

De Radio-Revue  
12 nrs 10 gulden  
POSTWASSEL of POSTGIRO  
INTERN - HILVERSUM

AUGUSTUS 1946

MAANDELIJKS

DE

# RADIO REVUE

7

## INHOUD

- Exporteeren.
- De frequentie-modulatie.
- Het foto-electrisch effect.
- Lampvoltmeters.
- Radio-cursus.
- Wiskunde en grafische oefening voor der radio-technicus.
- Cursus van werkhuis- en radio-technologie.
- Nieuwe schakeling voor automatische sterkteregeling.
- De « Exstat »-antenne.
- Een nieuwe toonafnemer.
- Methodisch foutzoeken.
- Bibliografie.

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



PRIJS : 30 FR.

# BIBLIOGRAFIE

(vervolg van N° 6).

12) *Determining Q of capacitors.*  
*Q-bepaling van capaciteiten.*  
(E. L. Pepperberg, Electronics, Sept. 1945. Vol. 18, n° 9, blz. 146-148.)

Een grafiek geeft aan hoe men, door middel van een eenvoudige rekenmethode, de Q van gelijk welke capaciteit kan berekenen, wanneer men vooraf een meting met gewonen laboratoria Q-meter heeft gedaan.

13) *Vermogen-meting bij zeer hoge frequenties.*  
(W. Maron, Electronics, 1945. Vol. 18, n° 10, blz. 216-217.)

Metingen voor een bereik van 20-40 W bij 100 MHz, door middel van een 60 W 110 V lamp (weerstand ongeveer 70 ohm). De lichtsterkte wordt gemeten door middel van een photocel. De lamp wordt geijkt met hoogfrequent wisselstroom.

14) *Transient peak voltmeter.*  
(C. Ryerson, L. M. Aronson, Electronics, Sept. 1945. Vol. 18, n° 9, blz. 110-111.)

De amplitude van enkele korte impulsen wordt gemeten door de transientspanning te versterken, daarna laadt men een capaciteit door een diode heen. De condensator houdt deze spanning op, lang genoeg om toe te laten de meting uit te voeren door middel van een brug-gelijkspanningsvoltmeter voorzien van een 0-200  $\mu$ A-meter. Het meetbereik loopt over 1,5 ; 10 en 20 V volle schaaluitslag en het toestel is door het wisselstroomnet gevoed.

15) *Eenvoudige methode voor het meten van vervormingen in L.F.-zenders en -versterkers.*  
(L. W. Smith (R. S. G. B. Bull, Nov. 1945. Vol. 21, M5, blz. 71-72.)

De uitgang van den versterker wordt over een potentiometer geleid naar een brugschakeling, welke kan gebalanceerd in een versterker bezit met een hoog rendement en een visuele aanduiding als detector. Met de aanwezige grondfrequentie wordt dezelfde aflezing op den potentiometer bekomen door bijregeling. De twee potentiometeraflezingsen geven de verhouding van de harmonischen tot de volle golf weder.

16) *Meetinstrumenten — Brugschakeling met niet-lineair element.*  
(M. Levy, Wireless Engineer, Jan. 1946. Vol. XXIII, n° 268 blz. 3-7.)

Wanneer een gelijkspanning op een diagonaal wordt aangebracht, ontstaat een fractie in de andere diagonaal. Twee methoden zijn beschreven, welke ons toelaten deze storende spanning uit te balanceren. De eerste bestaat er in een aangepaste polarisatiespanning van het niet-lineaire element toe te kennen. De tweede door de stroom-spanningskarakteristiek van het niet-lineaire element over te dragen op een der drie andere armen van de brug. Dit kan verkregen worden door een schakeling van weerstanden en neonbuis. Wanneer de brug in dezen zin gebalanceerd is, is zij niet meer onderhevig aan de spanningsschommelingen der voeding en zal alleen reageeren voor het haar toegekende ingangssignaal. Met deze schakeling kan men een grootere gevoeligheid verkrijgen, zonder gestoord te worden door de voedingsbronschommelingen.

