken dat sterk genoeg is om het verlangde station te hinderen of, indien het storende station een locale zender is, zelfs het ander station te overstemmen.

Hierbij valt op te merken dat de twee stations die dezelfde middenfrequentie geven voor één afstemming  $f_a$  van den oscillator werken op de frequenties  $f_a - f_m$  en  $f_a + f_m$  die symmetrisch liggen ten opzichte van  $f_a$ . Daarom wordt  $f_a + f_m$  de spiegel-frequentie genoemd van  $f_a - f_m$ . Hieruit is ook gemakkelijk af te leiden dat de spiegel-frequentie gelijk is aan  $f_1 + 2f_m$ .

Het gebruik van een bandfilter bleek weldra ontoereikend, men gebruikte weldra spiegelbandfilters, samengesteld uit een hulpkring in den voorselector waardoor de versterking voor een frequentie  $f = f_1 + 2f_m$  tot een minimum herleid werd.

Naast deze oplossing werd een tweede gevonden die een grooter succes beleefde. De tot dusver gebruikte middenfrequenties waren gelegen tusschen 100 en 140 kHz. Hieraan waren twee voordelen verbonden : deze frequenties lagen buiten de omroepgolfband, en ze waren nog laag genoeg om er eenvoudige stabiele en zeer degelijke kringen voor te bouwen met het gevolg dat de selectiviteit de gevoeligheid en de bestendigheid vrijwaard waren.

De moeilijkheden met de spiegel-frequenties voerden tot het gebruik van een andere hoogere middenfrequentie en dit was gesteund op de volgende beschouwingen : het omroepgolfbereik was gelegen tusschen 550 en 1500 kHz. Ze bestreek dus 950 kHz. Neemt men nu :

$$f_m = \frac{950}{2} = 475 \text{ kHz.}$$

of iets meer dan vallen de spiegel-frequenties der omroepstations buiten het betreffende golfbereik. Er zullen dus geen moeilijkheden meer optreden met de spiegel-frequenties, behalve op de lange golf. Neemt men inderdaad het geval van een station op 200 kHz (1500 m.) dan kan dit station gehinderd worden door de spiegel-frequentie van het omroepstation werkende op  $200 (2 \times 475) = 1150$  kHz. De invloed is echter niet zoo sterk en wel tengevolge van de hierna genoemde twee feiten :

1) De lange-golfstations zijn tot dusver veel sterker dan de omroepstations met een frequentie van meer dan 1000 kHz.

2) Het frequentieverschil tusschen het verlangde station en dit met de spiegel-frequentie is zoo groot dat het rendement der H.F.-kringen voor deze laatste frequentie zeer ongunstig is.

In de practijk varieert de waarde van  $f_m$  tusschen 430 en 490 kHz ; ze is gelegen in het interval tusschen de omroep- en de lange golfbanden.

De H.F.-bandfilter is niet meer volstrekt noodig en het gebruik van een eenvoudige kring levert het groote voordeel op dat het nuttige sein veel sterker is aan den ingang der menglamp met het gevolg dat de verhouding tusschen het sein en het ruisen gunstiger wordt. De voorselectorkringen zijn weliswaar eenvoudiger, maar de constructie der M.F.-transformatoren wordt zeer ingewikkeld door de betrekkelijk hoge frequentie waarop ze zijn afgestemd. Dit maakt het gebruik van litzedraad en H.F.-kernen noodig teneinde spoelen van voldoende kwaliteit te verkrijgen.



In de eerste jaren na 1935 deden zich enkele catastrophen voor tengevolge van de instabiliteit der ijzernkernen en het is slechts in 1938 dat de kwaliteit van deze bouwdeelen voldoende begon te geven zonder nochtans even goede transformatoren op te leveren als die welke men voor de middenfrequenties van 100 tot 140 kHz kon vervaardigen.

b) Te beginnen van 1935 stond ook de ontvangst der korte-golf op het programma der constructeurs. Dit heeft de techniek der ontvangers en vooral die van de ontvanglampen zeer sterk beïnvloed. Het is één der hoofdoorzaken geweest voor het gebruik van een hoge middenfrequentie. Inderdaad is de selectiviteit der H.F.-kringen op korte-golf ten opzichte van de door de stations ingenomen band zeer onvoldoende, evenals hunne impedantie wat de rechtstreeksche versterking heelmaal ongeschikt maakt bij de ontvangst van deze frequenties. Om dezelfde reden is het frequentieverschil tusschen het verlangde station en zijn spiegelfrequentie onvoldoende voor het gebruik van een middenfrequentie van ongeveer 120 kHz, vermijst het verschil tusschen deze frequenties 240 kHz bedraagt. Met een middenfrequentie van 450 kHz wordt deze afwijking gebracht op 900 kHz wat het elimineeren der spiegelfrequenties vergemakkelijkt zonder dat men evenwel hierin de perfecte bereiken kan. Alleen door het gebruik van een H.F.-lamp vóórafgegaan en gevolgd door een trillingskring kan men in dit opzicht een merkbaar resultaat verkrijgen. Vanaf 1938 werden de kwaliteitsapparaten aldus uitgerust. Voegen we er terloops aan toe dat de H.F.-voorversterker met betrekking tot de korte-golf nog het voordeel oplevert dat de verhouding tusschen sein- en voorschpanningen en overigens in alle afstembereiken de transmodulatie verbetert dank zij het gebruik van speciale tot dit doel ontworpen lampen.

De menglampen hebben groote wijzigingen ondergaan met het doel hun rendement op korte-golf te verbeteren. Deze ontwikkeling stond in verband met het volgende :

De vermindering tusschen de capaciteitsvariatie tusschen de elektroden tengevolge der temperatuurswijzigingen, die gevoerd heeft tot de constructie der «Loctal»-lampen in Amerika en de sleutellampen in Europa langs de metalen en de stalen lampen om.

De vermindering van de wederzijdsche invloed van het modulator- en oscillatordeel in de lamp door het gebruik van gebundelde electronen (EK3-6K8) en de dubbele lampen (Triode-hexode, triode-heptode). De stabiliteit dezer lampen is dermate verhoogd dat men er ook de automatische sterkteregeling kan op toepassen in het gebied der korte-golf.

De verhooging der steilheid van het oscillatordeel, teneinde een voldoende hulpsein te verkrijgen om het afslaan aan de hoogste grens van het afstembereik te vermijden. De evolutie der ontvanglampen zal overigens behandeld worden met meer bijzonderheden in een studie die daaraan speciaal zal gewijd worden.

Eén der redenen van het geringe succes der korte-golf bleef de moeilijkheid waarmede men de ontvangers nauwkeurig op de gewenschte stations kon afstemmen. Terwijl het omroepbereik uitgestrekt is over een frequentieband van nagenoeg 1.000 kHz, spreidt het kortegolfgebied zich uit tusschen 18,75 en 5,9 kHz. (16 tot 51 m.). Dit gebied beslaat dus 12.800 kHz, d.i. ongeveer 13 maal meer dan de omroepgolven. Men zal dus de afstemecondensator dertienmaal langzamer moeten draaien om een even gemakkelijke regeling te verkrijgen als in den omroepband.

Dit kan gedeeltelijk worden verkregen door het gebruik van regelschalen waarmede men met twee verschillende snelheden en zonder spel, kan afstemmen, maar het wordt onmogelijk de plaats van alle stations nauwkeurig op de afstemschaal aan te geven. Met een gemiddeld frequentieverschil van 10 kHz tusschen naburige stations zou elke zender op een schaal van 250 mm een breedte van 0,2 mm beslaan. Rekening houdend met het feit dat alleen enkele betrekkelijk smalle banden van enkele 100 kHz gebruikt worden door omroepstations heeft men een meer comfortabele oplossing gevonden in de bandspreiding door elektrische of gemengde middelen. Elke omroepband kan uitgekozen worden en het afstempunt kan teruggevonden worden met een

afstemnaald die over de geheele breedte van de schaal loopt voor elk dezer banden.

De huidige radiolampen werden wel gebouwd zoodat de frequentieverschuiving beperkt is, maar in dit opzicht zijn ze nog niet volmaakt. Bovendien hebben de afgestemde kringen en hoofdzakelijk de oscillatorkring een ruim deel in dit verschijnsel. Vooral onderaan het afstembereik (16 tot 20 m.) treedt dit verschijnsel vrij sterk op. Het is inderdaad daar dat de afstemcapaciteiten het geringste zijn en dat bijgevolg de capaciteitsvariaties tengevolge van temperatuursverandering de grootste ontregeling veroorzaken.

Dergelijke frequentieverschuivingen kunnen 40 tot 60 kHz bedragen gedurende het eerste halfuur nadat het apparaat in gebruik werd gesteld en de grootste variatie ontstaat gedurende de eerste minuten zoodals blijkt uit kromme I van fig. 1. Een dergelijke verschuiving kan gevaar opleveren, het confort der bandspreiding over de korte-golf. In goede ontvangers wordt dit effect dan ook tegengegaan en tot een minimum herleid door het gebruik in den kortegolfoscillatorkring van een corrector-condensator waarvan de temperatuurscoëfficiënt en de verwarming regelbaar zijn, zoodat ze zoo goed mogelijk de onvermijdelijke temperatuursvariaties in de lampen en de kringen opheffen. In kromme II van fig. 1 ziet men een voorbeeld van het aldus verkregen resultaat door een goede afregeling van den corrector.

Een andere methode wordt nog gebruikt, ze draagt den naam van automatische frequentiecontrole, en is gesteund op het volgende beginsel :

Twee bijgevoegde kringen, de ééne geregeld  $f_m + \Delta f$  en de andere op  $f_m - \Delta f$  worden in den M.F.-versterker ondergebracht. Ze zijn verbonden met een speciaal geschakelde detector zoodat ze gelijkspanningen met tegengestelde teekens leveren, naar gelang de werkelijke middenfrequentie  $f_a - f_l$  hoger of lager is dan  $f_m$ . Deze regelbare voorspanning zowol in teeken als in grootte wordt verbonden met een kring waarvan de capaciteit of de zelfinductie varieert met de aangelegde spanning. Deze kring welke parallel geschakeld is met de aangelegde spanning.

de oscillator doet  $f_a - f_l$  zoo variceren dat  $f_a - f_l$  zoo dicht mogelijk bij  $f_m$  blijft. Deze kring kan echter slechts functionneeren over een gebied van enkele kHz en, vooral op de korte-golf kan dit de afstemming van den ontvanger doen overspringen op een andere zender wanneer de frequentie waarop het apparaat is afgestemd aan sluiering begint te lijden.

c) Tot in 1935 kon men alleen van de luxe-ontvangers zeggen dat de kwaliteit der weergave behoorlijk was. Met ontvangers van de gemiddelde prijsklasse behoefde men er niet aan te denken de weergave van een frequentie boven 3000 Hz te kunnen verkrijgen tengevolge van de te ver opgedreven selectiviteit en van de ongeschikte karakteristieken der M.F.-kringen. Wat de frequenties beneden 200 Hz betreft deze gingen verloren in de L.F.-koppelingen en in de luidsprekers. Daarentegen veroonden de kasten resonantieverschijnselen die kunstmatige bastonen verwekten in de buurt van 250 Hz waardoor de stem en de muziek steeds zeer dof en zonder relief scheen te zijn. Dit gebrek viel zowol op te merken bij ontvangers met triode- als met pentode-eindlampen.

De eindtrap werd doorgaans uitgerust met een pentode, daar die voordeeler uitkwam en een beter rendement ( $\pm 40\%$ ) opleverde en bovendien gevoeliger was. Op dat oogenblik was men er van overtuigd — niet zonder reden — dat de triode, vooral in balansschakelingen alleen in staat was een behoorlijke toonweergave te verzekeren. Aan de pentode was het nadeel verbonden dat veel harmonischen van derde, vierde en vijfde rang werden opgewekt, die voor éénzelfde procent veel onaangenaamer klinken dan de tweede harmonische die in de triodes ontstond. Bovendien leveren de pentodes een zeer geringe demping op voor de resonantie der electro-dynamische luidsprekers (70 tot 150 Hz voor de luidsprekers van gemiddelde kwaliteit die doorgaans in de ontvangers gebruikt werden). Vanaf 1936 werd de pentode in eere hersteld door het gebruik der tegenkoppe-



# RADIO-CURSUS

## Eerste Lessenreeks

Zooals ons studieprogramma vermeldt vatten we dus aan met de drie volgende vakken :

- I. — Algemeene Electriciteit (Electronica) leeraar : E. J. I. M. PALMANS).
- II. — Wiskunde en Grafische Oefeningen (leeraar : PALMANS).
- III. — Werkhuis en Radiotechnologie (leer.: STRUYF). Uitgesteld wegens technische moeilijkheden.

### I. — ALGEMEENE ELECTRICITEIT. (Electronica)

Handboek : Electronica van E. J. I. M. PALMANS (afkorting E. P.).

#### Voorwoord — Overzicht der leerstof.

Wanneer we een werk willen uitvoeren zooals het behoort, moeten we weten waarin het bestaat ! Daarom openen we ons handboek bij de inhoudstafel blad XVII. Overzie deze nu eens even : Een heele vracht van hoofdstukken, paragrafen en nummers met titels, waar we natuurlijk nog niet veel van begrijpen. 't Doet er niets toe. Ik weet dat twee zaken U opgevallen zijn en dat zijn :

A) De uitgebreidheid der stof. — En dat in zes maanden doorwerken met daarbij nog andere vakken !! Ontmoedigt U niet. Laat ik U ter geruststelling reeds zeggen, dat de nummers vanaf 130; met uitzondering van enkel uit het tweede deel, bijna alle zullen behandeld worden onder de Algemeene Radiotechniek, dus na de eerste zes maanden ; en dat daarenboven heel wat nummertjes zullen worden over het hoofd gezien of kortbondig in de Revue zullen worden samengevat. Waarom ik U dan desondanks een zoo uitgebreid handboek opleg heb ik U reeds uitgelegd in het vorige nummer (zie blz. 11).

B) Het tweede, dat U opgevallen is, is dat, in de titels steeds terugkerende, electron — ja, de titel van het Handboek Electronica wijst er al op. Wat dit met onze

Algemeene Electriciteit te maken heeft ? ! 't Is moeilijk U hierop een behoorlijk antwoord te geven, vooraleer iets van de stof te hebben gezien. Toch is het goed — al zult gij daarvan niet alles verstaan — het Voorwoord en de « Ter Inleiding » van uw handboek eens door te lezen. Gij zult dan zien, dat we U hier de grondbeginselen der Electriciteit op een niet klassieke maar nieuwe wijze willen duidelijk maken ; methode, die vooral voor den toekomstigen radiotechnicus, met het oog op zijn voortdurenden omgang met electronenbuizen, veel meer gepast blijkt.

Vooraleer onzen eigenlijken leergang aan te vatten, tenslotte nog enkele korte maar belangrijke inlichtingen van algemeenen aard :

Wanneer we bij onze lessen verwijzen naar nummers of bladzijden, zullen deze hetzij niet tusschen haakjes staan, hetzij tusschen één, twee of drievoudige haakjes staan. Die haakjes staan in verband met het belang der aldaar behandelde stof en ook min of meer met de stadia, waarvan sprake in onze inleiding tot den Radio-cursus.

Voor de nummers, die niet tusschen haakjes staan, kan een eenvoudige kennismaking volstaan. Aandachtig lezen dezer nummers is voldoende. Eenmaal het eerste stadium onzer studiemethode achter den rug, trekken we ons dus van die nummers niets meer aan.

Enkelvoudige haakjes wijzen op meer belang ; ze verdienen te worden doorgrond ; op onthouden van de hierin behandelde stof komt het zoozeer niet aan. Het gaat hier meestal om nummers en bladzijden, die dienen te worden gekend en begrepen met het oog op later te bespreken zaken van meer belang.

Twee en drievoudige haakjes wijzen op zaken, die onze bijzondere aandacht vragen en niet mogen worden vergeten.

Drievoudige haakjes wijzen er op, dat ze zelfs in ons compendium dienen te worden opgenomen.

Vermits de hoofdlijnen dezer samenvatting U reeds gegeven worden door den thans volgende tekst, gaat het hier om drievoudig omhaakte stof.

(Vervolg van blz. 37)

verminderd werden en het rendement in functie der ling waarmede de vervorming en de inwendige weerstand frequentie afgevlakt werd. De vermindering der gevoeligheid die uit dit gebrek volgde werd gecompenseerd door het gebruik van steile pentodes, waarvan de constructie verbeterd en het rendement opgevoerd werd tot 50 %. Men deed zelfs beter, want met de tegenkoppeling kan men de weergavekromme verbeteren door eenvoudige middelen.

De uiteinden van het nuttige frequentiebereik werden opgehaald ; de lage tonen om de rendementsvermindering der luidsprekers en van het klankscherm, gevormd door de kast, te compenseren en de hoge tonen om het verlies door selectiviteit der M.F.-kringen goed te maken. Teneinde geheel te kunnen genieten van de frequenties van meer dan 4000 Hz werd de selectiviteit regelbaar gemaakt (geleidelijk of sprongsgewijze in twee of drie trappen) tusschen ong. 8 en 16 kHz. Deze laatste positie kan alleen dienen voor het luisteren naar lokale stations. Naast de gewone toonregeling waarvan het doel bestond de weinige hoge tonen welke vóór de detectie nog niet verloren gingen op te slorpen, dacht men nog een regeling uit voor lage tonen doorgaans met twee posities, eene voor het gesproken woord (met onderdrukte lage tonen) en eene voor muziek (met bevoordeelde lage tonen).

Teneinde de bediening te vereenvoudigen en met het doel het aantal knoppen te verminderen, werd de selec-

tiviteits- en de tooncontrole vaak samengevoegd. De uitbreiding van de toonfrequentieband stelde andere eischen en maakte andere voorzorgen noodzakelijk, zooals bijvoorbeeld het gebruik van een L.F.-filter op 9 kHz teneinde de interferentie-fluittoontjes te elimineren en de constructie van resonantie-vrije kasten, die men herkent aan hun geringe diepte.

De uitbreiding van het frequentiebereik in de richting der hoge tonen boven de 4000 Hz deed de noodzakelijkheid van speciale inrichtingen ontstaan om deze hoge frequenties voort te planten, vermits deze altijd straalvormig uitgezonden worden in de richting van de as van de luidspreker-membraan. Dit resultaat wordt bereikt door deflector in den luidspreker zelf of in de kast. Om een meer gelijkmatig rendement te verkrijgen gebruikte men dubbele luidsprekers, de ééne voor de lage, en de andere voor de hoge tonen. Er zijn echter luidsprekers met een diameter van 21 tot 25 cm die alleen in staat zijn om een voldoende uitgestrekt frequentiebereik te reproduceeren. Daarom kan ook het aantal luidsprekers, dat in een ontvanger aanwezig is, niet dienen als criterium voor de kwaliteit der weergave, want één goede luidspreker is nog altijd veel beter dan twee slechte.

Tenslotte werd het gemoduleerd vermogen en de diameter der luidsprekers min of meer gestandaardiseerd, respectievelijk op 3 of 4 W en 21 cm voor de middelmatige ontvangers, en 6 W met luidspreker van 25 cm voor de grootere types.



## INLEIDING.

## INWENDIGE BOUW DER STOF.

## 1° De Stof.

Over het algemeen, maar alhoewel zeer vaag, noemen we stof alles, wat spreekt tot onze zintuigen, alles waaruit de voorwerpen, die ons omringen zijn gebouwd.

Per ondervinding weten we, dat een stof zich kan bevinden in verschillende aggregaattoestanden (gas-vlocibare en vaste toestand) en van de eene in de andere kan overgaan onder invloed van zekere drukkings- of temperatuursvoorwaarden.

## 2° Molecules en Atomen.

Het kleinste deel waarin een stof kan worden verdeeld, zonder dat het zijn eigenschappen verlies, is het *molecule*. Deze molecules zijn gekenmerkt door een volkomen veerkrachtigheid en een onderlinge aantrekkingskracht; zij zijn daarenboven steeds in beweging, zelfs in vlocistoffen en vaste stoffen. Bij deze laatste beperkt zich deze beweging tot een trillingsbeweging om een evenwichtstoestand. Elke molecule is op zijn beurt weer samengesteld uit atomen. Indien in het molecule alle atomen gelijkaardig zijn, heeft men met *elementen* te doen in scheikundig zuiveren toestand. Zijn er van den anderen kant twee of meer *verschillende* typen van atomen voorhanden, dan hebben we te doen met een *samengestelde stof*.

## 3° Electronen en atoommodel.

Zoo we daarna het begrip « stof », zooals wij ons dit gewoonlijk voorstellen, wegdenken, dan kunnen wij het atoom, op zijn beurt als een zeer ingewikkeld systeem beschouwen, min of meer gelijkaardig aan een planetenstelsel, waarvan de atoomkern met een positieve elektrische lading de plaats inneemt der zon en de electronen met een negatieve elektrische lading de rol der planeten vervult. We spreken daarom wel van « planetaire electronen ». De kern heeft zooveel positieve lading als de gezamenlijke elektrische lading der electronen. Het atoom is dus in zijn geheel electrisch neutraal.

Voegen we hier nog aan toe, dat deze electronen een sterke neiging hebben om zich, te beginnen vanaf de tweede baan, en dit vooral voor de buitenste baan in rijen van 8 samen te groepeeren. Dit feit geeft ons niet alleen te verstaan, hoe alle scheikundige reacties mogelijk worden, maar zal ons ook uitleg verstrekken omtrent het feit, dat wij tusschen de bekende stoffen er sommige aantreffen, die de warmte en electriciteit goed geleiden, en andere, die wij op electrotechnisch gebied als isolatoren of dielectrische stoffen klasseeren.

Zie (E. P.) 1 — 2 ((3)) — ((4)) — 5 — 6 — 12 (alleen blz. 23) ((13)) — ((14)) — ((17)) — ((18)) (tot opmerkingen).

Verder kan worden geraadpleegd: Radio voor den Beginnning, van P. H. BRANS, blz. 1-15. Ook vinden deze, die hierin meer belang stellen, goede litteratuur vermeld in (E. P.), blz. 41.

## 4° Atomen in normalen, aangeslagen of geioniseerden toestand (in vervanging van nr. 19).

Een atoom kan zich behalve in zijn grondtoestand of normalen toestand ook nog in verschillende andere zogenoemde « aangeslagen » toestanden bevinden. Een waterstofatoom, waarvan het electron zich niet bevindt op de K-baan maar bijv. op de L, M, N-baan is een aangeslagen waterstofatoom. Een neonatoom waarvan bijv. een electron der L-baan overgegaan is naar een meer naar buiten gelegen baan, is een aangeslagen Heliumatoom. In deze aangeslagen toestanden blijft het atoom dus *ongeladen*; het bezit nog al de bij het atoom behoorende electronen.