## FREQUENTIEMODULATIE

1) *Alignement des récepteurs à modulation de fréquence.*

*Trimmen der ontvangers met frequentie-modulatie.*  
(Cahier de Toute la Radio, n°, door M. Besson.)  
Blok-schema van den ontvanger met frequentiemodulatie. Uitleg omtrent afregeling.

2) *Un modulateur de fréquence simple pour l'alignement à l'oscillographe cathodique.*

*Een eenvoudige frequentiemodulator om te gebruiken met een oscillograaf.*

(Cah. de Toute la Radio, n° 2, 1945, door W. Sorokine.)

*De frequentiemodulatie.*

3) *La télévision française.*

(Door R. Aschen. October 1945.)

We krijgen hier de behandeling van de frequentiemodulatie met voor- en nadeelen en tevens een figuurlijke voorstelling.

4) *Modulation de fréquence.*

*Frequentiemodulatie.*

(Door P. Besson, O. E. Jan. 1946.)

De auteur vangt in dit nummer een tamelijk uitgebreide studie aan der frequentiemodulatie, die naar de hieronder volgende samenvatting belooft volledig en interessant te zijn.

*Samenvatting. — EERSTE DEEL :*

*Hoofdstuk I. — Inleiding.*

*Hoofdstuk II. — Geschiedkundige gegevens.*

*Hoofdstuk III. — Principe der frequentiemodulatie.*

- A) — Bepaling van de «oogenblikkelijke frequentie».
- B) — Phase- en frequentiemodulatie.
- C) — Grafische voorstelling.
- D) — Overgang van frequentiemodulatie naar phase-modulatie en omgekeerd.

*Hoofdstuk IV. — Het voortbrengen van frequentiegemoduleerde trillingen.*

- A) — Verandering der elementen van een auto-oscillator.
- B) — Verandering der elementen van de versterkertrap.
- C) — Lampen met veranderlijke reactantie.
- D) — Andere modulatiesystemen.
- E) — Geval der centimetergolven.
- F) — Versterking, frequentievermenigvuldiging en frequentieverandering.
- G) — Vermogen en rendement van een zender met frequentiemodulatie.

*Hoofdstuk V. — Spectrum der frequentiegemoduleerde trillingen.*

- A) — Algemeene begrippen.
- B) — Geval van een enkele modulatiefrequentie.
- C) — Geval van twee modulatiefrequenties.
- D) — Geval van verscheidene modulatiefrequenties.
- E) — Combinatie van frequentie- en amplitudemodulaties.

*Hoofdstuk VI. — Ontvangst van frequentiegemoduleerde trillingen.*

- A) — Versterking en frequentieverandering.
- B) — Discriminator.
- C) — Begrenzer.

*Hoofdstuk VII. — Vergelijking van frequentie- en amplitudemodulatie in den ontvanger.*

- A) — Storing van twee naburige frequenties.
- B) — Storing van twee verwijderde frequenties.
- C) — Grondgeruisch.
- B) — Storingen.
- E) — Bijzonder geval der radiodiffusie.

*Hoofdstuk VIII. — Voortplanting der frequentiegemoduleerde golven.*

*Hoofdstuk IX. — Voor- en nadeelen der frequentiemodulatie van amplitudemodulatie.*

(Vervolg 3de omslagblad.)

DE

N° 7 — AUGUSTUS 1946

# RADIO

MAANDBLAD

BEHEER EN REDACTIE :  
PRINS LEOPOLDSTRAAT 28  
ANTWERPEN

# REVUE

Prijs per nummer : 30 fr. — Abonnement : 340 fr. voor 12 nrs.  
Uitgave van « Algemeene en Technische Boekhandel P. H. BRANS ».  
Postcheckrekening Brussel 485811 —

## EXPORTEEREN

### JAARBEURZEN HIER EN ELDERS

De tijd is daar dat men weer gaat denken aan jaarbeurzen, tentoonstellingen of « salons », zooals de Brusselaar dat in de hem eigen taal noemt.

Wat Utrecht, Parijs en Leipzig in de Lente van dit jaar presteerden is ons nog vreemd.

Onze regeerders laten door hun mannetjes van de pers af en toe wel schrijven dat hier in België alles koek en ei is, maar voor ons telt al dat gepraat en geschrijf niet, voor ons telt alleen het feit dat wij er niet kunnen toe komen hetzelfde te doen als in andere landen waarover het heet dat zij er slechter voor staan dan wij, waar nog meer zou verwoest en weggegap zijn dan hier, en meer andere kletspraat.

Op het eerste zicht zouden wij des te meer respect voor die landen moeten hebben :

- 1) Omdat zij dingen presteeren die wij blijkbaar niet kunnen verwezenlijken ;
- 2) Omdat hun regeeringen en hun administraties consequent de voorgenomen programma's doorvoeren met alle beschikbare middelen en met den geest van absolute samenwerking tusschen besturen en ondernemingen.

Een vorige regeering heeft beweerd, dat we aan export moeten doen. Dát is een waarheid als een koe waarover niet eens te praten valt ; dat snapt iedereen en de nijveraars en handelaars hebben zich ongetwijfeld reeds veel moeite getroost om dit te bereiken.

Van onze vorige regeeringen kan echter niet hetzelfde gezegd worden ! Heel het doen en laten van regeerders en ambtenaren (de plaag des tijds) heeft niets uitgehaald, wèl integendeel.

Propaganda in het buitenland werd door de regeering niet of stellig ondoelmatig gevoerd, want juist de beste propaganda is een Jaarbeurs.

Waarom wij geen officieele Jaarbeurs hadden behoeven wij niet eens te weten. Praten naast de kwestie helpt toch niet en wij hebben trouwens uitvluchten genoeg gehoord, wij oordeelen alleen de feiten.

Dit is helaas niet alles ! Zoodra een zakenman op eigen initiatief aan het buitenland kan leveren, dan pas begint de groote miserie. Een massa for-

maliteiten zijn te vervullen tot het verkrijgen van vergunningen, vaak zonder ander resultaat dan een of meer onbeantwoorde brieven of toezending van een pak formulieren.

Er omheen vertellen dat de beheeren overbelast zijn, helpt niet. Er is maar één middel, ze dan maar ontlasten, de procedure vereenvoudigen al moest de wedde der overtalrijke ambtenaren beschouwd worden als werkeloostensteun, want wie nutteloos of hinderend werk verricht is even onrentabel als een werkeloze.

Het zou dan niet lang duren of de ambtenaren zouden een betrekking in handel of nijverheid vinden, althans voor zoover ze nog niet te ver door beroepsmisvorming aangetast zijn.

Als wij moeten exporteeren, en nog eens, daarover is het iedereen eens ! dan moet alles wat daarop betrekking heeft, van het aanschaffen der grondstof tot de verzending over de grens vereenvoudigd en aangemoedigd worden. Dát is de eenige weg ! Een der groote factoren voor den uitvoer is de bekendmaking der beschikbare producten in het buitenland, en het beste middel hiervoor zijn de Tentoonstellingen, Jaarbeurzen, Salons of hoe het ook genoemd wordt.

Brussel heeft dat niet ingezien, of heeft niet het noodige gedaan. Nu komen aandraven dat ze niet konden omdat bepaalde hinderpalen in den weg lagen, kunnen wij niet aanvaarden. Indien die hinderpalen niet uit den weg konden geruimd worden dan bewijst dit alleen maar dat onze regeerders ook op dát punt te zwak waren, ofwel moeten ze toegeven dat ze er niets voor deden, ze hebben de keuze.