De aantrekkingskracht van de atoomkern op de electronen wordt kleiner naarmate de electronen verder van de kern verwijderd zijn. De op de buitenste baan gelegen electronen zijn dus veel lossen aan den kern gebonden. Het kan dan ook gebeuren dat zoo'n electron aan de aantrekkingskracht van de kern ontsnapt en het atoom verlaat. Ook het tegengestelde is mogelijk; een atoom kan tijdelijk een electron opnemen. In beide gevallen is het evenwicht tusschen positieve kern en electronen gebroken, men zegt dan dat het atoom *geioniseerd* is. Dergelijke gedesequibreerde atomen noemen we *ionen*.

## 5° Hoe kan nu een atoom in aangeslagen of geioniseerden toestand gebracht worden?

Hiertoe dient in beide gevallen aan het atoom energie te worden toegevoerd; in het eerste geval spreken we van « aanslagenergie », in het tweede geval van « ionisatie energie ». De eerste is natuurlijk steeds kleiner dan de tweede. Welnu, deze energie kan aan het atoom in het algemeen worden medegedeeld door botsingen met andere deeltjes en wel: a) met electronen, b) met snelle ionen, c) met reeds te voren aangeslagen atomen, d) met photonen.

Betreffende deze laatste moet ik me even nader verklaren. Ge weet waarschijnlijk, en zooniet zal U dit mettertijd wel duidelijk worden, dat vele optische verschijnselen alleen te verklaren zijn door het licht te beschouwen als een soort trilling. Andere daarentegen, zooals het feit dat het licht ook een zekere drukking uitoefent, dus mechanische arbeid verrichten kan, dwingen ons het licht ook te beschouwen als een uitstraling van kleine deeltjes (energiepakketjes) die we *photonen* noemen. Deze photonen zijn niet altijd even groot; zij zijn grooter naarmate de frequentie van het licht kleiner is. Mocht ge me niet volledig hebben verstaan, het doet er niet toe, lees dan voorloopig in plaats van « door botsing met photonen » door bestraling met licht. Een overzicht der mogelijke botsingsprocessen vindt U in (E. P., blz. ((343))).

## 6° Elementen — Metalen en Metalloïden.

De stof (lucht, water, krijt) alles is tenslotte een samenstelling van een of meerdere *scheikundige elementen* welke de bouwsteenen zijn der natuur. Deze elementen rangschikkend volgens hun atoomgewicht is gebleken, dat men, de reeks der elementen afgaande, telkens elementen ontmoet met analoge chemische eigenschappen. Zoo is men gekomen (en voor 't eerst MENDELEJEFF in 1870) tot het zogenoemde « periodiek systeem van MENDELEJEFF ». Die elementen kunnen worden ingedeeld in metalen en metalloïden, zie (E.P.) 28a — 28b — 28c — ((28d)) — 28e. De metalen onderscheiden zich van de metalloïden door het bezit van zoogezegde « vrije electronen », vrij in dien zin, dat ze zich onder invloed van een uitwendige kracht kunnen verplaatsen, hetgeen echter niet uitsluit dat ze voortdurend onder invloed blijven van de krachten, die door de overblijvende ionen op hen worden uitgeoefend.

## EERSTE HOOFDSTUK.

## ELECTRONEN IN EVENWICHT OF ELECTROSTATICA.

7° Een stof *electroniseeren*, dat is haar electronen toevoeren of haar electronen ontnemen. Dit kan geschieden op verschillende manieren. (E. P.) ((35)) geeft U hiervan een overzicht. Daar we in principe voorop gesteld hebben, dat het *electron* (negatief) aangetrokken wordt door de kern (positief), ligt het voor de hand dat gelijknamige electriciteitsladingen elkander afstootten, tegengestelde ladingen elkander aantrekken. Dit kan door eenvoudige proeven experimenteel worden bevestigd, zie (E. P.) 36. (39) leert ons hoe zich de elektrische lading over den geleider verdeelt.

8° Om de *electrische verschijnselen kwantatief te kunnen nagaan*, dienen we voor alles de grootte der lading te kunnen bepalen. Dat men deze niet meet door het te veel of te weinig aan electronen, dat men m.a.w. de lading van het electron niet als maatstaf genomen heeft der elektrische lading ligt in het feit, dat de eerste onderzoekers der elektrische verschijnselen diens bestaan nog niet kenden. Bijgevolg waren zij aangewezen op de kwantatieve bepaling van het gedrag van twee geladen lichamen ten opzichte van elkander. Deze wordt ons gegeven door de *wet van COULOMB*, zie (E. P.) ((37))). In (nr. 40) zien wij, hoe die wet in beperkten zin ook door zuivere redenering kan worden vastgelegd. ((Nr. 38)) leert ons, hoe uit die wet de eenheid van lading kan worden afgeleid.

9° Hetgeen vooraangaat toont onder meer een der voornaamste eigenschappen van het electron aan: *zijn electrostatisch veld*, en stelt ons in staat dit op volledige wijze te bepalen, zie (E. P.) ((41))).



10° Een tweede bepaling van het electrostatisch veld leidt tot de voorname begrippen van *potentiaal en spanning, electrostatische capaciteit* enz. Zie (E. P.) ((43)) — ((44)) — (eenheid van potentiaal) 45 — ((46)) — ((47)) — ((48)) — (alleen vlakke condensator) — 49 (wordt verder behandeld in Radiotechnologie) — ((50)). Leest eventueel ook eens beginselen der Radiopraktijk, Hoofdstuk I, Radio A B C, blz. 15-22.

#### 11° *Bemerking.*

Daar we bij de studie van dit hoofdstuk meermalen te doen hebben met begrippen en eenheden uit de mechanica, raad ik hen, die hiermee moeite zouden hebben, aan de volgende nummers te raadplegen, uit het door mij in de inleiding geciteerde handboek der Natuurkunde, (A. P.) (uitgave van 1941) (9) — (10) — (11) — (12) — (18) — (20) — (23) — (41) — (42) — (43) — (44) — (45) — (46) — (47) — (93) — (94) — (99).

#### 12° *Herhalingsvragen en vraagstukken.*

1. Geef in een bondig overzicht het verschil aan tusschen molecule, atoom en electron.
2. Beschrijf in bijzonderheden de botsingsprocessen 1, 2 en 3 uit het overzicht (E. P.) blz. 343.
3. Welke electronische eigenschap kenmerkt de metalen tegenover de metalloïden?
4. Wat verstaat U onder elektrische krachtlijn? — Bewijs dat deze elkander niet kunnen snijden; 2° dat zij loodrecht staan op de oppervlakte van den geleider waarvan zij vertrekken en waarop zij terecht komen; 3° dat zij loodrecht staan op de equipotentiaalvlakken.
5. De middelpunten van twee gelijke electrisch geladen bollen bevinden zich op 10 cm van elkander en stooten elkaar af met een kracht van 2400 dyne. Na een oogenblik met elkaar in aanraking te zijn gebracht

worden hun middelpunten geplaatst op een onderlingen afstand van 25 cm en stooten elkaar dan af met een kracht van 400 dyne. Bereken de oorspronkelijke lading der twee bollen in Coulomb.

*Ter oplossing:* Noem de onbekende lading der bollen respectievelijk  $q_1$  en  $q_2$ . Een eerste toepassing van de wet van COULOMB zal U toelaten het product van de ladingen der bollen te bepalen. Ga dan na welke de lading der bollen zijn zal na aanraking. Pas opnieuw de wet van COULOMB toe. Ge komt dan tot een systeem van twee vergelijkingen met twee onbekenden ( $q_1$  en  $q_2$ ) dat gemakkelijk op te lossen is. Druk uwe uitkomsten uit in E.S.E. van lading en in COULOMB.

6. Zij een bol van 10 cm straal, gedompeld in zuiver water ( $\epsilon = 80$ ) de electrische dichtheid op dezen bol bedraagt  $250 \text{ ESE cm}^2$ . Bereken de electrische veldsterkte op 0 cm, 10 cm, 20 cm en 10 m van af het boloppervlak.

7. Welke kracht ondervindt een electron, dat zich bevindt tusschen de platen van een condensator (dielectricum: lucht) die zich bevinden op een onderlingen afstand van 5 cm en waar tusschen een spanning heerscht van 30.000 V. Druk uwe uitkomst uit in dyne.

8. Een regelbare condensator bevat 5 draaibare en 6 vaste platen van elk  $40 \text{ cm}^2$  oppervlakte. Hoe groot is de maximale capaciteit uitgedrukt in E. S. E. en in  $\mu\text{F}$  als de afstand tusschen de platen 0,5 mm bedraagt?

9. 6 condensatoren, ieder gevormd door twee platen van  $36 \text{ cm}^2$  oppervlak, gescheiden door een glazen plaat ( $\epsilon = 5$ ) van 0,2 cm dikte, worden in serie geschakeld. Bereken: 1° de totale capaciteit; 2° de lading welke aan het geheel moet worden geleverd opdat de potentiaal 90.000 V bedrage; 3° de potentiaal van iederen condensator.

10. Beantwoordt dezelfde vragen als in (9) in geval van parallelschakeling.

## Wiskunde en grafische oefeningen voor den Radiotechnicus

door E.J.I.M. PALMANS

### INLEIDING.

Wie zonder wiskunde aan Radio wil gaan doen, kan men vergelijken aan iemand die met halve gereedschappen een ambacht wil uitoefenen. Hij kan wel iets bereiken, maar zal steeds ten achter blijven bij zijn concurrent, die met volmaakte gereedschappen werkt, op voorwaarde dat deze de kunde bezit, met die betere werktuigen ook te kunnen omgaan.

Velen zijn echter behebt met het diep ingeworteld vooroordeel: voor Wiskunde geen aanleg te hebben; anderen zijn zoo verwaand, het beter te willen weten dan om het even wie, en beweren het eenvoudig niet noodig te hebben.

Wat de laatsten betreft, ware het niet moeilijk ze onmiddellijk schaaakmat te zetten en hun van schaamte te doen blozen. Het ware echter boter aan de galg gesmeerd, want hun van gedachte doen veranderen is onbegonnen werk.

Voor de eersten heb ik wel een woordje: waarom zoudt U Wiskunde minder gemakkelijk kunnen aanleeren dan de talen bv. Is Wiskunde tenslotte dan iets anders dan een internationale taal? Met dat groote voordeel echter, dat, terwijl de verschillende talen gesteund zijn op afspraken en regels, waarop soms een heele reeks uitzonderingen bestaan, die alle dienen van buiten te worden gekend, de wiskunde daarentegen voortgaat op afspraken en regels, die geen uitzonderingen kennen. De Wiskunde is niet moeilijk! Zet dus, om te beginnen, dat vooroordeel kordaat ter zijde en pak de stier met de horens aan!!

Dat menigen de wiskunde tot hier tegenstak, komt trouwens voort uit het feit, dat ze dikwijls zaken te slikken kregen, waarvan hun het practisch nut absoluut

ontging; maar dat is hier niet meer het geval. Hetgeen ik U ga voorleggen hebt ge noodig, en is geheel afgestemd op de studie der Radiotechniek. Voor hen, die niet het geluk hadden, vroeger de noodige kennis van Wiskunde op te doen, is het dan ook onbegonnen werk, ze eenvoudig te verwijzen naar uitvoerige handboeken. Ge zoudt daaruit de juiste keuze niet kunnen doen.

Toch kan hier geen volledige wiskunde-cursus worden afgedrukt. Ik moet me noodzakelijkerwijze toeleggen op een sterke concentratie der leerstof. Voor de cursisten zal het dan ook weldra blijken, dat zij in den loop van dezen cursus, vaak de vroeger aangehaalde leerboeken zullen moeten raadplegen; de eene meer, de andere minder, naargelang hun ontwikkeling op dat gebied.

Zullen voor sommigen de eerste lessen vanwege hun concentratie al zeer moeilijk toeschijnen, anderen zullen misschien de behandelde stof bekijken met een zekere minachting, als zijnde voor hen wat te eenvoudig. De eersten kan ik alleen vragen, te werken en te zoeken, eventueel vrienden ter hulp te roepen totdat ze het begrijpen; de anderen wil ik er op wijzen, dat ze ondanks den eenvoud, toch nog altijd iets zullen vinden dat voor hen nieuw is en dat verdere uitdieping vraagt. Hen wijs ik voor deze eerste les bv. op de complexe getallen en de grondslag die hierbij gelegd werd voor de later te behandelen symbolische rekenwijze.

Deze leergang is in feite verdeeld in twee deelen, namelijk de eigenlijke wiskunde, waar het gaat over de verschillende *wiskundige werkwijzen*, en een deel dat gewijd is aan de *wiskundige hulpmiddelen*, waaronder hoofdzakelijk de grafische oefeningen; met deze laatste beoogen we trouwens tegelijkertijd U vertrouwd te maken met de voornaamste begrippen uit de trillingsleer.



A) WISKUNDIGE WERKWIJZEN.

Par. 1. — Grondslagen der rekenkunde.

Wanneer de spanning van een batterij 4 V is dan beteekent dat, dat zij het viervoud is van een eenheid van spanning de Volt. Het getal vier geeft dus in wozen een verhouding aan. Zoo'n getal heeft geen afmetingen (lengte — tijd of massa) het is zoogezegd *dimensieloos*.

De getallen 1, 2, 3... enz., noemen we de rij der natuurlijke getallen.

We kunnen de getallen op de eerste plaats indeelen in *positieve* en *negatieve* getallen; de negatieve getallen worden gesymboliseerd door -1, -2, -3, -4 enz.

Op de tweede plaats in *rationeële* getallen, die kunnen geschreven worden onder den vorm van een breuk en *irrationeële* getallen, die niet kunnen geschreven worden als een breuk.

Al de voornoemde getallen vormen de reeks der *reële* getallen.

Behalve van deze reële getallen, maakt men in de Radiotechniek veelvuldig gebruik van *irreële* of *imaginaire* getallen, daar ze het behandelen van wisselstroomproblemen buitengewoon vergemakkelijken.

De vierkantswortel uit 4 is +2 en -2 omdat zoowel +2 als -2 in het kwadraat verheven 4 oplevert. Maar

wat is  $\sqrt{-4}$ ? Er bestaat geen enkel getal, dat tot de tweede macht verheven -4 oplevert.  $\sqrt{-4}$  is dus een *irreëel* getal, maar we kunnen schrijven

$$\sqrt{-4} = \sqrt{4} \sqrt{-1} = 2 \sqrt{-1}$$

Voor  $\sqrt{-1}$  zullen wij nu *per afspraak* steeds schrijven *j* zoodat we hebben:

$$\sqrt{-4} = 2j$$

Bestaat een getal uit een som of verschil van een reëel getal en een irreëel getal, dan spreken we van

*complexe* getallen ( $5 + \sqrt{-3}$ ) is een complex-getal; het bestaat uit een reëel gedeelte 5 en een irreëel deel

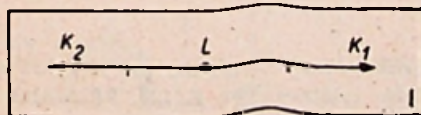
$\sqrt{-3}$ ; het kan per afspraak geschreven worden onder

den vorm  $5 + j\sqrt{3}$ .

Gebruik van letters in plaats van getallen:

In de wiskunde en hare toepassingen komt het dikwijls voor dat men een rekenvoorschrift of een wet wil aangeven. Zulke wetten kunnen uitgesproken worden in woorden; maar dat is vaak omslachtig; in natuurlijke gevallen gaat dat ook niet, want dat wijst op een speciaal geval, alleen waar voor die getallen.

Een voorbeeld:



$$\frac{5}{4} + \frac{3}{5} = \frac{25 + 12}{20} = \frac{37}{20}$$

We hebben hier, door een voorbeeld, en in een speciaal geval uitgedrukt, dat om twee breuken samen te stellen... enz. Maar dat is algemeen waar, voor gelijk welke breuken en getallen. Om die algemeenheid uit te drukken, doen we dat in letters

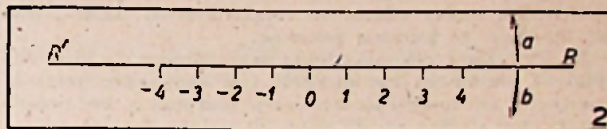
$$\frac{a}{b} + \frac{c}{d} = \frac{ad + bc}{bd}$$

Die « betrekking » is waar welke ook de waarden zijn van a, b, c en d. En is deze schrijfwijze niet heel wat korter dan de heele regel in woorden uit te drukken? Daarenboven is dat voor een Amerikaan zoowel als voor een Chinees begrijpelijk! Wordt gij er U nog niet van bewust, dat de wiskunde er inderdaad is om de zaak te vergemakkelijken, en niet om de zaken ingewikkelder te maken, zooals ook gij misschien tot hiertoe dacht?

B) GRAFISCHE OEFENINGEN.

Par. 1. — Grafische voorstelling van getallen.

Wanneer op een lichaam twee krachten werken even groot, bijv. 2 Kg, maar tegengesteld gericht, kunnen we dit verduidelijken door de volgende teekening (fig. 1), waarin  $LK_1 = LK_2$  en de maat aangeven van de kracht. Om verder de tegengesteldheid der krachten vast te leggen, zeggen we dat de eene kracht *positief* is, de andere *negatief*.  $LK_1 = + 2KG$ ;  $LK_2 = 2KG$ . Hierop voort-



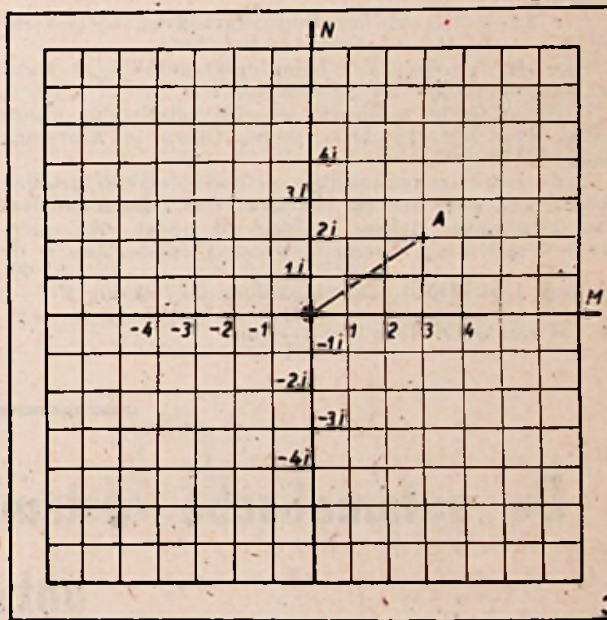
gaande kunnen we dan de rij der natuurlijke getallen vastleggen op een rechte lijn, waarop alle positieve getallen afgezet zijn rechts van een zoogezegde oorsprong 0, de negatieve links (fig. 2).

Ook alle breuken kunnen natuurlijk op zulke lijn worden afgezet.

En de imaginaire getallen?

Wel, die zullen we voorstellen op een lijn loodrecht op de lijn der reële getallen en gaande door den oorsprong, en ziehier waarom:

$$2 \times j \times j = 2 \sqrt{-1} \times \sqrt{-1} = -2$$



Tweemaal achtereenvolgens een getal met *j* vermenigvuldigend ga ik dus van een positief getal over naar zijn tegengestelde of negatieve waarde; maar het getal +2 zou ik ook op -2 kunnen laten vallen door 0 R om 0 over 180° te draaien; een wenteling van 180° komt m.a.w. overeen met een vermenigvuldiging van  $j \times j$  of  $j^2$ . 't Is dus normaal een vermenigvuldiging met *j* te doen overeenstemmen met een wenteling van 90°. In welken zin? Dat moeten we samen afspreken. We maken daarom onderling akkoord een wenteling in den zin van pijl a (fig. 2) als positief te beschouwen, in den zin van pijl b als negatief. Vermenigvuldigen met -*j* beteekent dus wenteling van 90° in den zin van pijl b. Positieve imaginaire getallen zullen dus worden afgezet op de loodlijn boven 0, negatieve imaginaire getallen onder 0 (zie fig. 3).

Een complex getal bijv.  $3 + 2j$  zal dan worden voorgesteld door een lijn *sysment* 0 A, zoo, dat de projectie op de reële as is 3 en de projectie op de vertikale as is 2 *j*.

Reële getallen en imaginaire getallen zijn dus slechts speciale vormen van complexe getallen. Een reëel getal kan aanzien worden als een complex getal waarvan het imaginaire deel nul is, bij een imaginair getal is het reële deel nul.



A) WISKUNDIGE WERKWIJZEN.

Par. II. — *Grondbeginselen der Algebra.*

De Rekenkunde is de leer der getallen. Maar in de techniek en de natuurkunde hebben we niet te doen met zuivere getallen maar grootheden (bijv. lading, spanning, kracht, arbeid, enz.), die kunnen gemeten worden in lengte — tijd — en massa eenheden, die dus « *dimensies* » bezitten. Zoowel voor de getallen als voor die grootheden, werden eenheden vastgelegd, die tot doel hebben de waarde van verschillende getallen of grootheden onder elkaar te vergelijken of, m.a.w. met die waarden te kunnen rekenen.

De leer dezer rekenmethode heet *Algebra*. Is bijv. een getal of grootheid het dubbele van een ander getal of grootheid, en duiden we het eerste aan met *a*, het tweede met *b*, dan stellen we dit voor als volgt :

$$a = b + b \quad \text{of} \quad a = 2b$$

We hebben te doen met een zg. *vergelijking*. De leer der algebra is in engeren zin de leer der *vergelijkingen*.

Deze vergelijkingen kunnen weer onderverdeeld worden in twee groepen, namelijk : *identische vergelijkingen of identiteiten* en eenvoudige *bepalings vergelijkingen*

$$a + b \neq b + a \quad \frac{a}{b} \neq \frac{2a}{2b}$$

zijn identiteiten, zij zijn waar voor gelijk welke waarde der getallen ; we duiden dit aan door een driedubbel teeken  $\neq$ .

$x = 2x + 3$  is een *bepalingsvergelijking*, zij laat ons toe de waarde der onbekende te *bepalen*.

Voor de oplossing der *bepalingsvergelijkingen* staan ons twee methodes ter beschikking :

1° de *grafische methode*, waarbij getallen of grootheden door lijnsegmenten, rechte lijnen of krommen voorgesteld worden ;

2° de zuiver rekenkundige methode, waarbij getallen of grootheden als zuivere rekenwaarden worden aanzien. Een bijzondere stelling, vastgelegd onder den vorm eener vergelijking, noemen we een *formule*. Zoo is de

wet van COULOMB vastgelegd door de *formule*  $P = \frac{991}{r^2} E$ ,  
de wet van OHM door  $I = \frac{E}{R}$  enz.

B) Par. II. — *Grafische voorstelling van vergelijkingen.*

In de vergelijking  $y = 2x + 2$  hangt de waarde van *y* af van de waarde van *x* ; voor  $x = 1$   $y = 4$ , voor  $x = 2$   $y = 6$  enz. Om nu een klare kijk te krijgen op de onderlinge afhankelijkheid van *x* en *y*, zouden we de verschillende overeenkomende waarden in rijen kunnen rangschikken :

$$\begin{array}{cccccccc} \text{Voor } x = & 1 & 2 & 3 & 4 & \dots & 0 & -1 & -2 & -3 & -4 & \dots \\ \text{wordt } y = & 4 & 6 & 8 & 10 & \dots & +2 & 0 & -2 & -4 & -6 & \dots \end{array}$$

Dit geeft reeds een zekere kijk op het verloop en kan in vele gevallen zeer dienstig zijn, vooral daar waar de grafische voorstelling ons geen juiste aflezing toelaat.