Wij hebben geen leedvermaak bij een nederlaag van den een of den andere, maar wij juichen toch het feit toe dat Gent en Luik, dank zij **privaat initiatief**, toch Jaarbeurzen zullen hebben. Misschien zal er niet alles tip top zijn of het zal niet dát grootsche opzet hebben van een officieele Jaarbeurs, maar wij wenschen bij voorbaat de inrichters geluk om hun **initiatief**. Dát is opbouwen !

Wat onze regeeringen sinds de bevrijding deden is **negatief** !

P. H. B.

# DE FREQUENTIE - MODULATIE

door H. T., J. H. en E. P.  
(Vervolg van blz. 170)

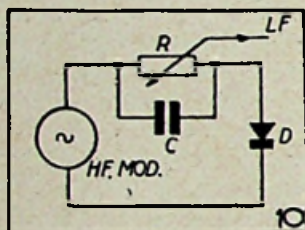
## HOOFDSTUK III

### DE DEMODULATIE DER

#### FREQUENTIE-GEMODULEERDE SIGNALLEN.

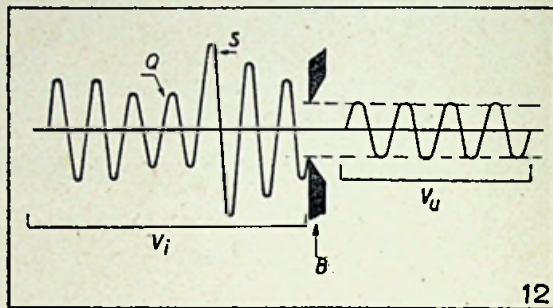
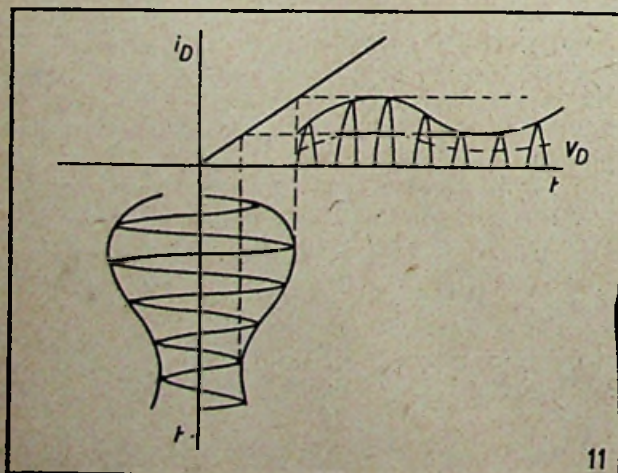
De detectie — omgekeerde bewerking der amplitude-modulatie — bestaat in het afzonderen van de L.F.-componente van haar draaggolf. Ze wordt verwezenlijkt door middel van organen met asymmetrische conductibiliteit (kristaldetectoren, dioden, trioden...) en selectieorganen (R. C.-systeem) (fig. 10 en 11). Ze zet dus de amplitudevariatiies om in L.F.-spanningsvariatiies.

We zien onmiddellijk in, dat dezelfde methode niet bruikbaar is voor de in frequentie gemoduleerde signalen aangezien hun amplitude constant blijft. In dit geval moeten we de frequentievariatiies omzetten in spanningsvariatiies. Deze bewerking zullen we de demodulatie



noemen, om ze te onderscheiden van de detectie. Einddoel van de demodulatie en van de detectie is natuurlijk hetzelfde. Het demodulatieorgaan zullen we demodulator, discriminator of omvormer noemen.

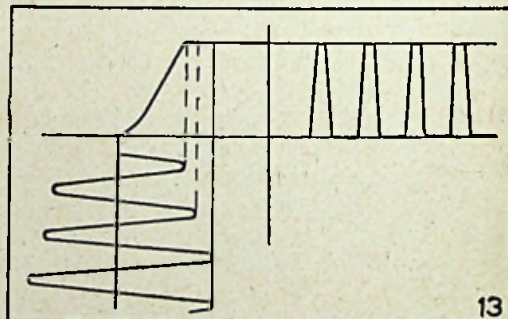
De getrouwe werking van den discriminator eischt een streng constante waarde van de amplitude. Deze laatste wordt echter beïnvloed door het sluieringseffekt, door de storingen en door de selectiviteit der afstemkringen. Om hieraan te verhelpen zullen we vooraf de signalen zenden over een orgaan, dat tot doel heeft de amplitude constant te maken en dat we amplitudebegrenzer of amplitudebeperker noemen.



#### 1. — Amplitudebegrenzer :

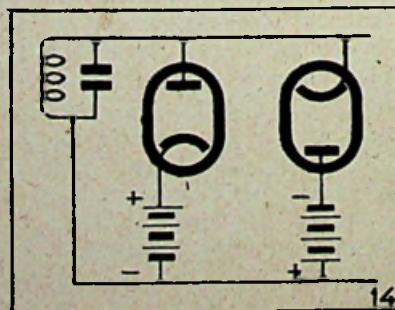
De werking van den amplitudebegrenzer blijkt duidelijk uit onderstaande figuur. De signalen die den begrenzer (B) bereiken ( $V_i$ ) en waarvan de amplitude omwille van fading (Q) storingen (S), selectiviteit der afstemkringen, van een constante waarde afwijken, worden door den begrenzer tot een zelfde constante amplitude teruggebracht ( $V_u$ ).

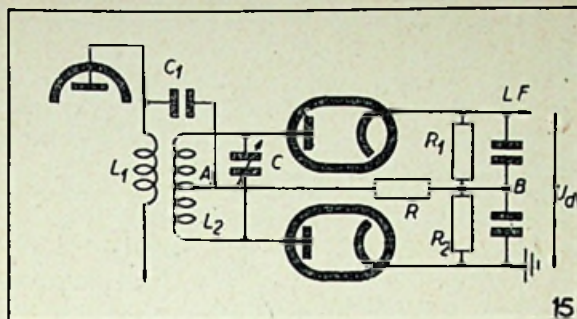
Een eerste middel om dit te verwezenlijken is het gebruik van een lamp in klas C met horizontale verzadigingsgrens (fig. 13): een behoorlijke keuze der voorspanning en der anode- en schermroosterspanningen stelt ons in de mogelijkheid deze werkwijze en deze karakteristiek te bekomen.



Een tweede middel bestaat in het gebruik van twee diodes met negatieve voorspanning, in parallel op den trillingskring (fig. 14).

Zoolang de spanning over den trillingskring een bepaalde grenswaarde niet overschrijdt, gaat geen stroom door de diodes; eenmaal overschreden, gaat er wel stroom door de eene of de andere diode. Eén diode beperkt de positieve golfstooten, de tweede, de negatieve.



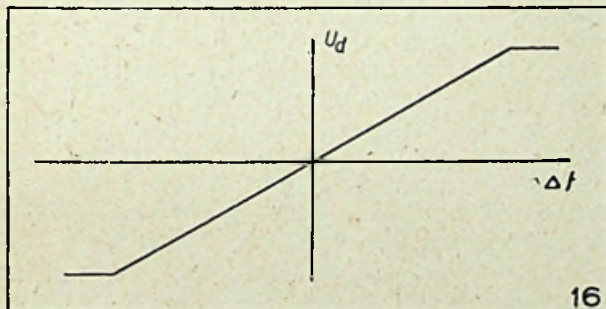


2. — De discriminator :

Zoals we reeds gezien hebben bestaat de rol van den discriminator erin, de frequentievariatiaties om te zetten in spanningsvariatiaties. We veranderen de frequentie-modulatie dus in een amplitudemodulatie. Deze laatste wordt bovendien normaal gedetecteerd.