Een veel klaardere kijk op het *verband* tusschen *x* en *y* bekomen we met een grafische voorstelling. Hoe wij zoo n grafische voorstelling bekomen ? !

Raadpleeg daartoe uw handboek voor Algebra ((A.) Hfd. III, blz. 49-55. Hfd. XII, blz. 239-243 tot aan nr. 326, niet inbegrepen Hfd. XIV, nr. 339, voorbeelden van grafische voorstellingen I en II, Hfd. IV, blz. 330, voorbeeld I en II.)

OEFENINGEN.

1° Beeldt de volgende complexe getallen af :

$$3 + 2j \quad -5 + 3j \quad +4 - j \quad -5 - 5j$$

2° (Uit te voeren op gemilimeterd papier en in één-zelfde assenkruis.) Maakt de grafische voorstelling der volgende vergelijkingen :

$$\begin{array}{l} y = 2x + 2 \\ y = -2x + 2 \\ y = 2x - 2 \\ y = -2x - 2 \\ y = -2x + 2 \end{array}$$

3° Idem voor  $y = 2x^2$   
 $y = -2x$

4° Idem voor  $y = \frac{5}{x}$ ,  $y = \frac{-5}{x}$  ;  $y = \frac{3}{x}$ ,  $y = \frac{-3}{x}$

5° Idem voor  $y = 2x$   $y = 3x$

# De automatische afstemming van Superheterodyne ontvangers

Voorgedragen door P. DEROOVER in het Seminarie van het Nationaal Radio en Film Instituut, onder leiding van E.J.I.M. PALMANS.

I. — Inleiding.

Wanneer een ontvanger afgestemd wordt op een bepaalden zender kan men de nauwkeurige afstemming vinden met behulp van een afstemindicator ; b.v. een milliamperemeter in een kring, beïnvloed door de automatische sterkte-regeling ; of een neonbuis in een gepaste schakeling ofwel door een modern afstemkruis. Doch bij al deze systemen is men verplicht den indicator gade te slaan gedurende de afstemming.

Welnu de automatische afstemming bewerkt, dat een kleine verstemming bij het regelen van den ontvanger automatisch gereduceerd wordt. Het is dus noodig het frequentieverschil dat

bestaat tusschen een sein en de eigen frequentie van een trillingskring om te zetten in een frequentievariatie  $\Delta f$  van den trillingskring, zoodat de oorspronkelijke  $\Delta f$  gereduceerd wordt, t.t.z. de zelfinductiespoel *L* of de afstemcondensator *C* moeten gewijzigd worden.

Bij de automatische afstemming wordt  $\Delta f$  eerst omgezet in een spanningsvariatie  $\Delta V$  door een « discriminator ». Dit toestel moet echter het onderscheid kunnen maken tusschen een frequentie-afwijking boven of onder de eigen frequentie van een kring.

Daarna wordt de  $\Delta V$  gebruikt om de *L* of *C* van een kring te wijzigen. Twee oplossingen liggen voor de hand : 1) langs mechanischen weg de oorspronkelijke verstemming verminderen ;



2) door een uitsluitend elektrische methode  $\Delta f$  verkleinen; Alleen deze laatste werkwijze zullen wij nader toelichten.

**II. — De electronenbuis als veranderlijke weerstand, zelfinductie of condensator.**

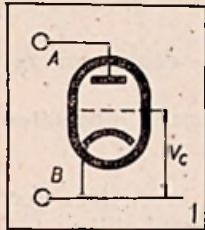
**A. — Als veranderlijke weerstand.**

Men weet, dat een lamp een inwendige weerstand  $\rho$  heeft  $\rho = \frac{\mu}{S}$

$\mu$  = versterkingsfactor,  
 $S$  = steilheid.

De steilheid  $S$  is afhankelijk, binnen zekere grenzen van de roosterspanning.

Bij gewone buizen is deze afhankelijkheid nagenoeg lineair over een zeker bereik der roosterspanning, m.a.w. de kromme ( $i_a$  v<sub>r</sub>) heeft een kwadratisch verloop.



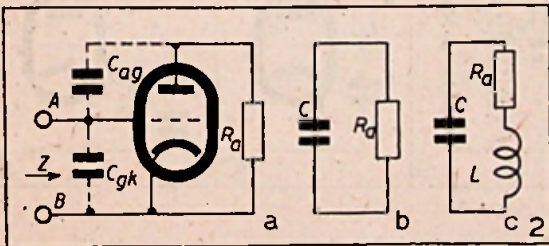
Dit is noodzakelijk, indien men een even grote variatie  $\Delta f$  wil verkrijgen voor positieve of negatieve polarisatieveranderingen.

Wat  $\mu$  betreft, deze blijft betrekkelijk constant binnen het beschouwde gebied.

Een eerste voor de hand liggende schakeling is die van fig. 1. Het is duidelijk dat de impedantie tusschen A en B equivalent is met de parallelschakeling van  $\rho$  en van de plaat-rooster en plaat-kathode capaciteit.

Doch deze capaciteit is constant en men kan er dus rekening mede houden.

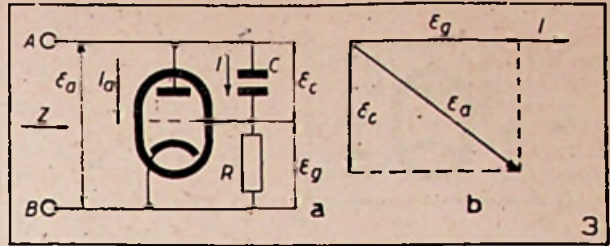
In de fig. 1 is  $V_c$  de controlespanning.



**B. — Als veranderlijke condensator.**

1° Een eerste mogelijkheid ligt in het « Miller effect » (verandering der ingangs-impedantie van een lamp bij verandering der versterking). Zie fig. 2a.

Voor de waarde van ingangs-impedantie  $Z$  kunnen we — dit zullen we later in het aanhangsel zien — schrijven:  $Z = C_{gk} + C_{ag} (1 + V)$  waarin  $V$  de versterking voorstelt van den trap. Deze waarde is slechts een benaderende waarde, namelijk voor zoover  $R_a$  zuiver resistief is en  $\rho > R_a$ . In feite staat over  $R_a$  steeds de capaciteit  $C_{n2}$



plus die van den weerstand en van de bedrading.  $R_n$  is dus equivalent met een schakeling als fig. 2b.

Om den invloed van  $C$  min of meer te compenseren kan men een zelfinductiespoel  $L$  in serie met  $R_n$  plaatsen; aldus kan men  $R_n$  zuiver resistief maken over een groot frequentiebereik; (fig. 2c).

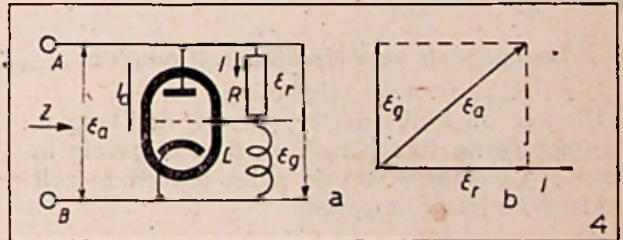
Een meer nauwkeurige uitdrukking voor  $Z$  wordt gegeven door (zie aanhangsel)

$$\frac{1}{Z} = G = j\omega C_{gn} \frac{1 + SR_n}{1 + R_n^2 \omega^2 C_{gn}^2} + \frac{V}{R_n} \frac{1}{1 + \frac{1}{R_n^2 \omega^2 C_{gn}^2}}$$

zoodat  $Z$  dus feitelijk equivalent is met de parallelschakeling van een weerstand  $R_n$  en een capaciteit  $C_n$  die gemakkelijk uit vorige uitdrukking af te leiden zijn.

2° Het ligt voor de hand dat een schakeling als in fig. 3a een ingangsimpedantie heeft, die een capaciteif karakter heeft.

Het bijgevoegd vector diagram fig. 3b kan men gemakkelijk afleiden. Inderdaad, stroom  $I$ ,



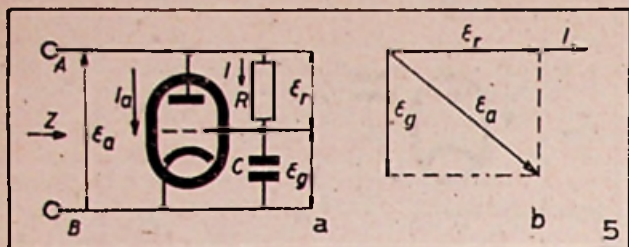
die door de serieschakeling van  $C$  en  $R$  vloeit, verwekt een spanning  $E_c$ , die  $90^\circ$  naeft op  $I$  en een spanning  $E_r$  die ermee in phase is. De som van beide =  $E_a$ . Nu is  $I_a$  in phase met  $E_g$  op op voorwaarde dat  $\frac{E_a}{\mu}$  klein zij t.o.v.  $E_g$ . Dus

moet  $\mu$  zeer groot zijn, wat het geval is bij H. F.-pentodes. Met deze buizen hebben we tevens het voordeel, dat  $\rho$  zeer groot is, hetgeen de demping in den betreffenden kring tevens zal reduceeren.

Aangezien  $I_a$  voorijlt op  $E_a$ , gedraagt de lamp zich als een capaciteive impedantie. De waarde der aldus gevormde capaciteit bedraagt ongeveer  $C' = RSC$ .

Uit het vectordiagram blijkt verder dat  $E_c$  zoo groot mogelijk moet zijn, opdat de phase verschuiving tusschen  $I_a$  en  $E_a$  zoo weinig mogelijk verschilt van  $90^\circ$ . Zooniet ontstaat er een bijkomende demping in den oscillatorkring. Dus moet

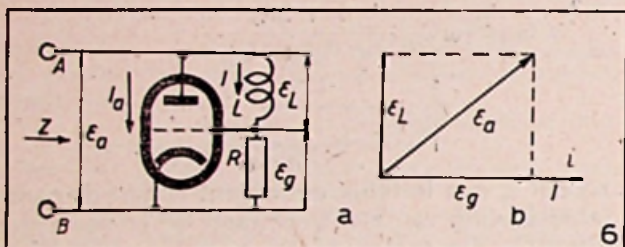




$$R < \frac{1}{\omega C}$$

Bijgevolg zal de aldus bekomen capaciteitsverandering slechts gering zijn, tenzij men R groot neemt. We zullen onmiddellijk zien, dat dit niet steeds mogelijk is.

De schakeling van fig. 4a kan ook gebruikt worden. Uit het vectordiagram van fig. 4b blijkt, dat  $E_r$  dus ook  $I_a$  voorloopt op  $E_a$ . Bijgevolg ge-



draagt de lamp zich als een capaciteit waarvan de waarde bij benadering gegeven wordt door

$$C' = \frac{S}{R} L.$$

Hier moet  $E_r$  zoo groot mogelijk zijn, dus  $\omega L < R$ .

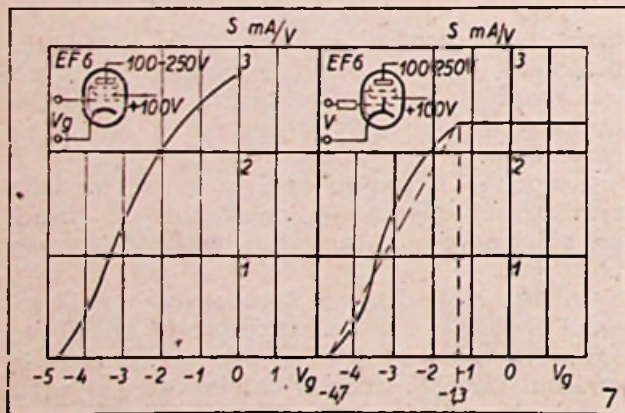
### 3° De lamp als veranderlijke zelfinductie.

Zie fig. 5a voor de schakeling.

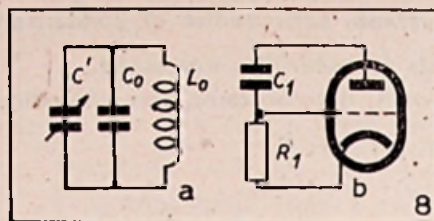
Uit fig. 5b blijkt dat  $E_r$ , dus  $I_a$ , naijlt op  $E_a$ . De impedantie tusschen A en B is bijgevolg inductief. De waarde van de aldus gevormde zelfinductie bedraagt ongeveer

$$L' = \frac{RC}{S}$$

Hier moet  $R > \frac{1}{\omega C}$ . Voor nauwkeurige bepaling van R zie « demping op den oscillatorkring ».



Men kan ook een schakeling gebruiken als in fig. 6a. Uit het vectordiagram van fig. 6b volgt dat de ingangsimpedantie inductief is. De benaderde waarde der schijnbare zelfinductie is



$$L' = \frac{L}{RS}$$

De voorwaarde is hier  $E_r > E_g$ .

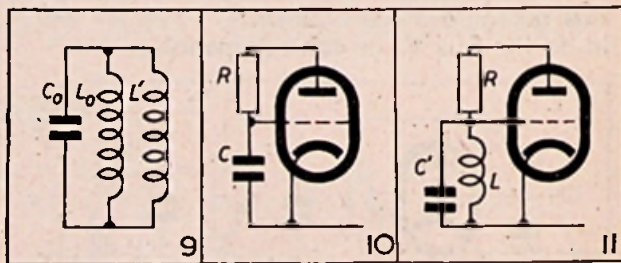
De afleiding van al deze formules wordt verder in een aanhangsel uitgevoerd. Hierbij werd de uit-

drukking  $1 + \frac{R}{\rho}$  daar waar ze voorkomt gelijk

aan 1 gesteld hetgeen toegelaten is, als men aanneemt dat  $R < \rho$ .

Men ziet, dat in al deze formules de schijnbare R, L of C afhankelijk is van S, recht of omgekeerd evenredig. Bijgevolg moet S in een lineair verband staan met de stuurspanning. Bij sommige pentodes met vaste steilheid kan een dergelijk gebied in de rooster spanningen gevonden worden. Zie bijv. fig. 7a. Een gunstiger kromme wordt verkregen door een hooge weerstand in den roosterkring te schakelen (fig. 7b).

Nu we alle mogelijke schakelingen besproken hebben zullen we nagaan, welke voor de practijk het meest geschikt is.



Het is duidelijk, dat we de keuze hebben tusschen een variatie van L of C.

We zullen eerst de verandering van C nagaan. Uit de formule van THOMSON volgt dat

$$\frac{df}{dC} = - \frac{f}{2C} \quad (1)$$

In fig. 8a is  $C_0$  de afstemcondensator en  $L_0$  de zelfinductie van de spoel.  $C'$  is de capaciteitsverandering verwekt door het controle-element.

$C'$  is een zekere functie van S,  $R_1$  en  $C_1$  en wel  $C' = f(S, R_1, C_1)$  (2) (zie fig. 8b).



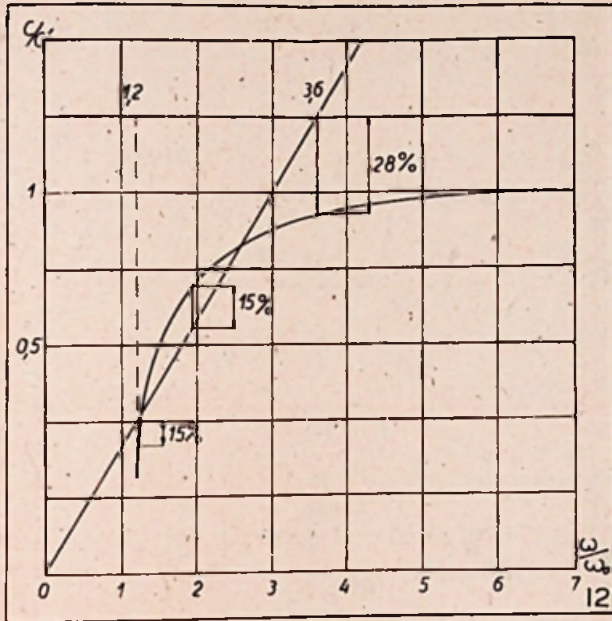
Uit (1) berekent men :

$$df = -\frac{f}{2C} dC$$

en  $dC = C' = f(S, R, C_1)$ . Dus :

$$df = -\frac{f}{2C} f(S; R_1; C_1)$$

Maar C is ook veranderlijk. Tusschen C en f bestaat het verband



$$C = \frac{1}{4\pi^2 f^2 L_0}$$

dus :

$$df = -\frac{f \times 4\pi^2 f^2 L_0}{2} dC = -2\pi^2 f^3 L_0 dC \quad (3)$$

Uit (3) volgt dat de frequentieafwijking df sterk afhankelijk is van de werkfrequentie. De regularisatie van df zal dus tamelijk moeilijk zijn.

Nemen we nu het geval waar  $L_0$  gewijzigd wordt door een bijkomende  $L'$  die afhankelijk is van de steilheid der controlebuis (fig. 9).

Nu is :

$$\frac{df}{dL} = -\frac{f}{2L_0} \quad (4)$$

$$\frac{1}{L} = \frac{1}{L_0} + \frac{1}{L'}; L = \frac{L_0 L'}{L_0 + L'} = L_0 \frac{L'}{L_0 + L'}$$

De afwijking in zelfinductie van de waarde  $L_0$  bedraagt :  $dL = L - L_0$ .

$$\frac{dL}{L_0} = \frac{L}{L_0} - 1 = \frac{L'}{L_0 + L'} - 1 = \frac{L' - L_0 - L'}{L_0 + L'}$$

$$dL = -\frac{L_0^2}{L_0 + L'}$$

Aangezien nu  $L' > L_0$  is

$$dL = -\frac{L_0^2}{L'} \quad (5)$$

Uit (4) en (5)

$$df = -\frac{f}{2L_0} dL = \frac{f}{2L_0} \times \frac{L_0^2}{L'} = \frac{f}{2} \frac{L_0}{L'} \quad (6)$$

Uit (6) volgt, dat df slechts rechtstreeks evenredig is met f. De noodige compensatie om df min of meer constant te houden over een breede frequentieband zal nu gemakkelijker geschieden. Daarom wordt meestal de voorkeur gegeven aan een verandering van  $L_0$ .

Vroeger werd  $L'$  berekend :

$$L' = \frac{CR}{S}$$

(6) wordt nu :

$$df = \frac{f}{2} \cdot \frac{L_0}{CR} \cdot S \quad (7)$$

Wenschen we nu df onafhankelijk te maken van f dan moet C of R evenredig met de frequentie aangroeien (fig. 10). Dit kan mechanisch gebeuren door b.v. een veranderlijke R of C met de as van den afstemcondensator te koppelen. We zullen echter een paar methodes bespreken, waardoor het mogelijk wordt deze verandering langs electrischen weg te bekomen.

A) Een zekere benadering wordt verkregen door in plaats van een condensator C (fig. 10) een parallelschakeling te gebruiken van  $C'$  en L (fig. 11).

We moeten de eigenfrequentie  $\omega_0$  van kring LC' zoo kiezen dat hij capaciteef werkt dus  $\omega_0 < \omega$ .

Immers de admittantie van een parallelkring is.

$$G = j\omega C' + \frac{1}{j\omega L} \quad (8)$$

aangezien  $\omega_0$  de eigen frequentie is van LC' wordt (8)

$$G = j\omega C' + \frac{\omega_0^2 C'}{j\omega} = j\omega C' [1 - \left(\frac{\omega_0}{\omega}\right)^2] \quad (9)$$

voor  $\omega_0 < \omega$  is G positief en gedraagt zich als een capaciteit.

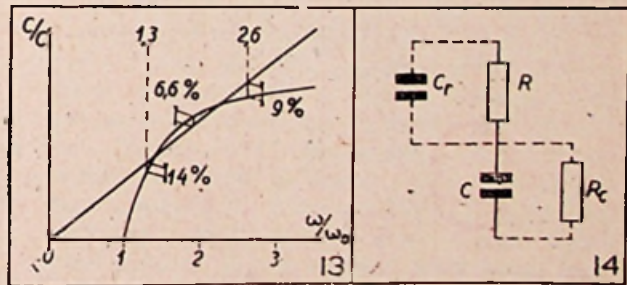


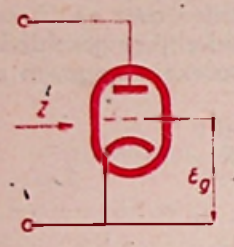
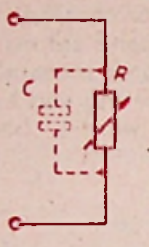
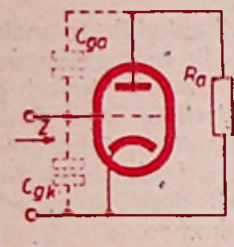
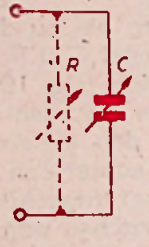
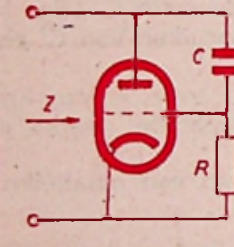

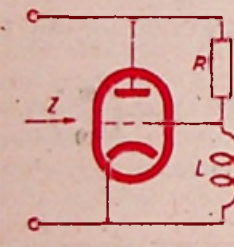
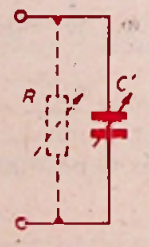
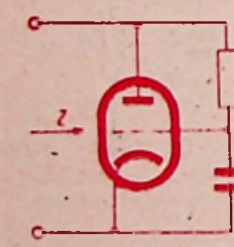
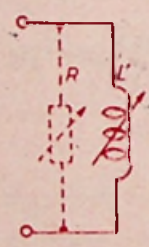
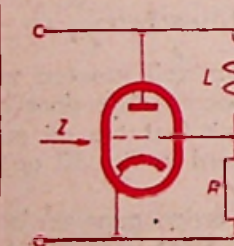
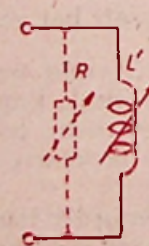
Fig. 12 geeft het verband tusschen  $\frac{C}{C'}$  en  $\frac{\omega_0}{\omega}$ .

Aangezien C recht evenredig zou moeten zijn met f is de ideale kromme een rechte door het nulpunt. Een nader onderzoek laat toe de gunstige lijn te teekenen. Ze werd in fig. 12 opgenomen.