Ook de studie van den discriminator is breedvoerig behandeld in het reeds herhaaldelijk vermeld artikel over de Automatische Afstemming (zie Radio Revue nr 3, blz. 84 en volgende): daar wordt een frequentie-variatie omgezet in een spanningsvariatie, die dan naar de regellamp wordt gestuurd die de frequentie van den lokalen oscillator regelt.

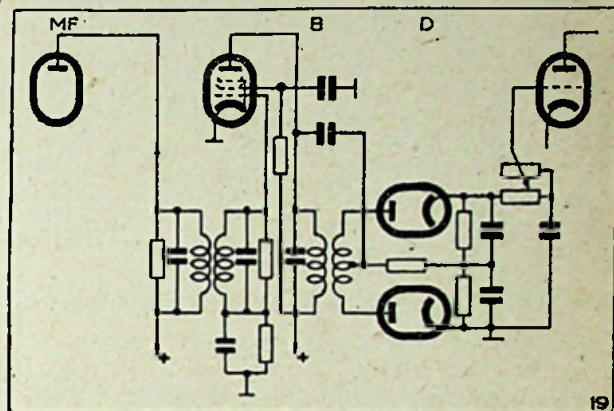
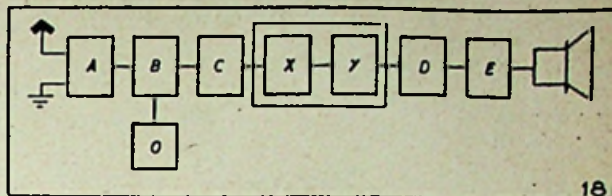
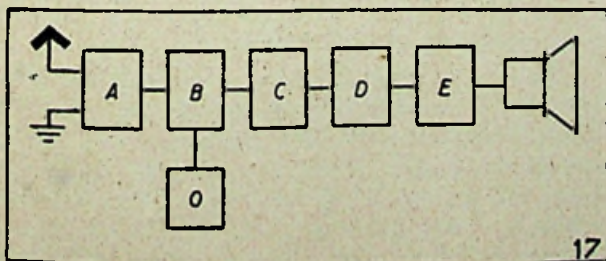
Het doel dat wij nastreven is eenigszins anders : de frequentievariatie wordt omgezet in spanningsvariatie, die naar een gewonen detector wordt gestuurd ; wij wenschen dus uit een frequentie-gemoduleerd signaal een L.F.-spanning te halen.



Een klassiek schema van discriminator met faseverschuiving staat afgebeeld in fig. 15. De karakteristiek ervan werd berekend in het artikel van P. Deroover en heeft het verloop opgegeven in fig. 16.

Binnen een betrekkelijk breed bereik verloopt de spanningsvariatie dus recht evenredig met de frequentievariatie.

3. — De ontvangers van frequentie-gemoduleerde signalen :



We bezitten thans alle elementen om een ontvanger van frequentie-gemoduleerde signalen op te bouwen.

Het blokschema van een klassiek superheterodyne ontvanger voor amplitude-modulatie ziet er uit zoals in fig. 17 ; dat van een superheterodyne ontvanger voor frequentie-modulatie zoals in fig. 18. Het verschil berust dus hoofdzakelijk in het tusschenschakelen van den begrenzer (X) en den discriminator (Y). Hoogfrequent-, (A), middenfrequent- (C) en laagfrequentversterkers (E) kunnen dezelfde blijven, alhoewel het wenschelijk is bij frequentie-modulatie ontvangers hoogfrequent- en middenfrequentversterkers met grootere bandbreedte te gebruiken. In de praktijk kunnen we gespecialiseerde frequentie-modulatie ontvangers bouwen ; ofwel kunnen we bij gewone ontvangers een schakelkast (begrenzer + discriminator) aanschakelen ; tenslotte kunnen we ook nog gecombineerde ontvangers bouwen voor frequentie- en amplitude-modulatie : een schakelaar plaatst ons dan, naar keuze, op frequentie-modulatie of amplitude-modulatie.