De procentueele fouten worden gegeven door de bijgevoegde getallen. Dit geldt voor een frequentievariatie 1/3 van den oscillatorkring, wat



**Samenvattende Tabel**

Schakeling	Ingans-impedantie	Benaderde waarde	Nauwkeurige waarde der admittantie
		$R = \frac{\mu}{S}$	$G = \frac{1}{Z} = \frac{1}{R} + j\omega C$
		$C = C_{gk} + C_{ga} (1 + SR_a)$	$G = j\omega C_{gk} \frac{1 + SR_a}{1 + R_a^2 \omega^2 C_{gk}^2} + \frac{1}{R_a} \frac{1 + SR_a}{1 + \frac{1}{R_a^2 \omega^2 C_{gk}^2}}$
		$C' = RSC$	$G = j\omega C \frac{1 + SR}{1 + R^2 \omega^2 C^2} + \frac{1}{R} \frac{1 + SR}{1 + \frac{1}{R^2 \omega^2 C^2}} + \frac{1}{R_1}$ N.B. — 1° In C is $C_{gk}$ begrepen. 2° $C_{\mu k}$ is verwaarloosd.
		$C' = \frac{SL}{R}$	$G = j\omega L \times \frac{SR - 1}{R^2 + \omega^2 L^2} + \frac{\omega^2 L^2 S + R}{R^2 + \omega^2 L^2} + \frac{1}{R_1}$
		$L' = \frac{RC}{S}$	$G = \frac{S}{1 + j\omega CR} + \frac{1}{R + \frac{1}{j\omega C}} + \frac{1}{R_1}$
		$L' = \frac{L}{RS}$	$G = -j\omega L \frac{RS + 1}{R^2 + \omega^2 L^2} + \frac{1}{R} \frac{RS + 1}{R^2 + \omega^2 L^2} + \frac{1}{R_1}$



het geval is bij een M.F. van  $\pm 100$  kHz. Voor een frequentieverhouding 1/2 (b.v. M.F. van 450 kHz) geldt fig. 13.

Er dient bijgevoegd dat de eigen frequentie van LC' en factor 1,2 kleiner is dan de laagste frequentie van den oscillator indien de verhouding 1/3 is. Bij de verhouding 1/2 was die factor 1,3.

#### Invloed op de demping van een oscillatorkring.

Deze demping is veroorzaakt door de ohmsche componenten van den anodestroom der regellamp, waarmede nog andere weerstanden parallel liggen.

Eerst en vooral komt in aanmerking de wisselstroomweerstand der lamp zelf. Nochtans bij gebruik van een periode met  $\rho > 1$  of  $2 M\Omega$  is deze demping te verwaarloozen. De andere schadelijke weerstand is veroorzaakt door het feit, dat de faseverschuiving tusschen  $I_a$  en  $C_a < 90^\circ$ .

De gebruikte schakeling kan voorgesteld worden door fig. 3a of 5a. Nemen we b.v. 5a waarbij we voegen: 1) de condensatorcapaciteit  $C_r$ , de capaciteit van den weerstand, capaciteit der lamp, enz...

$C_r$  is zelden kleiner dan een tiental pF. Dus moet  $R < \frac{1}{\omega C_r}$ ;

2) De weerstand  $R_r$ , de isolatieweerstand van C van de lamp, enz. du  $\frac{1}{\omega C} < R_r$ . Aldus bekomt men fig. 14.

We hebben dus parallel op den trillingskring hoofdzakelijk de serieschakeling R en C of praktisch van R, daar C groot is (ten minste in fig. 5a). De stroom die daardoor vloeit is weliswaar sterk doch zeer constant over heel den frequentieband. Men kan er dus rekening mee houden. Om dezen stroom verder zoo constant mogelijk te houden moet  $\frac{1}{\omega C_r} > R$  zijn, dat beteekent, dat

voor een frequentie van 2000 kHz en  $C_r = 10$  pF  $R = 10 K\Omega$  kan genomen worden.

De practijk toont aan dat R 5 tot 10 maal grooter dan  $\frac{1}{\omega C_r}$  moet zijn.

Bij al deze dempingsoorzaken komt nog weerstand  $R_n$  die verandert met S (zie tabel).

## TELEVISIE-CURSUS

door R. DEVILLEZ

**Andere onderzoekingen.** — Ondanks de mislukking van Nipkow werden de opsporingen door andere onderzoekers met veel geduld voortgezet. Men heeft eerst gedacht dat de Nipkowschijf het nadeel zou vertoonen eener onvoldoende belichting van de seleniumcel, daar met dit stelsel de geheele hoeveelheid licht van het doorschijnende beeld op elk oogenblik slechts voor 1/1200<sup>e</sup> door de cel gebruikt wordt in de veronderstelling dat het om een wit, dus lichtgevend, punt gaat. Om dit lichtverlies tegen te gaan werd door de Duitscher L. WEILLER — in 1889 — voorgesteld het beeld af te tasten met een zeer sterken lichtbundel die door een condenseerende lens (fig. 6) op kleine spiegeltjes geprojecteerde die rondom een draaiende schijf gemonteerd werden met een verschillende helling zoodat de teruggekaatste lichtstraal op het uit te zenden beeld een lijn beschrijft die achtereenvolgens de verschillende gewenschte posities van boven naar beneden op het beeld beschrijft.

**De Kerr-cel.** — In 1890 — werd door SUTTON voorgesteld aan de ontvangzijde de inrichting van Faraday te vervangen door een cel uitgedacht in 1875 door de Duitscher KERR.

Deze had vastgesteld dat gepolariseerd licht gedraaid wordt door een electrostatisch veld. Indien men de spoel van fig. 3 dus vervangt door twee metalen platen die samen een condensator vormen en door het gepolariseerende licht van de eerste Nicol tusschen de platen heen te voe-

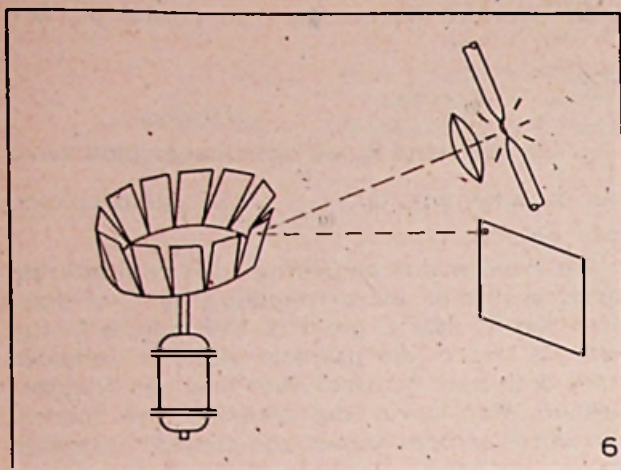
ren, verkrijgt men hetzelfde resultaat. De nadeelen van dit stelsel zijn als volgt: De ontvangen stroom moet een spanningsval verwekken over een weerstand en de constructie van de Kerr-cel is vrij moeilijk; daartegenover staat dat de reactantie van de electromagneet vermeden wordt. Deze verwekt trouwens een faseverschuiving van den stroom waardoor inertieverschijnselen kunnen ontstaan.

**De lenzenschijf.** — In 1891 werd door de Franschman BRILLOUIN de Nipkowschijf vervangen door een gelijkaardige schijf waarvan de gaten evenveel kleine lenzen bevatten waarvan de optische assen ten opzichte van elkaar hellen, zoodat de er doorheenkomende lichtstralen die op het beeld geconcentreerd worden elk een lijn beschrijven op de geschikte plaats. Deze inrichting evenals die van Weiller biedt het voordeel dat het in den zender beschikbare licht beter gebruikt wordt.

Al deze inrichtingen bleven steeds ontwerpen tengevolge van de inertie van het selenium. Ondertusschen werd de aandacht der zoekers geconcentreerd op het veel gemakkelijker probleem der transmissie van vaste beelden als schilderijen, fotos enz.

**Foto-telegraphie.** — Reeds in 1843 beschreef BAIN een inrichting voor fototelegrafie waarin het beeld ontleed werd met behulp van een slinger. In 1855 werd door de Italiaan CASELLI een





dergelijk stelsel beschreven dat verwezenlijkt werd in 1863 voor de transmissie van beelden tusschen Parijs en Lyon. In 1870 werd door de Portugees PAIVA een beeld geprojecteerd op een seleniumplaat. Dit beeld werd van de plaat afgenomen onder den vorm van stroomen door een metalen punt die over het beeld heenschuift.

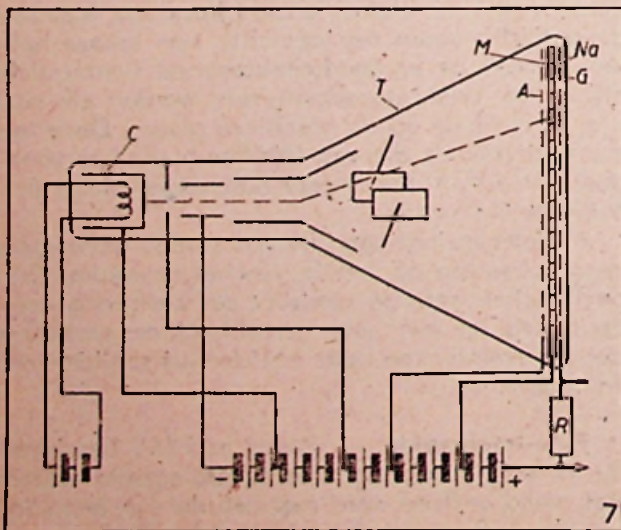
In 1902 verkreeg de Duitscher VON BRONKE een octrooi voor de uitzending van gekleurde beelden, terwijl in 1904 ARTHUR KORN transmissieproeven met beelden begon.

In 1906 wordt door de Franschen RIGNOUX en FOURNIER een contacttafel gebruikt voor het afnemen der stroomen van talrijke seleniumcellen.

Hetzelfde jaar stelt de Duitscher FRIEDRICH LUX voor gelijktijdig al de punten van het beeld uit te zenden door modulatie van wisselstroomen met verschillende frequenties met den stroom geproduceerd door elk punt.

**De foto-electrische cel.** — Men heeft nochtans de uitvinding van de foto-electrische cel moeten afwachten, die gedaan werd in 1893 door de Amerikanen ELSTER en GEITEL om van de televisie iets te kunnen maken. Maar welke lange weg was hierbij nog af te leggen.

**Trillende spiegels.** — Vanaf het jaar 1894 begon de Engelschman C. FRANCIS JENKINS zijn



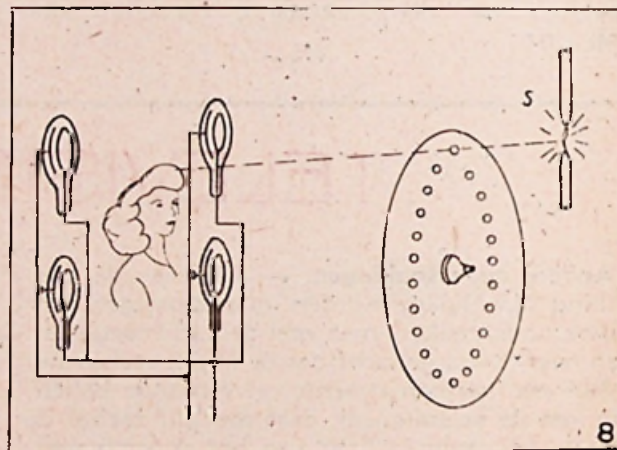
opsporingen op het gebied van televisie.

In 1897 werd door de Hongaar JAN SZCZEPANIK een telectroscop gevonden waarin het beeld ontleed werd door trillende spiegels waarvan de ééne een geconcentreerde lichtstraal horizontaal doet uitwijken terwijl door een tweede spiegel het beeld langzamer van boven naar onder wordt afgetast. Deze methode werd later toegepast in de laboratoria van de R.C.A. in Amerika, door den Zweed ALEXANDERSON.

**De Braunsche buis.** — In hetzelfde jaar vindt de Duitscher FERDINAND BRAUN de merkwaardige kathodestraalbuis uit die later een groote ommekeer in de televisietechniek zal brengen om ze op te voeren tot den hoogen stand van volmaaktheid die thans bereikt werd.

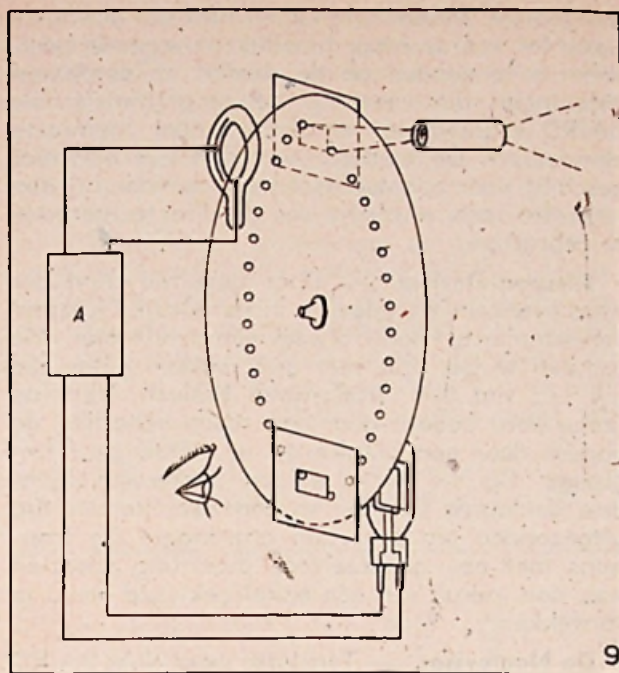
In 1902 verbeterd de Duitscher W. SCHMIDT de Kerr-cel door de vloeistof welke er oorspronkelijk in gebruikt werd te vervangen door nitrobenzol.

Het is pas in 1907 dat de Duitscher ROSENTHAL er toe kwam de foto-electrische cel te gebruiken voor de fototelegrafie.



**Eerste kathodestraal iconoscopen.** — Nochtans hebben al de tot dusver besproken televisiesystemen het groote nadeel dat het beeld slechts ontleed wordt in een betrekkelijk gering aantal punten (men heeft bijna nooit de 1200 punten van Nipkow overschreden); dit heeft het nadeel dat men zoo iets bekommt als een vrij grove mozaiek. Vergeleken met de millioenen puntjes waaruit ons netvlies is samengesteld hadden de 1200 punten van Nipkow werkelijk niet veel te beteekenen. Men moest er echter nog gedurende een vrij lange tijd mede tevreden zijn. Om het aantal gaten of lenzen in de draaiende schijven of het aantal spiegels van het Weillersch rad te verhoogen zou men hiervoor grootere diameters moeten gebruiken wat moeilijkheden zou opleveren tengevolge van de centrifugale kracht. Anderzijds stond de mechanische inertie van al deze systemen vooral met de trillende spiegels een verhooging der snelheid in den weg. In 1907 beschreef ROSING een televisieontvanger waarin gebruik werd gemaakt van een Braunsche buis om, zooals in het octrooi vermeld werd, « de beeldontleding te verkrijgen met behulp van een





stelsel zonder inertie». Dit was slechts een halve oplossing van het probleem. Rond dezelfde tijd werd door professor MAX DIECKMAN van München een stelsel beschreven waarin aan de zenderzijde een vrij zonderlinge inrichting gebruikt werd die een elektronisch beeld vormde dat behoorlijk geprojecteerd en gedeflecteerd werd voor een gat in de anode en dat als ontvanger gebruik maakte van de Braunsche buis. We zullen later deze inrichting uitvoerig beschrijven, want vele jaren daarna werd ze door de Amerikanen FARNSWORTH toegepast.

**De ionisatie-iconoscoop.** — In 1908 werd door de Engelsche professor Sir CAMPBELL SWINTON voorgesteld de Braunsche buis zoowel aan de zender- als aan de ontvangzijde te gebruiken, maar hij gaf hierover geen bijzonderheden. In 1911, in een rede gehouden voor het Roentgen-genootschap waarvan hij als voorzitter pas gekozen werd, kwam hij daarop terug en gaf een beschrijving van den zender die reeds den naam van iconoscoop gegeven werd zooals dit apparaat thans nog altijd benoemd wordt. We willen hierbij wel even stilblijven, want later werd ditzelfde apparaat door WLADIMIR ZWORYKIN (Amerikaansch octrooi 1.691.324 van 1928) en REYNOLDS (Amerikaansch octrooi 1.780.364 van 1930) gebruikt die de eerste verwezenlijking van de kathodestraal-iconoscoop brachten.

De iconoscoop van CAMPBELL SWINTON was samengesteld (fig. 7) uit een Braunsche buis T welke gevuld was met uitgezuigd natriumdamp en waarin op kleine afstanden van elkaar een metalen rooster G en een mozaïek M geplaatst waren. Dit mozaïek bestond uit uiterst kleine rubidium kubussen. De buis bevatte vervolgens nog een roostervormige anode A. Het uit te zenden beeld wordt geprojecteerd op de rubidium-mozaïek, elke kleine kubus zendt dan een aantal electronen uit dat evenredig is met de belich-

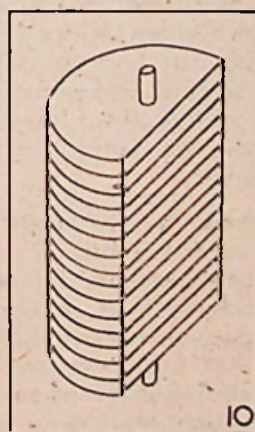
tingsstrekke waaraan de kubus onderworpen is. De natriumdamp wordt op die wijze min of meer geïoniseerd in de ruimte tusschen rooster G en rubidiummozaïek.

De kathodestraal, uitgezonden door de kathode C en aangetrokken door anode A, en die bovendien nog behoorlijk horizontaal en vertikaal gedeflecteerd wordt, tast de mozaïek af en ijlt vrij gemakkelijk door de geïoniseerde ruimte. De electronen bereiken rooster G en keeren terug naar de kathode C over een weerstand R en ze verwekken daar een varieerende spanningsval die gebruikt wordt voor het moduleeren van een draaggolf of na versterking voor het moduleeren der intensiteit van een Braunsche buis waarvan de straal synchroon gedeflecteerd wordt met die van den iconoscoop.

Jammer genoeg heeft Sir CAMPBELL SWINTON zich bepaald om de gebruiksmogelijkheid van de Braunsche buis voor de televisie aan te toonen zonder ze nochtans practisch te verwezenlijken. Eenerzijds is hij op zijn tijd vooruitgelopen terwijl hij anderzijds een voorsprong van verschillende jaren had kunnen bezorgen aan de ontwikkeling der televisie. De opsporingen zoowel op het gebied der fototelegrafie als op dat van de televisie werden ondertusschen voortgezet. In 1909 werd door de Duitscher ERNST RUHMER een contacttafel met 10.000 seleniumcellen gebouwd, terwijl ARTHUR KORN in 1911 beeldzendingen uit Turijn deed.

In 1919 bouwt M. SCHMIERER een ontvangscherm met neonlampen, en op 7 Juni 1923 gelukt het ARTHUR KORN de eerste radiotransmissie van een vast beeld te verwezenlijken van Europa naar Amerika.

**De telehor.** — Intusschen was de Hongaar VON MIHALY sinds 1919 opzoekingen begonnen over televisie en verwezenlijkte in 1923 zijn eerste zend- en ontvangcombinatie, nl. de telehor 1.

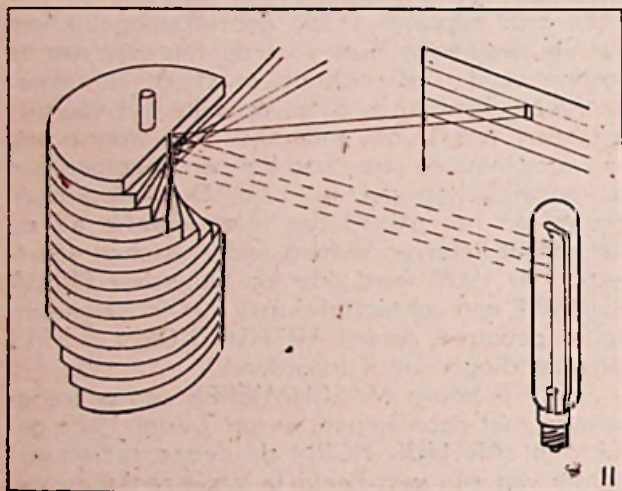


Dit apparaat was een getrouwe weergave, althans aan de zenderzijde van het apparaat van Nipkow met dit verschil dat de seleniumcel vanzelfsprekend vervangen werd door een foto-electrische cel. De ontvanger vertoonde vrij groote verschillen. De door de foto-electrische cel geleverde variabele stroomen werden over een



radiozender of langs draden naar een neonlamp, gevoerd waarvan ééne electrode een metalen plaat was van iet wat grootere afmetingen dan het te ontvangen beeld. Deze plaat wordt op elk oogenblik lichtgevend en de intensiteit is afhankelijk van de ontvangen stroomen. Bekijkt men nu een dergelijke plaat door een draaiende Nipkowschijf dan ziet men het uitgezonden beeld. Het synchronisatiesysteem zelf was in hoofdzaak hetzelfde als dat van NIPKOW en ook hier werd gebruik gemaakt van het fonisch rad van LACOUR.

In 1925, nadat A. KAROLUS de praktische verwezenlijking van de Kerr-cel verbeterd had, bouwde hij een televisieapparaat met een dergelijke cel in den ontvanger. Ook in dit jaar beginnen de opsporingen van den Schot JOHN LOGIE



BAIRD, die later de BAIRD TELEVISION COMPANY zou stichten, die thans nog geregeld beelduitzendingen van Londen verzekert. J. L. BAIRD maakt eveneens gebruik van de Nipkowschijf zowel voor den zender als voor den ontvanger, met een foto-electrische cel aan de zenderzijde en een neonlamp aan de ontvangzijde.

Daar hij echter zijn opsporingen concentreerde op de transmissie van levende beelden, terwijl VON MIHALY wegens economische en praktische oorzaken hoofdzakelijk films uitzond, bleek het weldra noodig de lenzenschijf van BRILLOUIN te gebruiken.

**Indirecte methode.** — De zender (fig. 8) bevatte een zeer sterke lichtbron S (booglamp) die een sterke lichtstraal op de hoogte der lenzen van een Brillouinschijf deed ontstaan. De door de lenzen geconcentreerde lichtstralen werden aldus over het beeld gevoerd dat men wil uitzenden. Was dit beeld een persoon dan bevond zich deze in een donkere kamer te midden van een reeks foto-electrische cellen.

Het door het beeld gereflecteerde licht werkt in op de foto-electrische cellen en aldus werden sterkere stroomen opgewekt dan bij al de vorige methodes. Men noemt dit de **indirecte methode**. Ze werd vooral toegepast door BAIRD, omdat er een veel minder groote versterking bij te pas kwam. Er waren echter andere nadelen waarvan

het gebruik der donkere kamer niet het geringste was. Het was daardoor moeilijk bewegende beelden uit te zenden en de dansen en acrobaten oefeningen die veelal op de programma's van BAIRD voorkwamen werden hierdoor tenminste bemoeilijkt. De methode was derhalve ook niet geschikt voor openluchtscènes, waarvoor hij dan tenslotte toch verplicht was de directe methode te gebruiken.