Fig. 19 geeft ons een vereenvoudigd prinsipschema van een begrenzer en discriminator (D) geschakeld tusschen de laatste H.F.-trap en de L.F.-versterking :

4. — Voordeelen der frequentie-modulatie :

Een grondige vergelijkende studie tusschen amplitude-modulatie en frequentie-modulatie zou ons in de mogelijkheid stellen al de voordeelen van de frequentie-modulatie in het licht te stellen. Dit zullen we beproeven in een volgend artikel. We willen hier nochtans, om te sluiten, de woorden aanhalen van E. Aisberg (zie voorwoord van « De Frequentie-modulatie ») :

« Door de omroepuitzendingen een merkkelijk betere contrastweergave te bezorgen, door een beter energieverbruik te verzekeren, door de schadelijke inwerking der storingen tegen te gaan, heeft de frequentie-modulatie veel kans in de toekomst de klassieke methode der amplitude-modulatie te overtroeven, vooral in het bereik der zeer korte golven. »

(wordt voortgezet.)

# HET FOTO-ELECTRISCH EFFECT

door E.J.I.M. PALMANS

(Vervolg van blz. 183)

## ERRATA

In ons voorgaand artikel sloop een storende ver-  
gissing vanwege een verwisseling van figuren. Het  
betreft fig. 50. Om alles op zoo eenvoudig moge-  
lijke wijze in het reine te brengen en ook dit ver-  
volg niet meer te storen, raden we zonder meer  
aan, de alinea op blz. 183: « Deze verhoudingen...  
(fig. 50) » eenvoudig te schrappen.

Fig. 50 en 51 zijn figuren, die geen betrekking  
hadden op de stof behandeld in n° 6, maar wel  
op die van dit nummer 7.

## V. HET HALFGELEIDER FOTO-EFFECT

### (Fotoelementen)

Hieronder vernoemden we in onze inleiding  
(Radiorevue n° 1)

- A) het kristalfotoeffect of Dember effect.
- B) het sperlaagfotoeffect (ook wel Schottky-  
hangeffect).
- C) het fotovoltaisch effect (Ook wel Becquerel-  
effect).

De hierop gesteunde fotocellen verschillen van  
de voorgaande door het feit, dat hierbij het opval-  
lende licht direct in elektrische energie omgezet  
wordt, zonder dat hiertoe nog een hulpspanning  
behoeft te worden aangelegd.

#### A) — Het kristalfoto-effect.

Aangezien dit effect feitelijk tot geen praktische  
uitbating heeft geleid, zal hierop niet in-bijzonder-  
heden worden ingegaan. Met het oog op de later  
te behandelen physica van het inwendig foto-  
electrisch effect in het algemeen vermelden we  
slechts: « Verschillende onderzoekers, waaronder  
vooral Prof. DEMBER van de Dresdener univer-

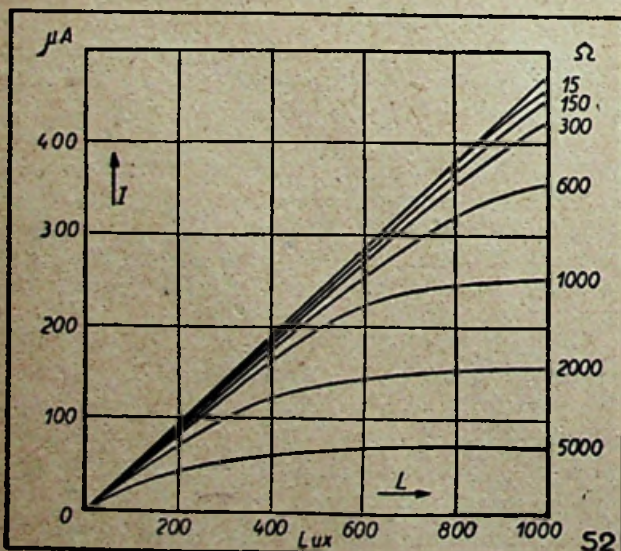


Fig. 52. — Stroom als functie der belichtingssterkte L.  
en met wit licht bij verschillende uitwendige  
weerstandsen