**Kleurentelevisie.** — Door dezelfde uitvinder werd eveneens de televisie in natuurlijke kleuren verwezenlijkt. Hierbij kwam een schijf met drie spiralen te pas, dus met drie reeksen gaten die elk  $1/3$  van den circelomtrek beslaan. De ééne reeks werd bedekt door een roode cellofilm, de andere door een blauwe en de derde door een groene. Op die wijze werden achtereenvolgens drie gekleurde beelden in een zeer korten tijd uitgezonden om over den ontvanger, die trouwens met een gelijkaardige inrichting voorzien was, den indruk van één enkel gekleurd beeld te verwekken.

**De Noctovisor.** — Tenslotte werd door BAIRD gebruik gemaakt van de bijzondere eigenschap van sommige foto-electrische cellen, nl. hunne gevoeligheid voor de infra-roode stralen die voor ons onzichtbaar zijn maar die gemakkelijk door den mist heen kunnen waargenomen worden, vanzelfsprekend met tusschenschakeling van de noodige apparaten. Dit apparaat bevat slechts één enkele schijf en twee vensters (fig. 9). Door het eerste venster ontvangt men het beeld dat belicht wordt door de infra-roode stralen, het tweede venster aan den onderkant geplaatst vóór een neonlamp, levert de beelden door dezelfde schijf. Met behulp van dit apparaat kan men dus door den mist heen het licht van een vuurtoren waarnemen indien deze infra-roode stralen uitzendt terzelfder tijd als zijn gewone lichtstralen. Men kan ook een beeld ontvangen dat in het duister slechts belicht wordt door onzichtbare infra-roode stralen (b.v. in den oorlog de vijandelijke stellingen) zonder dat de deelnemende personen er iets van merken.

**Geregelde uitzendingen.** — Met behulp van apparaten met Nipkowschijf werd door BAIRD geregeld een televisieprogramma uitgezonden over de twee Londensche omroepzenders. De ééne zender werd voor de beelden gebruikt en de andere voor de hoorbare begeleiding. Ik heb in 1928 het genoegen gehad deze uitzending zeer zuiver te ontvangen te Luik met behulp van een apparaat Tekade van Von Mihaly.

Op ditzelfde oogenblik werden uitzendingen gedaan van uit Berlijn met het stelsel van Von Mihaly, uit Rome, op korte golf over den Vaticaanzender, uit Parijs volgens het stelsel Barthélemy. Deze was één der eerste om de beeldscherpte te verbeteren door verhooging van het aantal beeldpunten. Hij verkreeg dit door het gebruik van verschillende draaiden die op verschillende snelheden draaiden, en die elkanders gaten periodisch bedekten en alleen die gaten vrijlieten welke noodig waren.



Door Barthélemy werd eveneens de televisie per telefoon verwezenlijkt. In de groote magazijnen LOUVRE te Parijs werden twee speciale telefooncabines opgericht van waaruit men met elkaar kon telefoneeren waarbij dan op een klein scherm het beeld van den partner verscheen. Dit stelsel werkte met doorboorde schijven.

In 1926 verkreeg de Engelsman C. FRANCIS JENKINS een octrooi voor de telekino. Hetzelfde jaar nam de Franschman BELIN, één der eerste verwezenlijkers van de telefotografie, samen met de Duitscher HOLWECK, een octrooi voor een televisiesysteem waarin gebruik werd gemaakt van twee trillende spiegels aan de zenderszijde en een kathodestraaloscillograaf aan de ontvangzijde.

In 1927 werd door de Hongaar VON OCKOLICSANYI voorgesteld het spiegelrad van WEIL-

LER te vervangen door een spiegelspiraal. Deze is samengesteld uit een stapel afgesneden spiegelschijven (fig. 10) waarvan de rechte snede zeer glad gepolijst wordt. Vervolgens doet men elke schijf over een zekere hoek ten opzichte van de vorige draaien waardoor men het apparaat van fig. 11 verkrijgt. Daarop wordt een verticale lichtgevende lijn geprojecteerd die wordt verkregen door een elektrische lamp met rechtlijnigen gloeidraad aan de zenderzijde en door een speciale neonlamp in den ontvanger. Elke gepolijste snede reflecteert dan de kleine lichtband die ze ontvangt tot op het uit te zenden beeld of op het scherm van den ontvanger. Indien men nu het spiegelstelsel doet draaien om een vertikale as dan worden achtereenvolgens horizontale lijnen van het beeld beschreven.

## Waarom nog geen Televisie in België

Door R. DEVILLEZ

Indien ik tijdens een gesprek toevallig mijn functie als leeraar in de Televisie vermeld, dan wordt me altijd op de ééne of andere wijze, verschillend volgens mijn partner, gevraagd waarom wij hier in België nog geen Televisie hebben.

De éénen die van de zaak weinig op de hoogte zijn beweren wel eens dat de televisie nog steeds een laboratoriumzaak is.

De anderen die er iets meer van weten, werpen dadelijk op dat er wel geregelde uitzendingen zijn, te Parijs, te Londen, in Amerika en elders, en vragen me dan, hoe het wel komt dat wij hier van de genoegens der televisie nog verstoken blijven. Ofwel stellen ze de vraag hoe het komt dat hier nog geen televisie-ontvangers op de markt worden gebracht, en sommige anderen vragen zelfs welke televisie-uitzendingen hier te lande wel kunnen worden ontvangen.

Op deze laatste vraag moet ik onvermijdelijk antwoorden: geen enkele. En dit antwoord wil ik even toelichten: De fijnrastertelevisie die thans bijna uitsluitend gebruikt wordt bestaat in het uitzenden van beelden die ontleed worden in 525 lijnen van elk 840 punten, dus in totaal 441.000 punten per beeld. Daar de uitzending geschiedt met een snelheid van 25 beelden per seconde maakt dit het rondé totaal van 11.025.000 punten per seconde.

Daar deze beelden niet uitsluitend samengesteld zijn uit punten die afwisselend wit en zwart zijn, kan men gerust aannemen dat deze frequentie slechts 1/3 vertegenwoordigt van het aantal stroomvariaties. Aldus komt men tot een modulatiefrequentie van 3,8 MHz aan weerszijden van de draaggolf hetzij dus een modulatieband van 7,6 MHz. Een dergelijke, zeer breede band kan niet in het lange-golfbereik ondergebracht worden, dat hoogstens een uitgestrektheid van 225 kHz heeft.

In de omroëpgolffband beschikt men over een totale bandbreedte van 1 MHz wat nog veel te weinig is. In de korte golf tusschen 15 en 50 m. beschikt men over 14 MHz. Hier zouden dus twee televisiezenders kunnen worden ondergebracht indien niet talrijke plaatsen reeds waren ingenomen door de omroepzenders in dit golfbereik.

Men is derhave verplicht de televisie onder te brengen in het ultra-korte golfgebied tusschen 3 en 10 meter, waar ze zich vrij ontwikkelen kan, zonder eenig gevaar voor storing der naburige stations.

Maar deze ultra-korte golven hebben eigenschappen die groote gelijkenis vertoonen met die van de lichtgolven. Zooals alle andere Hertzschgolven planten ze zich rechtlijnig voort, maar ze worden niet omgebogen door de Heavisidelaag, zoodat men er niet kan op rekenen deze golven nog te ontvangen op een punt dat buiten het zicht van den zender ligt. De kromming van het aardoppervlak is nl. de grootste hinderpaal en men kan gerust aannemen dat men thans geen enkele televisie-uitzending kan ontvangen over een afstand van meer dan 50 km, terwijl men soms de uitzending op kleinere afstand om eene of andere reden in het geheel niet, ofwel heel onregelmatig kan ontvangen.

Om dus in België de televisie te kunnen ontvangen zou er ten minste één zender in het land zelf moeten zijn. Men beweert altijd dat alle Belgen gelijk zijn voor de wet en ze zouden het dan ook moeten zijn voor de televisie, met het gevolg dat ten minste in elke provincie een hulpzender zou moeten worden opgericht die met den hoofdzender verbonden is met speciale kabels. Dit zou zeer duur kosten.

Het gebeurt herhaaldelijk dat kritiek uitgebracht wordt op de regeering omdat ze ons zoo-



gezegd verstoken houdt van den belangrijken factor die de televisie is, en aldus bovendien den opgang belemmert van een nieuwe nijverheid.

Het is een specifiek Belgische eigenschap kritiek uit te oefenen vooral op een regeering. Laten we echter de zaak van wat naderbij en vooral wat wetenschappelijker en kalmer beschouwen.

Ongetwijfeld is de televisie thans geen laboratoriumspeelgoed meer. Er zijn inderdaad geregeld uitzendingen van Parijs, Londen, Amerika en van elders. Reeds vóór den oorlog zond men van uit Rome over den Vaticaanzender, en in de U.R.S.S. waren 18 zenders in werking, terwijl de Reichspost geregeld uitzendingen uit Berlijn en München verzorgde, maar al deze zenders hadden slechts een experimenteel karakter.

Het doel van deze uitzendingen bestond er vooral in de normen te bepalen die het best geschikt zouden zijn voor een geregelde openbare dienst.

Reeds vanaf den aanvang werd de rasterfijtheid (het aantal lijnen) verhoogd van 343 tot 441 en vervolgens tot 525 lijnen. In Amerika werden proefnemingen gedaan met 800 lijnen en thans spreekt men er van 1000 lijnen.

Anderzijds geschiede de aftasting oorspronkelijk lijn per lijn, maar deze methode werd bijna overal vervangen door een afwisselende aftasting per twee lijnen en misschien zal de kleurtelevisie, waarmee men thans zeer ijverig bezig is, het invoeren van het afwisselend aftasten van drie lijnen voor de drie hoofdkleuren mogelijk maken.

Een ander punt dat eveneens nog niet is opgehelderd is de kwestie der gelijktijdige transmissie van het geluid, want de televisie gaat gepaard met een geluidsuitzending teneinde den indruk van een sprekende film te verkrijgen.

Alle experimenteele zenders van thans maken gebruik van een andere golflengte dan die der beelden voor het uitzenden van het geluid. Deze klankgolflengte is eveneens in het ultra-korte golfgebied ondergebracht. Er zijn nochtans zeer ernstige onderzoekingen ingesteld om klank en beeld over één enkele golf uit te zenden, teneinde een zoo gering mogelijk deel van het voorbehouden golfgebied te gebruiken. Eén der meest kanshebbende oplossingen die vooral in Amerika gezocht worden bestaat in het gebruik van amplitude-modulatie voor de beelden en van frequentie-modulatie voor de geluidsuitzending; vooral deze laatste methode is buitengewoon goed geschikt om gebruikt te worden op ultra-korte golf.

Nu mag men niet vergeten dat bij ons in België twee of zelfs drie nationale talen bestaan wat de zaak heelemaal niet vergemakkelijkt. Nu is er tusschen televisie en omroep dit groote verschil, dat de omroep zeer gemakkelijk kan worden beleusterd met een ontvanger van meer dan 10 jaar oud, terwijl in televisie de ontvanger en de zender op elkaar moeten passen zooals den sleutel in een slot (dit geestige gezegde stamt van David Sarnoff, directeur van de R.C.A.). Elke op zichzelf beschouwde kleine verandering aan den

zender kan een radicale en zeer dure verandering aan de ontvangers noodzakelijk maken in zoverre zelfs dat het zou kunnen gebeuren dat de ontvangers heelemaal niet meer aan te passen zijn.

In deze voorwaarden ligt het voor de hand dat de constructeurs zeer terughoudend zijn voor het fabriceren van serie-apparaten. Het gevolg hiervan is dat de ontvangers duur blijven en dat bovendien nog een groote kans bestaat dat ze spoedig verouderd zijn.

Door de terughoudendheid van de constructeurs ontstaat vanzelfsprekend ook twijfel bij diegenen welke de verantwoordelijkheid dragen voor de installatie van een nationalen zender, bij het kiezen van een stelsel, dat over enkele maanden misschien geheel zou moeten gewijzigd worden. Het gaat hier nl. niet om enkele duizend frank, maar om tientallen millioenen.

En wat zoudt U trouwens zelf zeggen, die straks zoo voortvarend te keer ging tegen de verantwoordelijken indien, na een zeer duur apparaat gekocht te hebben, U, na enkele maanden, tengevolge der ontwikkeling op het gebied der uitzending verplicht was dure wijzigingen aan uw ontvanger te laten aanbrengen of kortweg een nieuwe ontvanger te koop? Dan zoudt U wellicht wel meer reden hebben om allerlei onvriendelijkheden te denken en misschien te uiten tegen hen die hadden moeten voorzien dat, door hunne onbekwaamheid, deze nuttelooze onkosten U op den hals gevallen zijn.

Wachten. Ziedaar het wachtwoord. Welnu dat is juist wat ze doen. Ze wachten tot de uitslagen bekend zijn van de thans in uitvoering zijnde proefnemingen en totdat de noodige normen bepaald zijn die voor een redelijke duur kunnen aanvaard worden en die in overeenstemming zijn met de huidige ongehoord snelle ontwikkeling. Wij, onzerzijds, kunnen niets anders en niets redelijkers doen dan eveneens geduldig te wachten.

Weest trouwens overtuigd dat het niet lang meer zal duren. Ons Ministerie van Verbindingswezen, dat deze kwestie in zijn bevoegdheid heeft, besloot in beginsel, zoodra mogelijk een nationale televisiezender op te richten. De thans over de geheele wereld ondernomen proefnemingen schijnen tot een zekere stabiliteit te voeren. Het aantal lijnen en de orde der aftasting kunnen gemakkelijk gewijzigd worden, door de capaciteit van sommige condensatoren te veranderen en, zoodra de kwestie der frequentiemodulatie zal opgelost zijn, is het te hopen dat niets meer de installatie van een televisiezender in den weg staat.

Vóór 1930 werd door de Duitscher THUN reeds een aftaststelsel met variabele snelheid uitgedacht, maar dit schijnt nog niet heelemaal in orde te zijn. Evenwel denk ik U te mogen bevestigen, dat U weldra televisie-ontvangers zult kunnen kopen zonder een al te groot risico eventueele wijzigingen te moeten ondernemen binnen een zeer kort tijdbestek.



## HET FOTO-ELECTRISCH EFFECT

door E. J. I. M. PALMANS

## II. — NATUURKUNDIGE GRONDSLAGEN DER FOTO-ELECTRISCHE EMISSIE.

## 1. Snelheid der uittredende electronen.

Wordt plaat A (fig. 1) bestraald met monochromatisch, ultra-violet licht van constante intensiteit en van dusdanige golflengte, dat een merkbaar foto-electrisch effect optreedt, dan is de stroomsterkte door den galvanometer nóg afhankelijk van het potentiaal-verschil tusschen A en B.

Is de potentiaal van B sterk positief t.o.v. die van A, dan zullen alle vrijgemaakte electronen door plaat B aangetrokken worden; de galvanometer wijst dan wat we noemen de **verzadigingsstroom** aan.

Vermindert de potentiaal van B t.o.v. A, dan zien wij de stroom in de keten verzwakken; hij behoudt niettemin nog een kleine waarde, wanneer deze potentiaal reeds nul is; d.w.z. dat op

dit oogenblik nog een deel der vrijgemaakte electronen de plaat B bereiken en dit tengevolge van hun eigen snelheid, waarmede zij uit de kathode treden. Laten wij deze « uittreesnelheid »  $v_m$  noemen. Het feit, dat de stroom nog vermindert, wanneer we tusschen A en B een vertragend veld schapen (door aan de anode een negatieve spanning toe te kennen), wijst er op, dat al de electronen niet dezelfde uittreesnelheid hebben, zij zal echter kleiner zijn dan  $v_m$ ;  $v_m$  is dus de « maximale uittreesnelheid ». Om de stroom tot nul te herleiden, d.w.z. om te beletten dat nóg één electron de plaat B bereike, moet B een vertragend potentiaal  $V_v$  bezitten ten opzichte van A (fig. 7). De grootte van  $V_v$  zal dus voor ons een maat zijn voor de maximale uittreesnelheid  $v_m$  en zoodanig, dat de arbeid die noodig is om het vertragend veld te overwinnen gelijk zij van de kinetische energie van het nog uittredend electron; dat dus

$$e V_v = \frac{m v_m^2}{2}$$

## 2. De vier hoofdwetten der foto-electrische emissie.

Daar het opvallende licht enerzijds bepaald wordt door zijn intensiteit  $I$ , (of ook de lichtvloed  $\phi$ , die een emissie-oppervlak ontvangt) en de golflengte  $\lambda$  (of frequentie  $f$ ), de fotostroom anderzijds door het aantal electronen  $n$  en de uittreesnelheid  $v$ , kunnen dus de volgende vragen gesteld worden:

Bij constante  $\lambda$ : Hoe verandert  $n$  en  $v$  met  $I$ ?

Bij constante  $I$  of  $\phi$ : Hoe verandert  $n$  en  $v$  met  $\lambda$ ?

1° In de eerste plaats zullen we waarnemen, dat bij verhooging der lichtsterkte de verzadigingsstroom zal stijgen (zie fig. 7), waaruit we onmiddellijk als eerste wet afleiden:

— **Het aantal vrijgemaakte electronen  $n$  is evenredig met de intensiteit  $I$  van het opvallende licht.**

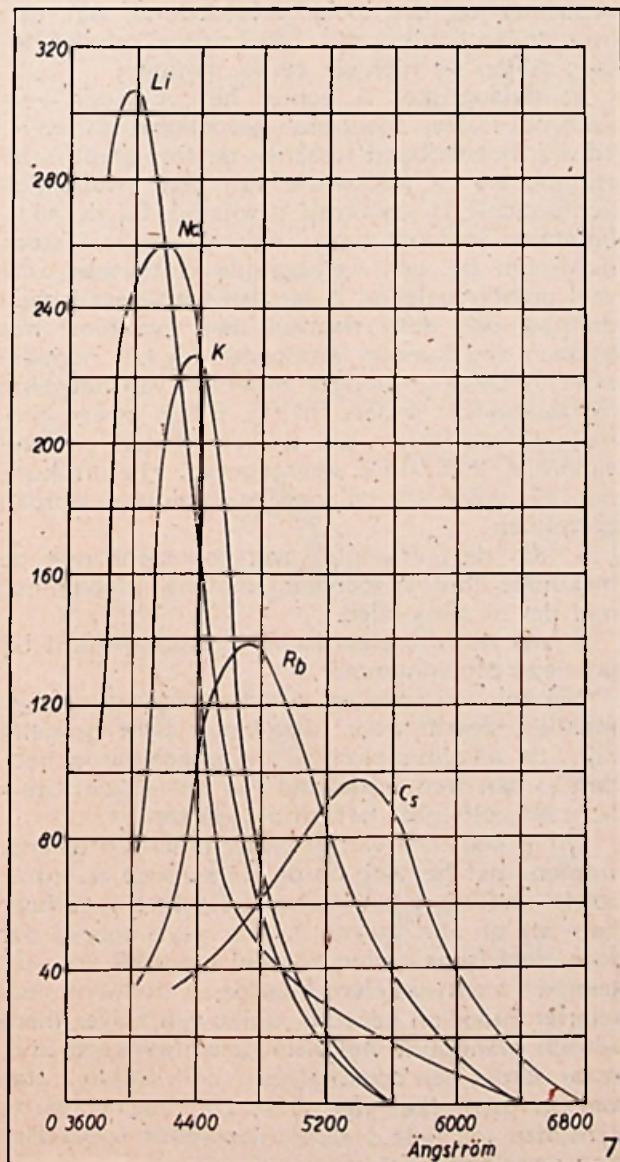
2° We hebben er zoeven op gewezen, dat de vertragende potentiaal voor ons een maat is der uittreesnelheid. Welnu, bij verhooging van de lichtsterkte behoudt  $V_v$  dezelfde waarde: De tweede wet luidt dus:

— **De maximale snelheid  $v_m$  der vrijgemaakte electronen is onafhankelijk van de intensiteit van het licht.**

Verder kunnen proefondervindelijk nog de twee volgende wetten worden aangetoond:

3° De kinetische energie der foto-electronen is des te grooter naarmate de golflengte van het opvallend licht kleiner is.

4° Bij een gegeven metaal treedt het foto-electrisch effect slechts op bij een welbepaalde golflengte  $\lambda_0$ , m.a.w. vanaf een bepaalde frequentie  $f_0$ , welke men noemt de **foto-electrische drempel**.





### 3. Verklaring der wetten. — Betrekking van EINSTEIN.

De verklaring der zoeven geformuleerde foto-electrische wetten heeft langen tijd groote moeilijkheden opgeleverd. Het feit o.a. dat het foto-effect niet optreedt, als de golflengte van het invallend licht groter is dan de grensgolflengte, hoe sterk dat invallend licht ook zij, en dat er daarentegen door een zeer zwak licht met kortere golflengte wel electronen worden vrijgemaakt, wat in het bijzonder zeer bezwaarlijk te verklaren met de electromagnetische golftheorie. Volgens deze theorie, zou men immers moeten verwachten, dat de geleidingselectronen in het metaal door het opvallende licht in trilling gebracht worden, en dat bij de opvoering van de lichtsterkte deze trilling zoozeer versterkt zou kunnen worden, dat electronen uit het metaal zouden kunnen treden. Men zou dan echter verwachten, dat elke lichtsoort bij voldoende sterkte electronen uit het metaal zou kunnen vrijmaken, en dat de electronen met des te grootere snelheid zouden uittreden, naarmate de opvallende electro-magnetische lichttrillingen sterker zijn. Dit is echter zoals we gezien hebben, niet het geval.

Ook het feit, dat de electronen-emissie onmiddellijk plaats heeft, strookt niet met de consequenties eener zuiver ondulatorische opvatting van het licht. Men heeft namelijk kunnen berekenen, dat een oppervlak, dat bestraald wordt met een zwakke uniformverdeelde lichtenergie van 0,56 erg./cm<sup>2</sup> sec. slechts na 2.000.000 uren een electron zou kunnen uitzenden. Voor hen echter, die kennis gemaakt hebben met de inwendige structuur der lichamen, en die weten, dat het licht niet alleen een electromagnetische trilling is (of anders uitgedrukt een ondulatorisch karakter heeft) maar dat een lichtbron zijn energie uitzendt onder den vorm van « energiepakketjes » (fotonen genoemd), liggen voornoemde wetten omzeggens voor de hand. Inderdaad :

De energie van zoo'n foton is bepaald door  $hf$  waarin  $h$  de zoogenaamde constante van PLANCK voorstelt ( $h = 6,55 \times 10^{-27}$  erg./sec. en  $f$  de frequentie van het licht. Bij afnemende frequentie der straling vermindert dus deze energie.

Anderzijds weten we, dat, om een electron uit een metaal vrij te maken, een zekere arbeid  $A$  noodig is. Deze arbeid kan aan het electron medegedeeld worden door een foton, maar dan moet dit ook een frequentie  $f_0$  hebben, zoodat

$$hf_0 = A$$

Is de energie  $hf$  van het botsend foton groter, dan de minimaal benodigde vrijmakings-energie, dan zal deze energie voor het overige gebruikt worden om aan het uittredende electron een zekere kinetische energie  $mv^2$  mede te deelen.

2

Bij bestraling met monochromatisch licht, (dus met fotonen van bepaalde  $f$ ), hebben we bijgevolg :

$$hf = \frac{mv^2}{2} + A$$

of

$$\frac{mv^2}{2} = hf - A = hf - hf_0 = h(f - f_0)$$

Deze betrekking is bekend als de **betrekking van EINSTEIN**.

Daar anderzijds een vermeerdering van lichtsterkte geen energievermeerdering der fotonen aanbrengt, maar wel een verhooging van het aantal der bestralende fotonen, zal het aantal uitgezonden electronen stijgen met de lichtsterkte; de snelheid der uittredende electronen kan hier echter niet door beïnvloed worden, daar deze volgens de voorgaande betrekking alleen afhankelijk is van de energie der botsende fotonen.

#### 4. Selectief foto-electrisch effect.

De alkalimetalen vertoonen buiten het normale foto-electrisch effect een zoogenaamd **selectief foto-electrisch effect**, dat feitelijk bestaat uit een tweevoudig verschijnsel :

1° Een vectorieele selectiviteit, betrekking hebbende op den polarisatietoestand van den invallenden lichtbundel. Voor ons van minder belang zullen we hierover verder zwijgen.

2° Belangrijker is echter het volgende verschijnsel : De spectrale gevoeligheidskromme (d.w.z. het verband tusschen de foto-electrische emissie en de frequentie van den invallenden lichtbundel) is volkomen gewijzigd. Bij de alkalimetalen vertoont deze kromme een zeer sterk maximum bij een welbepaalde golflengte (die veel dichter gelegen is bij den foto-electrischen drempel dan deze waarvan men eventueel het bestaan zou kunnen vermoeden bij het normale effect). Deze golflengte verandert van het ééne metaal tot het andere. In fig. 8 zijn in een grafiek de resultaten der desbetreffende proeven van Miss E. SEILER weergegeven. Hieruit kunnen de volgende belangrijke besluiten worden getrokken :

1° dat de golflengte, overeenkomend met de maximale emissie toeneemt met het atoomnummer der alkalimetalen ;

2° dat de foto-electrische emissie afneemt bij groeiend atoomnummer.

Merken we vooral op, dat daar, waar de meeste metalen slechts voor ultra-violet licht gevoelig zijn, de alkalimetalen hun drempelwaarde hebben in den frequentieband van het « zichtbare » licht en zelfs naar het infrarode toe.

Dit is voor ons van bijzonder practisch belang. Immers met het oog op de sterk roode en infrarode straling onzer gewone lichtbronnen hebben wij er alle belang bij de gevoeligheid der foto-electrische cellen zooveel mogelijk voor dit gebied te ontwikkelen. Hiertoe is trouwens naar allerlei middelen gezocht, welke van zuiver theoretisch standpunt wel heel belangwekkend zijn, maar eerder den constructeur van fotocellen, dan wel den gebruiker van nutte zijn. Ze hebben er tenslotte toe geleid als emitterende oppervlakken geen oppervlakken te kiezen uit een en de-

(Vervolg blz. 56)



# METHODISCH FOUTZOEKEN

door W. DIEFENBACH.

(Vervolg van Nr 1).

## b) CONTROLE DER LAMPEN

Daar het herhaaldelijk voorkomt dat een defecte lamp de oorzaak is van het stilvallen van een toestel, verdient het aanbeveling dadelijk na het meten der stroomopname een zorgvuldige controle der lampen op elektrodenkortsluiting, gloeidraadbreek en emissie te doen. Op deze wijze kan men veel tijd besparen.

Onbruikbaar is vaak de eindlamp. Verder verdient het aanbeveling bij ontvangers met rechtstreeksche versterking de detectorlamp en bij een superheterodyne de menglamp te onderzoeken, daar deze lampen, zodra zij beschadigd zijn, de ontvangst veel verzwakken.

Zeer praktisch is de vergelijking met andere lampen vermits dan dadelijk het verschil der werking met de nieuwe en de min of meer versleten lamp opvalt.

## c) HET METEN DER BEDRIJFSSPANNINGEN EN -STROMEN DER LAMPEN

Is het meten der stroomopname en de controle der lampen zonder gevolg gebleven, dan komt het meten der bedrijfsspanningen en -stromen aan de beurt. Hier heeft men weer het schakelschema met de stroom- en spanningswaarden noodig. Ontbreken deze in het schakelschema dan moeten ze in een lampentabel gezocht worden (zie Radiolampen Vade-Mecum). Hierbij dient opgemerkt dat de in de lampentabellen opgenomen waarden soms maximumwaarden zijn en er bijgevolg bij lagere bedrijfsspanningen en -stromen grootere afwijkingen dan 10% kunnen voorkomen. Zijn de gemeten waarden hoger dan de maximumwaarden der lampentabel dan is meestal een fout aanwezig.

Opdat men zich een beeld der werkingsvoorwaarden der lampen zou kunnen maken, is het noodig eerst de volgende metingen door te voeren:

- a) meting der anodespanningen.
- b) meting der anodestromen.

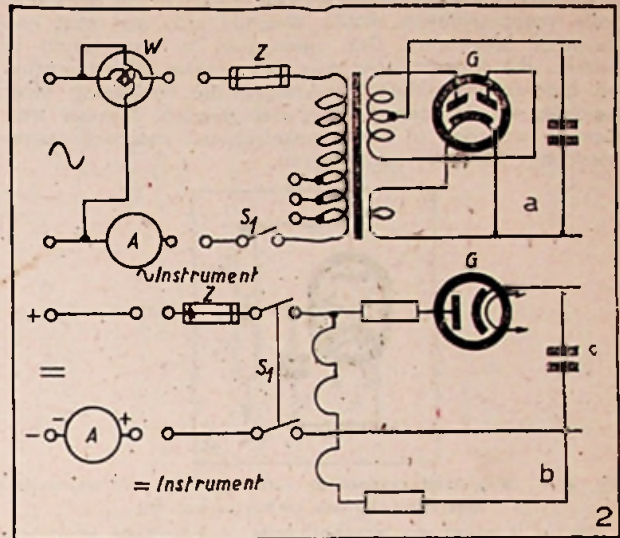


Fig. 2. — Ampère en wattmeters worden bij het meten der stroomopname voor het voedingsdeel geschakeld.

- c) meting der schermroosterspanningen.
- d) meting der schermroosterstromen.
- e) meting der kathodespanningen of roostervoorspanningen.
- f) meting der gloeispanningen of gloeistromen.

Meestal geeft de meting van den anodestroom en evtl. van de kathodespanning een duidelijk overzicht. Van het meten van den schermroosterstroom kan men vaak afzien.

Bij het meten van den gloeiring is te bemerken, dat men bij wisselstroom- en batterijtoestellen steeds de

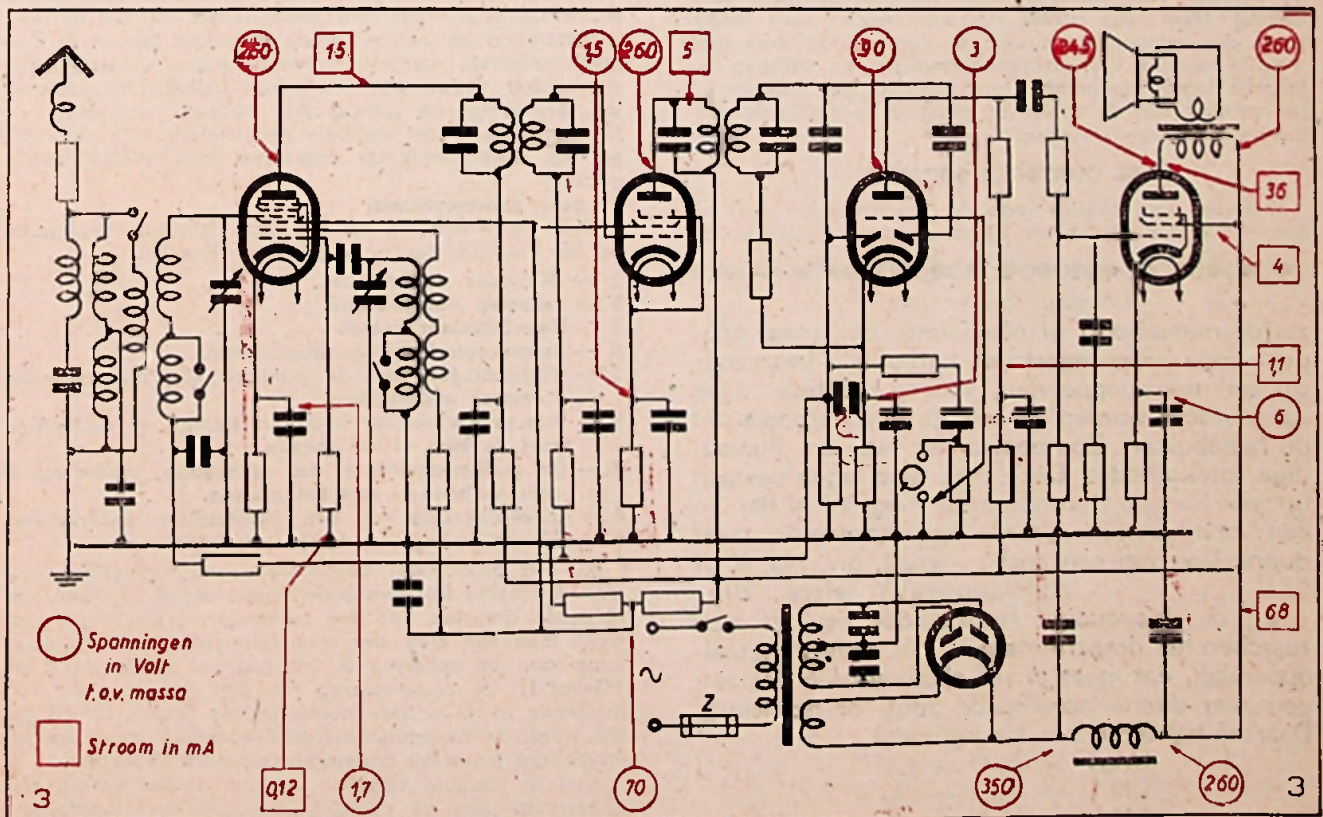


Fig. 3. — Meetpunten in een 5 lamps-toestel.



spanning meet, bij gelijkstroom- en W.G. -toestellen daarentegen meet men meestal de stroom. Om meetfouten te vermijden moet men voor het meten der bedrijfs- spanningen en -stroomen een instrument met denzelfden inwendigen weerstand gebruiken zooals in de documentatie voorgeschreven wordt. Beschikt men niet over een dergelijk instrument, dan dient men in aanmerking te nemen, dat instrumenten met een grooter stroomverbruik en lagere inwendigen weerstand den meetkring meer belasten en de meting sterk beïnvloeden. Meestal worden de waarden in een schakelschema voor een instrument met 500 Ω/V aangegeven.

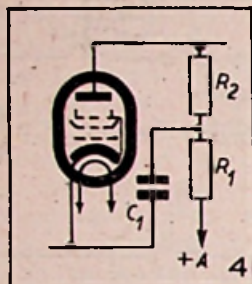


Fig. 4. — Weerstand gekoppelde versterkerlamp met uitwendige weerstand R2 en zelfweerstand R1.

Figuur 3 toont de verschillende meetpunten van een 6 krings -5 lamps super. De spanningsmetingen geschieden alle t.o.v. het nulpunt. Bij wisselstroomtoestellen ligt het nulpunt meestal aan de massa of aarde, bij gelijken W.G. -toestellen aan de negatieve spanningspool achter de H.F.-smoorspoel of aan de anode der gelijkrichterlamp, en bij batterijtoestellen aan de negatieve spanningspool. Bij het meten der spaninv dient in aanmerking genomen, dat men ondanks het gebruik van een 500 Ω/V meetinstrument alle metingen niet zeer juistste geval. Hier wordt de anodespanning van een weerstandstrap over den met C<sub>1</sub> verbonden afvlakweerstand kan uitvoeren. Dit is zoo b.v. bij het in fig. 4 geschet R<sub>1</sub>, en over den hoogen uitwendigen weerstand R<sub>2</sub> naar de anode der lamp gevoerd. Achter R<sub>1</sub> gemeten heeft de belastig van den kring door het meetinstrument geen belang. Meet men achter R<sub>2</sub>, dan bekomt men tengevolge der belastingsverhoudingen een van de werkelijke waarde tamelijk veel afwijkend resultaat, en wel een belangrijk lagere spanning. Deze verhoudingen moeten bij het gebruik van de achter R<sub>2</sub> gemeten spanning in aanmerking genomen worden.

III CONTROLE METHODE

Wanneer met behulp van de bijgevoegde tabel en door de onder a) b) en c) aangegeven metingen de



(Vervolg van blz. 54)

zelfde metaalsoort of metaalmengsel, maar zoogenaamde « samengestelde kathodes » bestaande uit een metaaloppervlak, waarop vreemde lagen aangebracht worden, zooals de oxydkathodes uit de radiobuizen. Zoo bestaan er twee en drievoudige fotokathodes. Deze met twee lagen bestaan uit een kompakt grondmetaal (Ag, W of Pt) en een onmiddellijk daarop geadsorbeerde zeer dunne laag van een ander metaal, b.v. Na, K of Cs

add waenwteYY selecs zijn

Bij de drievoudige fotokathode bevindt zich tusschen het dragermetaal en het actieve metaaloppervlak, dat meestal uit alkalimetalen bestaat, een zeer dunne isolerende zout- of oxydelaag. Daartoe behoren b.v. de kathodes

- [Mg] — Cs<sub>2</sub>O — Cs
- [K] — KH — K
- [K] — K<sub>2</sub>O — K

(Vervolgt)

fout niet gevonden wordt, dan pas begint het werkelijk « methodisch foutzoeken ». Het toestel wordt nu zorgvuldig trap na trap onderzocht. Men zal hoofdzakelijk de bouwdeelen, de verbindingsdraden, de gesoldeerde plaatsen en de constructie controleren. Daar het controlewerk in het H.F. deel evenals in den L.F.-voorversterker en het demodulatordeel (detector) vergemakkelijkt wordt, wanneer men het resultaat over het L.F.-deel kan alluisteren, terwijl van het voedingsdeel de geheele werking van het toestel afhangt, voert men het trapsgewijze foutzoeken in de omgekeerde volgorde van de rangschikking der trappen in het schakelschema door. Men onderzoekt dus eerst het voedingsdeel en daarna de eindtrap met den luidspreker, in een ontvanger met rechtstreeksche versterking den thans volgende demodulator met aansluiting voor den toonafnemer en tenslotte den H.F. -trap met automatische sterkteregeling. Zoo ongeveer ook verloopt het methodisch foutzoeken in een super. Men onderzoekt eerst het voedingsdeel, het L.F.-deel en het demodulatordeel, vervolgens den M.F.-versterker, de mengtrap en tenslotte de H.F.-versterker.

Uit fig. 5a en 5b blijkt duidelijk de volgorde der trapsgewijze controle. In de volgende paragrafen worden de foutmogelijkheden in de afzonderlijke ontvangertrappen aangeduid.

A. — OPSPOREN VAN FOUTEN IN HET VOEDINGSDEEL.

Ter localisèring van de in het voedingsdeel optredende fouten zal men eerst het opgenomen vermogen meten met behulp van een wattmeter of de voedingsstroom met een mA-meter. Een vergelijking met de voorgeschreven normale waarden van het schakelschema geeft ons het volgende :

- a) geen stroomopname.
- b) te groote stroomopname.
- c) te kleine stroomopname.

De nu uit te voeren controle in het voedingsdeel is nu heelemaal afhankelijk van het verkregen resultaat en de stroomsoort waarvoor den ontvanger gebouwd is.

I. — Voedingsdeel voor wisselstroom.

Van de twee schakelmogelijkheden van een wisselstroomapparaat vindt men hoofdzakelijk dit met dubbele gelijkrichting en wel het meest in groote supers. In kleinere toestellen, vooral in ontvangers met rechtstreeksche versterking, wordt vaak een enkele gelijkrichter gebruikt. De hiernavolgende paragrafen hebben betrekking op voedingsdeelen met dubbele gelijkrichting, zij zijn echter ook toepasselijk op apparaten met enkele gelijkrichting:

- a) geen stroomopname.

Blijft de wattmeter op nul, dan bestaan hoofdzakelijk de volgende foutmogelijkheden (Fig. 6).

- 1 — Netsnoer onderbroken.
- 2 — Zekering doorgebrand.
- 3 — Netschakelaar defect.
- 4 — Spanningsschakelaar beschadigd.
- 5 — Verbindingen met de primaire van den nettransformator onderbroken.
- 6 — Primaire wikkeling heeft kortsluiting of verbinding met de kern of het chassis.
- 7 — De middenaftakking der secundaire wikkeling is niet verbonden met het chassis.
- 8 — Gloeiwikkeling van den gelijkrichter onderbroken.
- 9 — Gloeiwikkeling der lampen onderbroken.

Bij een groot deel beschadigde radiotoestellen vindt men netstekers met een onderbroken draad tusschen één of beide klemmen van den ontvanger. In dit geval verbindt men één klem der controleinrichting met de glimlamp aan de zekering S, en tast het steekcontact af. (Geval I). De onderbreking van den stroomtoevoer kan eveneens in de andere netverbinding liggen. In dit geval wordt de continuïteitscontrole tusschen spanningsom-schakelaar S en het andere steekcontact uitgevoerd.

Blijft de controle van het netsnoer zonder gevolg dan onderzoekt men de zekering met den « leidingsbeproe- ver » (geval 2a en 2b). Is de zekering doorgebrand en smelt de nieuwe zekering bij het inschakelen eveneens



# TABEL VOOR HET OPSPOREN VAN FOUTEN

Geen ontvangst	Slechte en zwakke ontvangst	Ontvangst intermitterend	Vervormde ontvangst	Fluiten	Huilen	Brommen	Kraken	Kletteren
Verbinding met het net onderbroken	Gelijkrichterlamp versleten	Los contact in den antennenkring	Gelijkrichterlamp of eindlamp versleten	Selectiviteit ontoereikend	Acoustische terugkoppeling	Slechte aarde of aardverbinding	Slecht contact van den sterkeregelelaar	Losse onderdeelen trillen
Zekering doorgebrand (bij W. G. toestellen schaallampje)	Eindlamp of H. F.-lamp versleten	Automatische lichtmetantenne beschadigd	H. F.-lamp(en) versleten	9 kHz-filter defect	Afvlakcondensator te klein	Ontbrommer onjuist geregeld	Stof in golfengteschakelaar (slecht contact)	Spreekspool slecht gecenterd
Gelijkrichterlamp defect	Luidspreketransformator beschadigd	Kortsluiting tusschen de platen van den afstemcondensator	Verkeerde ijzer-Urdox-weersstand in W.G.-loestel	M. F.-lamp versleten	Wikkelingen van den L. F.-transformator verkeerd verbonden	Ontoereikende filtering in het voedingsdeel	Kortsluiting tusschen de platen van den afstemcondensator	Stof in luidsprekersysteem
Laadcondensator doorgeslagen	L. F.-transformator beschadigd	Seriecondensator in oscillator beschadigd	Kathodecondensatoren beschadigd of gedeeltelijk kortgesloten	Luidsprekerkabel ligt op een lamp	« Massa »-verbindingen van den uitgangstransformator onderbroken	H. F.-filter van het voedingsdeel defect	Contactveer van den afstemcondensator bevuild	Bevestiging van den trilkegel beschadigd
Voedingstransformator beschadigd	Anodeweersstanden beschadigd	Golfengteschakelaar beschadigd	Spreekspool onvoldoende gecenterd	Afstemcondensator trilt mede	H. F.-versperringsweerstand in den eindversterker defect	Afvlak (Kathode) condensatoren beschadigd	Afvlakcondensatoren beschadigd	Centreerstuk beschadigd
Anodespanning kortgesloten of onderbroken	Schermerooster-voorschakelweersstanden beschadigd	Sterkteregelelaar beschadigd	Centreerstuk of bevestiging van den trilkegel beschadigd	Afvlakcondensatoren in L. F.-deel beschadigd	Tegenkoppeling verkeerd verbonden	Afvlakmoorspoel beschadigd	Slecht contact in den antennekring	Mechanisch kletteren van lampen
Luidspreker kortgesloten. Luidsprekerbindingen onderbroken	Schermerooster-voorschakelweersstanden beschadigd	Afvlakweersstanden gedeeltelijk beschadigd	Terugkoppelweersstanden beschadigd	Verbindingen met het chassis onderbroken	Droge Electrolytische condensatoren beschadigd	Toestel geschikt voor verkeerde stroomsoort	Beschadigde afvlakweersstanden	Eindlamp versleten
Eindlamp of H. F.-lampen defect	Sterkteregelelaar beschadigd	Afvlakweersstanden gedeeltelijk beschadigd	Afvlakcondensator in A. S. R. beschadigd	Afsluiting van den toonafnemer niet geaard	Korte golfmicrolonie	Bekrachtigingsspoel kortgesloten	Toonregelelaar beschadigd	Terugkoppelweerstand beschadigd
Aardsluiting der afschermingsverbindingen	Electrolytische (Kathode) condensatoren defect	Onvoldoend van het chassis geleerde doorvoer en afschermverbindingen	Afvlak-kathode of anode weersstanden beschadigd	Chassis te stevig aangeschroefd	Roosterverbindingen beschadigd of slecht afgeschermd	Roosterverbindingen beschadigd of slecht afgeschermd	Kortsluiting tusschen de lagen van den L. F.-transformator	Afstemcondensator trilt mede
Afstemcondensator kortgesloten	Schermerooster-afvlakcondensator defect	Slecht gesoldeerde plaats (slechte lasch)	Terugkoppeling te sterk	Te lange roosterverbindingen naar den toonafnemer	Terugkoppeling te sterk	Afsluiting van den toonafnemer niet geaard	Korte golfkraken	Verbinding van den luidspreker met den ontvangende verkeerd
Antennekring kortgesloten	Condensator in den anodekring der eindlamp defect	Slecht gesoldeerde plaats (slechte lasch)	Terugkoppeling te sterk	Te hooge spanningen in de H. F.-trappen	Terugkoppeling te sterk	Afsluiting van den toonafnemer niet geaard	Korte golfkraken	Verbinding van den luidspreker met den ontvangende verkeerd
Condensator der lichtantenne defect	Slecht geïsoleerde en afgeschermd verbindingen	Tijdelijke onderbrekingen van verbindingen	Afsluiting van den toonafnemer niet geaard	Anodebatterij (in batterijtoestellen) verouderd	Voerversterkerlamp beschadigd	Gramfoonmotor niet geaard	Beschadigde roostercondensatoren	« S » effect der eindlamp



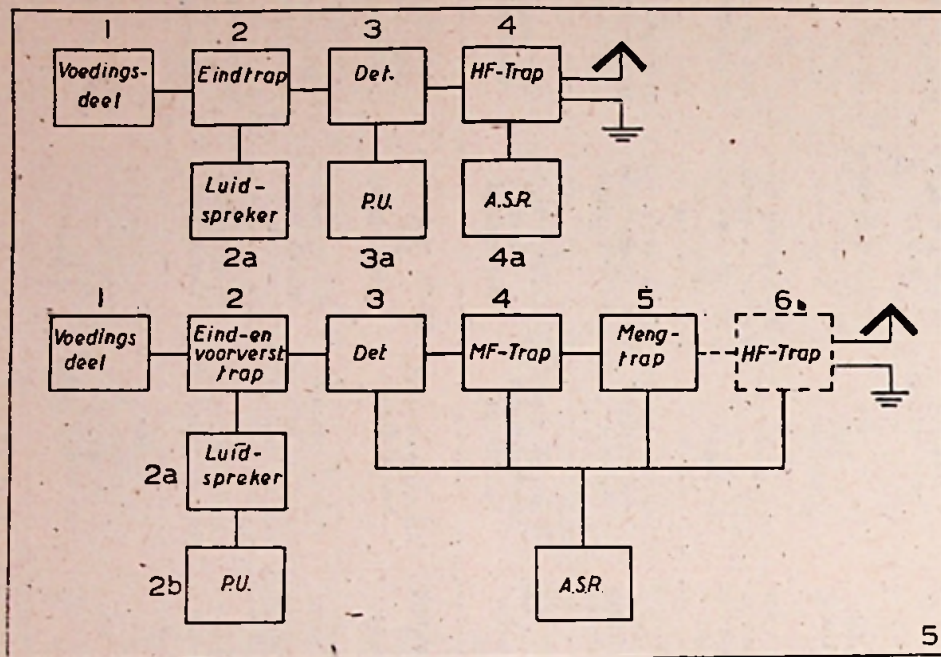


Fig. 5. — Volgorde der trapsgewijze controle in een ontvanger met rechtstreeksche versterking (a) en in een super (b)

door, dan moet hiervoor een zwaardere smeltdraad gekozen worden. Dit is vooral te bemerken bij een te hoge netspanning. In de plaats van een zekering van 0,5 A zal men een van 0,7 A gebruiken. Zekerings voor meer dan 30% meer dan de normale stroom mogen niet gebruikt worden. Smelt een dergelijke overgedimensioneerde zekering opnieuw door, dan kan een fout volgens paragraaf b) aanwezig zijn. Vaak is de zekering goed en geeft slechts de houder geen contact. De zekeringshouder kan ook met het chassis in kortsluiting staan (glimlampcontrole). Enkele toestellen bezitten nog, buiten de netzekering, een zekering voor den anodstroom. Indien deze eveneens doorgesmolten is (geval 2b) dan bestaat er kans op kortsluiting. Men zal dit controleren op de wijze die onder b) beschreven wordt.

Is het snoer tot aan de zekering goed, dan moet de

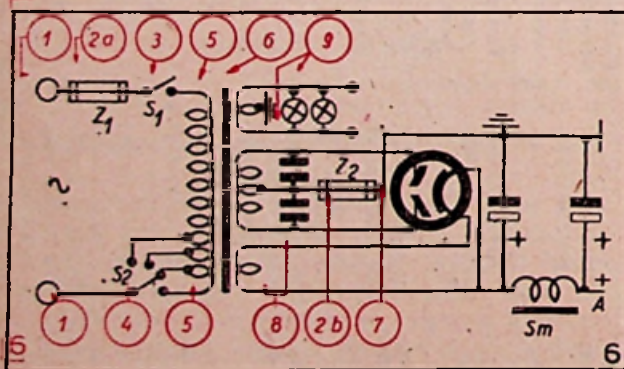


Fig. 6. — Schakelschema voor het opsporen van fouten in een wisselstroom voedingsdeel wanneer geen stroom opgenomen wordt

netschakelaar onderzocht worden (geval 3). Een niet werkende netschakelaar (in- en uitschakelaar) kan beschadigde contacten of een defecte schakelnok hebben. Onderbrekingen in het net zelf komen zelden voor.

Een andere mogelijkheid voor het uitvallen van den netstroom wordt door de inrichting voor de spanningsomschakeling veroorzaakt. Vaak vindt men omschakelaars met beschadigde klem- of steekverbindingen, of met een zeer kleinen schakelaar S met beschadigde contacten, intermitterende contacten of afgerukte verbindingen. Deze omschakelinrichting moet zorgvuldig met den leidingsbeproefer onderzocht worden.

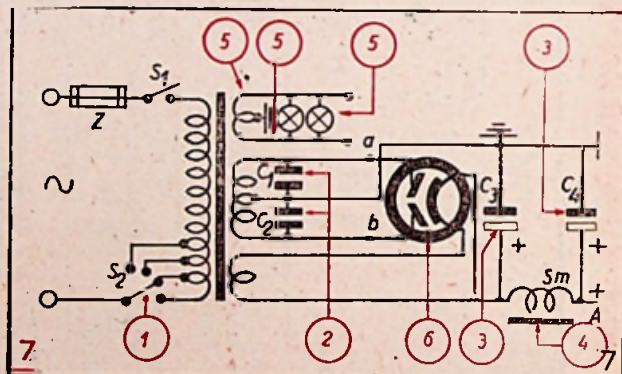


Fig. 7. — Bij te groote stroomopname kunnen in een wisselstroomvoedingsdeel deze fouten voorkomen.

Vervolgens controleert men nauwkeurig de verbindingen met den voedingstransformator. Meestal gaat het om gesoldeerde verbindingen. De soldeerlipjes kunnen afgebroken of vervormd zijn en daardoor kortsluiting veroorzaken. De gesoldeerde plaats kan eveneens beschadigd zijn (geval 5).

Stroomonderbreking kan verder nog optreden door sluiting in de primaire van den voedingstransformator (geval 6). Dit is zoo, wanneer de primaire van den voedingstransformator kortgesloten is of aan het chassis ligt. Af en toe komt ook een sluiting der primaire wikkeling met de kern voor. Daar de kern met het chassis in verbinding staat, doet het verschijnsel zich voor als een kortsluiting met het chassis. Met de glimlamp kan men deze fouten tamelijk vlug opsporen. Daarbij wordt één proefstift van de controleinrichting met het chassis of de kern verbonden en de andere stift met de bovenste of onderste aansluiting der primaire wikkeling.

Indien geen stroom wordt opgenomen dan kan de secundaire zijde van den voedingstransformator b.v. onderbroken zijn. Zoo kunnen de verbindingen van de secundaire anodewisselspanning onderbroken zijn, ofwel heeft de middenaftakking geen verbinding met het chassis (geval 7). De controle met den leidingsbeproefer geeft dadelijk bescheid over deze fouten.

Ook gloeiwikkelingen van het voedingsdeel en hunne verbindingen kunnen fouten vertoonen. Zoo heeft een



onderbreking van de gloeidraadverbinding der gelijkrichterlamp het uitvallen der anodespanning en de afwezigheid van stroomopname voor gevolg. De verbindingen met de gloeiwikklingen worden in dit geval onderzocht (geval 8) en verder ook de verbindingen met de huls der gelijkrichterlamp.

Leegloop van het voedingsdeel kan tenslotte steeds voorkomen wanneer de lampen geen gloeispanning bekomen en bijgevolg geen emissie hebben. Men onderzoekt hier (geval 9) weer de verbindingen met de gloeiwikklingen en die naar de hulzen der lampen. Deze controle kan bij een uitgeschakeld toestel met de glimlamp geschieden en bij een ingeschakeld toestel door middel van een wisselstroom-voltmeter.

**b) Te groote stroomopname.**

In de meeste gevallen vertoont het voedingsdeel bij te groote stroomopname een door kortsluiting veroorzaakte fout. Deze kortsluiting bevindt zich in het voedingsdeel zelf of in het stroomvertakkingsdeel van de ontvangertrapen. Wanneer men juist wil vaststellen waar zich de fout bevindt dan moet het voedingsdeel van het ontvangerdeel gescheiden worden. Treedt na deze scheiding de kortsluiting nog steeds op, dan moet in het voedingsdeel gezocht worden. Het afzonderen van het voedingsdeel geschiedt het doelmatigst achter den afvlakfilter, dus achter den tweeden condensator. Bij te groote stroomopname kan men één of meer der volgende gebreken vaststellen:

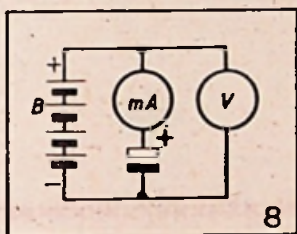


Fig. 8. — Instrument voor het meten van den lekstroom van electrolytische condensatoren. De parallel geschakelde voltmeter V dient voor het meten der spanning van de gelijkstroombron B.

- 1 — Voedingstransformator op verkeerde netspanning geschakeld.
- 2 — Condensatoren van de anode der gelijkrichterlamp beschadigd.
- 3 — Laad of afvlakcondensatoren doorgeslagen.
- 4 — Afvlaksmoorspoel heeft kernkortsluiting
- 5 — Gloeiwikkling kortgesloten.
- 6 — Gelijkrichterlamp vertoont kortsluiting tusschen de electroden.

Te groote stroomopname is, bij een net met niet-constante spanning, vaak op overspanning van dit laatste terug te voeren. In dergelijke gevallen lijden dan ook alle lampen. Het is geraadzaam de maximumspanning van het lichtnet te bepalen en voor het te veel aan spanning een geschikte voorschakelweerstand met voldoende

belastbaarheid te gebruiken. Deze weerstand blijft voortdurend ingeschakeld. In dit geval werkt de ontvanger bij normale netspanning dan met een te geringe spanning. In de meeste gevallen wordt de werking van het toestel hierdoor niet merkbaar beïnvloed. Men kan den voorschakelweerstand bij de juiste spanning echter ook uitschakelen (kortsluiten). In dit geval moet de netspanning door middel van een voltmeter gecontroleerd worden, zoodat men weet, wanneer de weerstand dient uitgeschakeld. Te groote stroomopname ontstaat ook daardoor dat de voedingstransformator op een verkeerde netspanning geschakeld is en b.v. voor een 110 V-net geschakeld en met een 125 V-net verbonden is (geval 1). Men onderzoekt nauwkeurig de transformatorshakeling en voorziet den omschakelaar met duidelijke teekens zoodat latere ver-gissingen uitgesloten worden.

Bijzonder bedreigd zijn in het wisselstroom voedingsdeel de, ter voorkoming van netbrom (vooral op korte golf) aan de secundaire zijde parallel met de beide anodespanningswikkelingen, geschakelde condensatoren  $C_1$  en  $C_2$ , en zal hiervoor slechts condensatoren gebruiken met voldoende hooge proeispanning (b.v. 2250 V.). Wanneer een dezer, of beide, condensatoren doorgeslagen zijn, dan heeft dit een aanzienlijke verhoging der stroomopname voor gevolg en de voedingstransformator zal overmatig verhit worden. In de meeste gevallen smelt dan de zekering door. Het is geraadzaam het toestel dadelijk van het net te schakelen, en een controle met de glimlamp te doen. Men onderzoekt eerst, of de punten a en b met het chassis verbonden zijn. Een directe kortsluiting met het chassis wordt met een continuïteitsbeproefer (schaallampje-ohmmeter gecontroleerd. Wanneer de continuïteitsbeproefer reageert, dan is een der condensatoren  $C_1$  en  $C_2$  doorgeslagen of een der verbindingen is in kortsluiting met het chassis (geval 2).

Een andere gevaarlijke fout in het wisselstroomvoedingsdeel ontstaat door het doorslagen van den ladingscondensator  $C_3$  of den afvlakcondensator  $C_4$  (geval 3). Als gevolg hieraan wordt de anodespanning kortgesloten. In de meeste gevallen smelt ook de zekering door wanneer zij niet te sterk is.

Om electrolytische condensatoren nauwkeurig te onderzoeken moet de bekende meting van den lekstroom uitgevoerd worden (fig. 8). Bij electrolytische condensatoren, voor hooge bedrijfsspanningen in het voedingsdeel, gebruikt men voor het meten van den lekstroom een gelijkspanning van 200 V. Meestal bedraagt de lekstroom bij goede condensatoren ongeveer 0,002 tot 0,05 mA per  $\mu F$ .

De in alle voedingsdeelen aanwezige afvlaksmoorspoelen, die vaak door de bekrachtigingswikkling van den electrodynamischen luidspreker vervangen worden, leveren eveneens een zeer onaangename kans tot kortsluiting op (geval 4). Het begin of het einde der wikkling kan over de smoorspoelkern met het chassis verbonden zijn, waardoor de geheele anodespanning van het voedingsdeel kortgesloten wordt. De hierdoor optredende stroom is meestal vrij sterk.

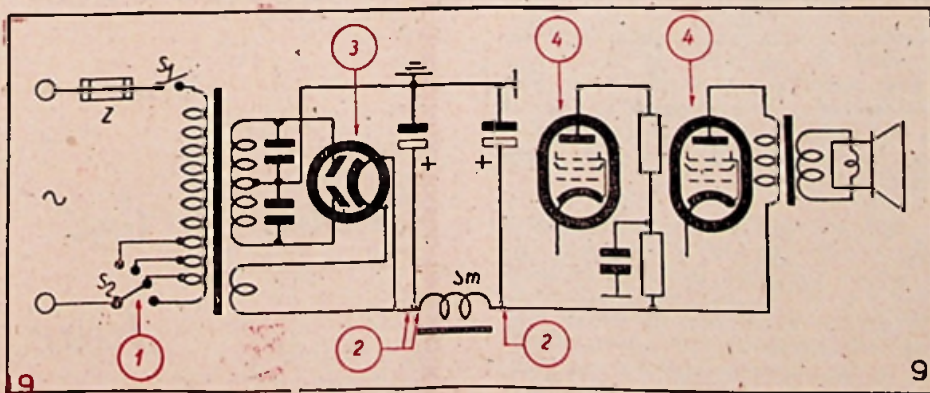


Fig. 9. — Dit schakelschema toont de fouten aan die in een wisselstroomvoedingsdeel, bij te geringe stroomopname kunnen aanwezig zijn.



Al te groote stroomopname ontstaat eveneens door kortsluiting van de gloeiwikkelingen der lampen. Deze kortsluiting kan verschillende oorzaken hebben. Daar de gloeidraadverbindingen meestal met snoer uitgevoerd worden, bestaat er gevaar, dat een kortsluiting dezer verbindingen, door isolatiefouten, vooral aan de buig- en plooiplaatsen, veroorzaakt wordt. Aan den anderen kant ontstaan vaak kortsluitingen door de schaallampjes, vooral door de lamphoudertjes en de naar de soldeerlipjes gaande verbindingen, die meestal eveneens getwijnd zijn (geval 5).

Ter vlugge opsporing van de fout maakt men achter elkaar de verbindingen met de gloeikringen der ontvanger- en schaallampjes los en controleert de gloeispanning der lampen. Wanneer de schaallampjes opflikkeren bij het losmaken van de gloeikringen der lampen, dan kan de fout in den gloeikring aanwezig zijn. Kortsluiting kan nog door vervormde solderlipjes of slechte isolatie direct aan de transformatoransluitingen ontstaan.

Een andere mogelijkheid tot kortsluiting in een wisselstroom voedingsdeel wordt tenslotte door de gelijkrichterlamp zelf geboden. Een zeer onaangename kortsluiting ontstaat wanneer door om het even welke reden, binnen in de lamp een verbinding tusschen den gloeidraad en de anode tot stand komt (geval 6). De controle is in dit geval zeer eenvoudig. Men behoeft slechts de lamp uit het toestel te nemen en den continuïteitbeproefer met de elektroden te verbinden.

Men bemerke: Het foutopsporen en herstellen moet met de grootste voorzichtigheid gebeuren, daar vele waardevolle onderdeelen van het toestel in gevaar kunnen komen. Zoo is het b.v. mogelijk dat bij doorgeslagen condensatoren  $C_1, C_2$  de gelijkrichterlamp bedorven wordt. Bij kortgesloten anodespannings- of gloeiwikkeling kan de voedingstransformator verbranden. Het voedingsdeel mag dus telkens slechts enkele minuten ingeschakeld worden en dit slechts zoolang als voor de volledige reparatie noodig is.

#### c) Te geringe stroomopname.

In tegenstelling met paragraaf b) zijn bij te geringe stroomopname geen onderdeelen van het toestel in gevaar. Het toestel werkt veel zwakker, of heelemaal niet. Hoofdzakelijk kunnen de volgende gevallen voorkomen:

- 1 - Voedingstransformator op te hooge spanning geschaakeld
- 2 - Voedingsdeel werkt onbelast
- 3 - Gelijkrichterlamp versleten
- 4 - Eén of meer lampen zijn buiten bedrijf.

Te geringe stroomopname kan door een te lage spanning van het lichtnet ontstaan.

Men kan de voedingstransformator op een lagere spanning schakelen. Het is echter geraadzaam dit niet te doen daar bij een plotseling optredende normale netspanning het toestel onder overspanning gaat werken en tenminste de lampen hierdoor lijden.

Te geringe stroomopname kan ook ontstaan wanneer de voedingstransformator van het toestel op een te hooge netspanning ingeschakeld is, b.v. op 125 V wanneer het net slechts 110 V spanning levert (geval 1). Bij het herstellen van deze fout is het geraadzaam den omschakelaar met duidelijke teekens te voorzien ten einde latere vergissingen te voorkomen.

Met een onbelast voedingsdeel heeft men eveneens een te geringe stroomopname. De fout kan in dit geval verschillende oorzaken hebben (geval 2). In elk geval is de anodespanningsleiding van het toestel ergens onderbroken. Deze onderbreking kan direct aan de aansluiting van de huls der gelijkrichterlamp, voor of na de afvlakmoerspoel S liggen. Bij wisselstroomtoestellen met electrodynamischen luidspreker en als afvlakmoerspoel geschaakelde bekrachtiging zijn vaak de verbindingen van deze laatste met den luidspreker afgerukt. Dit is meestal het geval voor alle toestellen die reeds in herstelling wa-

ren en waarbij de luidspreker en het chassis uit de kast genomen werden.

Door een spanningsmeting, die aan een gloeidraadeinde der gelijkrichterlamp begint en geleidelijk tot den uitgang der bekrachtigingswikkeling doorgevoerd wordt, kan men bijna dadelijk de plaats der onderbreking bepalen.

Soms is de gelijkrichterlamp versleten. Zij geeft nog slechts een gering vermogen (geval 3). Indien men een korte levensduur dezer lamp vaststelt, dan is in het voedingsdeel waarschijnlijk een fout aanwezig zooals onder b) beschreven. Men moet dan nauwkeurig de noodige controle's doen. Door het uitvallen van een of meerdere lampen vermindert eveneens de stroomopname, vooral wanneer het om lampen met een tamelijk sterke anodestroom gaat (b.v. eindlampen) (geval 4). Hoe aanzienlijker de vermindering der stroomopname is, des te meer lampen kunnen er uitgevallen zijn. Bij zeer sterke vermindering verdenkt men eerst de eindlamp, daar zij het grootste stroomverbruik heeft. Het is geraadzaam de lampen met een lampencontroletoestel te onderzoeken. Heeft men de beschadigde lamp gevonden dan dient nog te worden vastgesteld of in den betreffenden trap eveneens geen fout voorhanden is waardoor de lamp beschadigd werd. (Wij komen hier later uitvoerig op terug).

(Vervolgt)

Het Bestuur en de Redactie van

" DE RADIO REVUE "

wenschen aan al hunne lezers een

Vroolijk Kerstfeest

en een

Voorspoedig

Jaar 1946



# GREPEN UIT DE PRACTIJK

door A. PLANES-PY

## DE HEXODE ALS MENGLAMP

Hexodelampen zijn b.v. de E. 448 Philips en X 4122 Valvo. Ze werden destijds als menglamp gebruikt maar dit duurde niet zoo heel lang, want ze werden weldra vervangen door meer moderne lamptypes nl. heptodes en octodes. Te recht of ten onrechte werd van de heptode gezegd dat de afregeling der kringen waarin deze lamptypes gebruikt werden eenigszins moeilijk was om een regelmatige en stabiele werking te verkrijgen en om de verhoopde resultaten te bereiken.

In gewone omstandigheden zou het logisch zijn een niet goed werkende hexode b.v. te vervangen door een octode, een lamp die veel soepeler is en veel bedrijfszekerder werkt, en men zou zich niet overleveren aan een afregeling en aan het bijtrimmen der kringen, wat steeds heel wat werk vraagt. Thans, nu de menglampen zeer zeldzaam zijn, is men daarop echter toch aangevoelen daar men wel verplicht is om al het mogelijke te halen uit de beschikbare lamptypes.

Het blijkt ons dan ook niet overbodig hier enkele bijzonderheden te verschaffen over hexode-convertereschakelingen.

Het is wel waar dat, in tegenstelling met een vrij algemeen bevestigde meening, een hexodelamp vrij gemakkelijk genereert, maar dat de oscillatorspoelen daartoe geschikt moeten zijn terwijl de spanningen waarmee de lamp werkt dienen aangepast te zijn.

Sommige constructeurs hebben destijds afstem-oscillatorblocs in den handel gebracht die speciaal voor deze lampen ontworpen werden; de karakteristieken dezer blocs waren nagenoeg gelijk aan die welke vereischt zijn voor mengschakelingen met twee lampen.

Doorgaans heeft men er het meeste belang bij de hieronder opgegeven waarden zoo dicht mogelijk te volgen:

plaatspanning modulatordeel	220 V ong.
schermroosterspanning	100 tot 150 V
plaatspanning oscillatordeel	50 tot 70 V
kathodeweerstand	600 $\Omega$
lekweerstand van het oscillatorrooster	50.000 $\Omega$

De terugkoppeling is eenigszins kritisch, ze mag niet te sterk worden teneinde ondragelijke fluittoontjes te voorkomen bij de ontvangst der verschillende uitzendingen. De terugkoppeling wordt dan ook in het afstembloc verminderd indien dit gebrek voorkomt.

Enkele proeven en afregelingen met behulp der aangegeven vertrekwaarden leveren weldra en zeer behoorlijke en normale werking op en met wat meer handigheid kan de hexode zelfs puik als menglamp functionneeren.

A. P. P.

## HET AMALGAMEEREN VAN ZINK VOOR NATTE CELLEN

Tengevolge der zeldzaamheid van bouwdeelen is men herhaaldelijk verplicht terug te gaan tot eenigszins verouderde methodes en tot uit de mode geraakte gebruiken. Daaruit volgt vaak dat een grootere plaatsruimte noodig is terwijl minder confort een bijkomend verschijnsel is. De resultaten kunnen echter goed blijven en dan worden de hierboven opgesomde ongemakken gemakkelijk vergeten.

Zoo wordt o.a. de oude Leclanchécel met vloeistof weer actueel, want droge cellen zijn bijna onvindbaar of, indien men er zich toch kan aanschaffen, zijn ze van zulke miserabele kwaliteit dat ze practisch niet bruikbaar zijn. Dit is het gevolg van het gebrek aan de noodige hoeveelheid depolariseerende stof en van de onvoldoende kwaliteit. De levensduur van een dergelijke cel wordt daardoor tenzeerste ingekort; zelfs in open kring. Daarentegen werkt de oude Leclanchécel met vloeibaar electroliet, die vóór éttelijke jaren gebruikt werd voor onze elektrische schel-inrichtingen, gedurende zeer langen tijd zonder andere onderhoudszorgen dan af- en toe een kleine toevoeging van water en enkele reinigingen.

Leclanchécellen kan men zelf vervaardigen, indien men den poreuzen pot vervangt door een linnen zakje, wat trouwens beter is vermits de inwendige weerstand vermindert.

Gewoon amoniakzout (amoniumchloride) is eveneens bijna onvindbaar, maar men kan dit zout vervangen door natriumchloride (d.i. keukenzout) en er dezelfde dosis van gebruiken, nl. 80 tot 100 gr. per liter. De reiniging van de cellen moet dan wel meermaals gebeuren daar gemakkelijker zoutkristallen gevormd worden.

Meestal moet ook de oorspronkelijke zink-electrode vervangen worden, daar ze gemakkelijk afbrokkelt. Om dit te vermijden moet het zink geamalgameerd worden en hiervoor geven we de drie klassieke methodes op.

De zinken plaat of staaf moet vooraf zeer zorgvuldig gereinigd worden.

De eerste methode bestaat in het inwrijven van de zink-electroden met een zeer geconcentreerde oplossing van kwiksulfaat.

De tweede methode voor het amalgameeren is als volgt: Het zink wordt ingewreven met geconcentreerd zwavelzuur, vervolgens met kwikzilver, dit is vrij ongemakkelijk want men mag het zuur niet met de vingers aanraken, terwijl anderzijds het kwikzilver zoo vloeibaar is en kogeltjes vormt, dat aan inwrijven practisch niet te denken is. In elk geval doet men deze bewerking boven een vrij hooge niet-metalen kom of pot om te voorkomen dat het neervallende kwik niet in oneindig veel kleine druppeltjes verdeeld zou worden, die tot in de verst afgelegene hoeken wegspringen en rollen.



Tenslotte de derde methode : Men dompelt de te amalgameeren zink gedurende enkele seconden in een warme als volgt samengestelde oplossing : Men lost warm op : twee deelen kwikzilver in één deel koningswater. Nadat het metaal is opgelost voegt men vijf deelen chloorwaterstofzuur bij. Terloops zij er aan herinnerd dat koningswater een mengsel is bestaande uit gelijke deelen salpeterzuur en chloorwaterstofzuur.

A. P. P.

### SCHAKELING VAN AFVLAKCONDENSATOREN

De hierna volgende aanbeveling kan op het eerste zicht primitief en zelfs onnoodig toeschijnen, maar op het einde van dit korte artikelje zullen we zeggen waarom we eraan gehouden hebben deze bijzonderheid te doen opmerken.

In de hierbijgaande figuur geven we het zeer klassieke schakelschema van een plaatspanningsapparaat dat voor elke ontvanger kan dienen onverschillig of de gelijkrichterlamp direct of indirect verhit is.

Men mag niet vergeten dat de **bedrading** van een ontvanger niet altijd letterlijk overeenstemt met het theoretische schakelschema. Zoo wordt b.v. een snoer gebruikt als verbinding tusschen den transformator en de gloeidraadklemmen van den lamphouder der gelijkrichterlamp V. De  $\pm$ klem der hooge spanning ( $\pm H$ ) wordt verbonden met de bekrachtiging E van den luidspreker, ofwel met een afvlakmoorspoel. Deze kan worden verbonden met een klem van den lamphouder of wanneer dit gemakkelijker is, en dit is meestal zoo met één der soldeerlipjes van den transformator die met dezen lamphouder verbonden zijn, b.v. punt A van de figuur. Daarentegen echter wordt de eerste afvlakcondensator  $C_1$  bijna altijd verbonden met den lamphouder want de condensator bevindt zich er dicht bij, terwijl de afstand naar de soldeerlipjes van den transformator grooter is. Indien condensator  $C_1$  nu toevallig met **hetzelfde uiteinde** van den gloeidraad verbonden is dan E, hetzij in punt A dan is alles volmaakt, maar het kan voorkomen dat men door onoplettendheid  $C_1$  met het andere uiteinde van den gloeidraad verbindt, hetzij in B. In dergelijk geval komt het vaak voor dat het toestel lichtjes bromt en het is reeds herhaaldelijk gebeurd dat naar de oorzaken van dit brommen meerdere uren dienden gezocht te worden.

De bijgaande figuur heeft betrekking op een direct verhitte lamp. Indien de gelijkrichterlamp indirect verhit is, dan ligt het voor de hand dat de hoogspanningsklem en condensator  $C_1$  moeten verbonden worden met het uiteinde van den gloeidraad dat tevens met de kathode verbonden is. Indien deze verbinding tusschen kathode en gloeidraad in den lamphouder zelf moet verwezenlijkt worden (gelijkrichterlamp EZ3 en EZ4 b.v.) dan zal men er steeds zorg voor dragen dat de twee hierboven vermelde verbindingen bevestigd worden aan het uiteinde van den gloeidraad waarmede de kathode verbonden wordt.

Indien we zooveel belang gehecht hebben aan deze kleine bijzonderheid dan is dit alleen omdat we zoo vaak de fout hebben zien maken tengevolge van het feit dat de voedingstransformator steeds met snoerdraad verbonden werd met de gelijkrichterlamp en dat de verbindingen met E en C<sub>1</sub> onverschillig gemaakt werden met de soldeerlipjes voor den gelijkrichtergloeidraad, hetzij op den transformator zelf of op den lamphouder.

A. P. P.



## PUBLICITEIT VOOR EEN REPARATIEZAAK

Onze medewerker, H. Janssens, vestigde onze aandacht op de publiciteit van een radiozaak in één onzer grootsteden.

Buiten een degelijke publiciteit door middel van plakbrieven moet ook het uitstalraam van een gespecialiseerde zaak aan de heerschende toestanden aangepast worden.

Enkele dagen geleden verwekte het uitstalraam van een reparatiewerkhuis een bijzondere vroolijkheid bij de voorbijgangers. Naast een waschplank, een emmer, een borstel en andere dingen die tot den groote schoonmaak behooren, stond een ontvanger met de rugzijde naar de straat. Naast het toestel bevond zich een plakkaat met den volgenden tekst :

« Uw toestel heeft een rugzijde met gaten, om de, door de lampen en andere bouwdeelen opgewekte warmte, af te voeren. Door deze gaten dringen echter ook stof, insecten enz. en zetten zich in het toestel vast. Stofdeeltjes kunnen door zekere invloeden geleidend worden en een verzwakking of vervorming der ontvangst veroorzaken. Daarom is het noodig het toestel regelmatig door een vakman te laten reinigen. »

Een ander uitstalraam was ingericht voor de reparatieafdeeling van de firma. Een plakkaat met den volgenden tekst was aanwezig :

« Wij leveren goed werk. — Een zieke ontvanger is bij ons in goede handen. Onze moderne controle-inrichting maakt het mogelijk de fout vlug te vinden en het toestel tot de beste ontvangst af te regelen. Even gewetensvol als ons werk is ook onze rekening. Hier wordt geen centiem meer opgeschreven dan volstrekt noodig. »

Wij brengen deze kleine mededeeling graag daar wij weten, dat deze wijze van bediening in de toekomst veel vruchten zal afwerpen en daar wij meenen dat de radiotechnici heel correct met hun klanten moeten omgaan, om het vertrouwen der luisteraars te behouden.



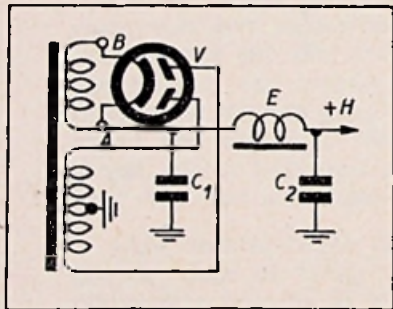


Fig. 1 9



# In welke richting vloeit de Anodestroom ?

door JOH.

Vraagt men iemand : « Hoe ontstaat de anodestroom ? — In welke richting vloeit hij ? », dan bekomt men meestal tot antwoord : « De gloeidraad van een lamp zendt electronen uit, die op de anode terecht komen. Deze electronenstroom vormt de brug waarover de anodestroom door de hoog-vacuümlamp vloeien kan. De anodestroom zelf wordt door de anodebatterij geleverd en vloeit van de pluspool der batterij over de anode naar de kathode der lamp, en naar de minpool van de batterij terug ». Dit is de klassieke theorie die ook vandaag nog in bijna alle scholen aangeleerd wordt, en die men zelfs in de meeste leerboeken kan terugvinden. Men stelt zich het verschijnsel binnen in de lamp voor als in fig. 1 schematisch is voorgesteld.

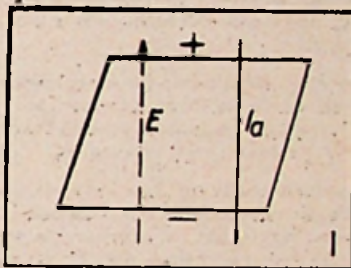
Is dat dan juist ? Vloeit werkelijk de anodestroom binnen in de lamp van de anode naar de kathode in tegengestelde richting, als de door de kathode uitgezonden electronen ? Deze theorie gaat uit van de veronderstelling dat een door een generator geleverde stroom van de pluspool van den generator uit over een uitwendige stroomkring naar de minpool terugkeert. Dit is de stroomrichting van den positieven stroom. Dit is echter niet geheel juist : er bestaat helemaal geen vrije positieve electriciteit. De hoofdbestanddeelen van de electriciteit zijn de electronen, en deze zijn negatief electrisch. Positieve electriciteit is steeds aan de stof gebonden, m.a.w. zij is in werkelijkheid slechts een schaarste aan electriciteit, een electronenarmoede. Worden uit een atoom, één of meerdere electronen verwijderd dan is dit atoom niet meer electrisch neutraal, maar wel electronenarm, of positief. Uit het neutrale atoom is een positief ion ontstaan. Dit laatste bezit de eigenschap om de ontbrekende electronen weer op te vangen of, om naar een negatief geladen plaats over te « springen », waar vele vrije electronen aanwezig zijn. De vrije electronen echter bezitten de neiging om zich naar een electronenarme plaats te begeven, waar zij zich met ionen tot atomen kunnen vormen — dus tot een positief geladen pool.

Een zuivere electrische stroom, m.a.w. een uit electronen bestaande stroom kan dus slechts van de kathode naar de anode vloeien. Een stroom van de anode, van de pluspool naar de kathode, (—pool) zoals in fig. 1, kan slechts vloeien wanneer hij uit ionen bestaat. Uit de pluspool van een generator kunnen nooit electronen vertrekken, daar in dit laatste punt steeds electronenarmoede heerscht. De electronen kunnen slechts uit de electronenrijke minpool vertrekken en over den buitensten stroomkring (deze bestaat in ons geval uit een lamp en een anodeweerstand) naar de pluspool der batterij vloeien ; dit is juist het omgekeerde van wat in de scholen geleerd wordt.

Dat men tot een dergelijke verkeerde theorie van den stroom kwam heeft bepaalde oorzaken. Het eerste wat men van electriciteit bemerkte waren niet de electronen, — de eigenlijke electriciteit — maar wel de verschijnselen die bij electronenarmoede optreden. Men nam aan dat de richting van den stroom ging van de pool waar deze verschijnselen het sterkste waren naar de andere pool. Als men later nog een andere soort electriciteit ontdekte, noemde men de eerste soort de positieve, en de tweede soort de negatieve electriciteit.

Niets belast sterker onze hersens dan de traditie. Het is dan niet te verwonderen dat het bij deze klassieke theorie bleef, alhoewel men steeds meer bekende dat deze niet juist was. Interessant is het hoe de moderne geleerden over dit probleem strijden. In de meeste leerboeken bleef men bij de klassieke theorie, of men maakte een verschil tusschen de juiste stroomrichting en de technische stroomrichting. Soms zegde men ook dat de klassieke theorie wel verkeerd is, maar dat het zonder belang is hoe men zich de stroomrichting voorstelt, daar de werking in beide gevallen dezelfde is.

Interessant is de theorie van enkele oudere leerboeken. Volgens deze laatste vloeit binnen in de lamp slechts een electronenstroom, dus van de kathode naar de anode. Hierdoor wordt een deel der positieve lading van de anode gebonden, en geschiedt een nalevering van positieve electriciteit van de batterij naar de anode, om de oude anodespanning te behouden. Men bekomt hier dus twee halve stroomkringen : één van de kathode naar de anode (negatieve electriciteit) en een van de batterij naar de anode (positieve electriciteit). Desondanks is deze theorie even verkeerd als de klassieke, daar ook zij een positieve stroom als voorwaarde stelt. Slechts weinige geleerden durven met de oude overleveringen te breken om konsekvent te zeggen : « Er bestaat slechts één enkele stroomrichting en dat is de richting van den stroom naar de electronen ». In tegenstelling tot de leerboeken wordt op het oogenblik echter in de meeste wetenschappelijke werken de stroomrichting juist voorgesteld.



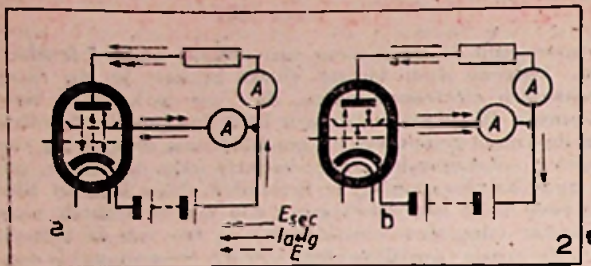
Men bedenke welke wirwar van stroomen volgens de klassieke theorie in de lamp zou moeten vloeien. Nemen wij een vrij gemakkelijk geval : een schermroosterlamp bv. met  $V_{g1} = 0$  V. Van de door de kathode uitgezonden en aan de emissie deelnemende electronen komt een klein deel op het stuurrooster terecht, een grooter deel op het schermrooster en het grootste deel op de anode. De op de anode neerstortende electronen doen daar secundaire electronen vrij komen, waarvan wel de meeste op de anode terug storten, maar enkele ook op het schermrooster. Wij hebben dus bijgevolg vier electronenstromen, drie primaire en een secundaire electronenstroom. Tot dusver zijn de verhoudingen duidelijk en overzichtelijk. Men stelle zich nu echter voor dat hier nog de « technische stroomen » in de tegengestelde richting bijkomen : een roosterstroom, een schermroosterstroom en een anodestroom. Men zou hier dus zeven stroomen hebben die doorelkaar in de lamp zouden vloeien.

Waarom iets moeilijk maken als het eenvoudig kan ? Hoe is nu echter de werkelijke toestand in de lamp ?

Eigenlijk zijn er twee generatoren die een stroom leveren : de lamp zelf (zij verwekt een electronenstroom), en de anodebatterij (deze laatste wordt opgebruikt). De lamp werkt met de  $EMK = \sqrt{V} \times V$  en weerstand  $R_1$  als een generator. De door de kathode uitgezonden electronen landen met groote kracht op de positieve electronen, dus vooral op de anode, en geven daar hun snelheid aan de in het anodemetaal bevindende electronen af, verwarmen dus dit laatste. Het totale aan de anode afgegeven vermogen is evenredig met de electronenstroomsterkte  $\times$  de doorloopen spanning tusschen de kathode en de anode. De baan van de uitgezonden electronen is op de anode ten einde, het totale opgewekte vermogen wordt in de anode verbruikt. De lamp is dus niet in den gebruikelijken zin een gelijkstroomgenerator, want zij kan geen stroom leveren aan een uitwendige stroomkring. Zij gedraagt zich, ten opzichte van den gelijkstroom als een weerstand van de waarde : anodevermogen (dat telkens bekend is) gedeeld door  $I^2$ . Terwijl een normale ohmsche weerstand zich op de



gansche lengte gelijkmatig verwarmt, concentreert de warmte van een lamp zich slechts aan het positieve einde dus op de anode (en op het schermrooster).



De zich in de anode bevindende electronen, die door de daarop botsende electronen een extra snelheid bekomen, vloeien nu (over den uitwendigen anodeweerstand) naar de batterij terug, waar zij aan de chemische omvorming deelnemen. Van de minpool der batterij vloeien dan electronen naar de kathode. Electronenstroom en batterijstroom vormen dus gezamenlijk een gesloten stroombaan. De emissiestroom, dat is de stroom die de kathode naar de andere electroden uitzendt, verdeelt zich dan nog in roosterstroom, schermroosterstroom, anodestroom, enz.

De som van deze stroomen, die men tusschen de minpool der batterij en de kathode kan meten, — de kathodestroom, — is gelijk aan den emissiestroom. De verklaring van dit geval is zeer eenvoudig.

Met de schermroosterlamp kan men de juistheid van deze theorie en de onjuistheid der klassieke theorie eenvoudig bewijzen. Heeft het schermrooster ongeveer hetzelfde of een hooger potentiaal dan de anode, dan ontstaat binnen in de lamp een secundaire electronenstroom van de anode naar het schermrooster. Voor secundaire electronen geldt de voorheen besproken theorie echter niet, zij verwarmen de electroden waarop zij aanbotsen bijna heelemaal niet. Indien zij niet van het schermrooster kunnen afvloeien en geen terugweg naar de anode hebben, dan zouden zij op het schermrooster ophoopen, m.a.w. het potentiaal van het schermrooster zou verminderen. Daar echter een verbinding van het schermrooster over den uitwendigen anodeweerstand naar de anode bestaat, kan een secundaire electronenstroom ontstaan, die (binnen in de lamp) van de anode naar het schermrooster en vervolgens (in den uitwendigen stroomkring) over den anodeweerstand naar de anode vloeit, zonder dat in dezen stroomkring een batterij geschakeld is. Deze stroomkring en zijn richting is zeer duidelijk (fig. 2). Zou nu de anodestroom volgens de klassieke theorie van de pluspool der batterij naar de anode en dan naar de kathode vloeien dan zou de schermroosterstroom van de batterij naar het schermrooster en dan naar de kathode vloeien. In den anodekring zou de anodestroom en den secundaire electronenstroom moeten samengeteld worden en in den schermroosterkring zou men de secundaire electronenstroom en den schermroosterstroom, van elkaar moeten aftrekken. Zou men in een dergelijken kring een instrument aanbrengen dan moest bij de vorming van secundaire electronen de anodestroom vermeerderen en de schermroosterstroom verzwakken, (fig. 2a). In werkelijkheid is het echter omgekeerd. Hebben zich secundaire electronen gevormd dan vermindert de anodestroom om het bedrag van den secundaire electronenstroom, en den schermroosterstroom (tusschen schermrooster en batterij gemeten) verhoogt met dit bedrag. Een bewijs daarvoor, dat de stroomen vloeien volgens fig. 2b en dat de klassieke theorie van het stroomverloop verkeerd is.

## PERSOVERZICHT

Onder de zeldzame technische werken, die na het einde der vijandelijkheden verschenen zijn, neemt het handboekje van A. PLANES Py en J. GELY, over praktische metingen van weerstanden capaciteiten en inductie, een zeer vooraanstaande plaats in, niet zoo zeer voor de keuze van het onderwerp, maar vooral voor de uitzonderlijke volledige en juiste wijze waarop het onderwerp behandeld werd.

Het boek is opgesteld op de aan de auteurs eigen wijze. Er is een volmaakte orde in de verdeling der stof; het boek bevat talrijke schakelschemas en bouwplannen met alle bijzonderheden, en het nieuwe boek volledigt een verzameling van reeds 9 eenheden, die sinds lang een groote vermaardheid verkregen heeft bij de constructeurs van radiomateriaal en bij de radio-technici in het algemeen.

In een korte boekbespreking is het niet mogelijk de geheele stof van dit zeer uitvoerige werk te resumeren; ziehier slechts de korte inhoud:

I. — Begrippen over metingen met gelijkstroom en met wisselstroom.

II. — Het meten van weerstanden met behulp van gelijkstroom: beschrijving en gebruik van Ohmmeters.

III. — Gelijkstroommeetbruggen vanaf de Wheatstonebrug tot en met de brug voor rechtstreeksche aflezing van de waarde der weerstanden.

IV. — Eenvoudige metingen der impedanties en capaciteiten alsmede van de wederzijdsche inducties op lage frequentie.

V. — Algemeene begrippen voor het gebruik van wisselstroommeetbruggen op lage frequentie.

VI. — Belangrijkste wisselstroommeetbruggen en hun gebruik. Het meten van de capaciteit, der zelfinductie en der wederzijdsche inductie. Frequentiebruggen. Brug van Hay. Het meten van electrolytische condensatoren.

VII. — Beschrijving van twee eenvoudige meetbruggen voor een frequentie van 50 Hz.

VIII. — Bouwbeschrijving van een universeele meetbrug.

IX. — H.F.-metingen: 1) algemeene methodes en metingen.

X. — H.F.-metingen: 2) bijzondere meetmethodes en metingen: het meten der capaciteit met behulp van een lampvoltmeter. Meting van de eigencapaciteit eener spoel. Het iken van een golfmeter. Het meten van factor Q. Verliesmetingen aan een condensator of een dielectrische stof. Meting van de werkzame weerstand in het H.F.-gebied. Meetdynatron. Spoelvergelijker.

XI. — Aanhangel. L.F.-generator voor wisselstroommeetbruggen. Kathodestraalindicator voor wisselstroommeetbruggen. Lampvoltmeter met gestabiliseerd voedingsdeel voor H.F.-metingen.

We zijn er van overtuigd dat om het even welke lezer met dit boek geen enkele ontgoocheling zal oploopen, want het is zóó geschreven dat iedereen het begrijpen kan. Niet alleen het beginsel der moderne meetmethodes wordt erin behandeld, maar er worden eveneens buitengewoon talrijke toepassingsmogelijkheden in voorgescreven.

De schrijvers hebben nochtans het zeer goede gedacht gehad de wiskundige afleiding der formules eveneens te publiceren ten gerieve van hen die gelijkaardige uitzettingen kunnen volgen en er genoeg in vinden.

M. D.



# BON

(Voor de Redactie).

In welke artikels stelt U het meest belang?

Welke onderwerpen zoudt U graag behandeld zien?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

# MEDEDEELING aan onze cursus deelnemers

Wij brengen ter kennis van al de belanghebbers dat de studentenkaarten eerstdaags verzonden worden. Gelieve dus met het inzenden van de te verbeteren werken nog te wachten.

Millimeterpapier beschikbaar.

Papier voor het maken der oplossingen beschikbaar.

Het Beheer.



# CURSUSBON

2

NAAM (in drukletters) .....

VOORNAMEN .....

..... straat, Nr .....

te .....

Prov.....

Verlangt ingeschreven te worden als cursist voor den leergang der Radio Revue.

De volgende inlichtingen zijn nauwkeurig en volledig te beantwoorden :

Geboren den ..... te ..... prov.....

Gedane studiën .....

Verworven diploma's .....

Welk bedrijf (of bezigheid) oefent U thans uit? .....

.....

*Handteeken.*

..... den .....



**Alle**



**Electrische**

**MEETINSTRUMENTEN**

**Laboratoria VANDAMME**

**Amerikalei, 188**

**ANTWERPEN — Tel. 751.59**