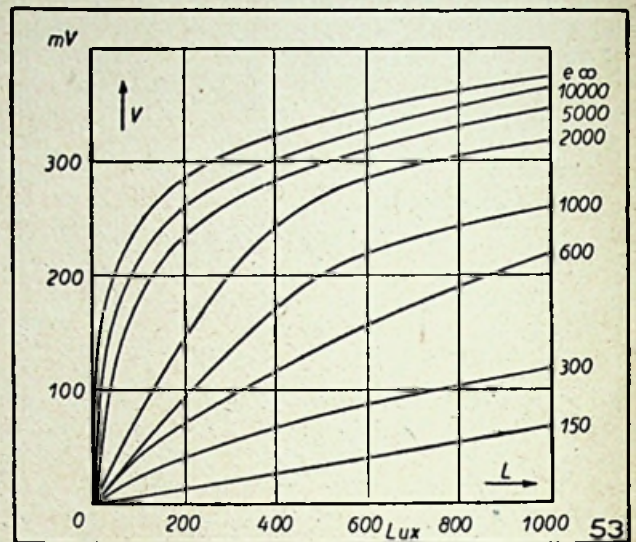


Fig. 53. — De over verschillende uitwendige weerstan-  
den opgewekte spanning als functie van de belichtings-  
sterkte L.

siteit, zijn er sinds eenigen tijd in gelukt in som-  
mige kristallen (bijzonder in Cupriet ( $Cu_2O$ ) kris-  
tallen) door belichting een electromotorische  
kracht op te wekken. Door Dember werden voor  
zijne proefnemingen natuurlijke Cupriet kristal-  
len van 10-14 mm doorsnede benut. Deze kristallen  
zijn meestal van het octaëder of rhombododekaë-  
der-type. Wordt het oktaëder-vormige kristal be-  
licht in de richting a, dan vloeit de electronen-  
stroom van y naar x, terwijl deze bij belichting  
van uit b van x naar y gaat. Dember kwam zoo-  
doende tot het besluit dat de fotostroom vloeit in  
de richting van het licht. (fig. 50a en b).

Vandaar, dat men de verklaring van dit effect  
aanvankelijk in verband heeft willen brengen met  
de drukking van het licht. (V. Laue). Vermits  
echter deze E.M.K. bij een transversale belichting,  
symmetrisch ten opzichte van beide electronen,  
verdwijnt, (zie fig. 51) en de stroomrichting veran-  
dert naargelang men de lichtsonde naar de eene of  
de andere electrode verplaatst, heeft men dit ver-  
moeden alras moeten opgeven. Ook heeft men  
trouwens langs theoretischen weg (Wolff) kunnen  
bewijzen dat de lichtdrukking veel te klein is, om  
dit kristalfoto-effect te kunnen verklaren.

Hoe dan dit effect wel kan worden verklaard  
zullen we later zien.

#### B. — Het sperlaag-foto-effect.

Ofschoon dit effect naar het schijnt reeds in  
1876 werd ontdekt door Adam en Day en nog-  
maals gevonden werd door Fritts in 1884, zijn de  
sperlaagfotocellen feitelijk pas in de laatste 10  
jaren tot technische en bruikbare toestellen ont-  
wikkeld. Voor het oogenblik vinden ze vooral  
toepassing bij het meten van verlichtingssterkten.

a) Samenstelling der sperlaagfotocel.

De bouw van een sperlaagfotocel is in principe gelijk aan die van een sperlaaggeleider. In beide gevallen hebben we te maken met een metaallaag en een halfgeleider onderling gescheiden door 'n dun isoleerend laagje, de zg. sperlaag. De sperlaagfotocel verschilt van de sperlaaggeleider hierdoor, dat een der metaal-electroden dun genoeg moet zijn om het licht door te laten. Zoals in Radiorevue n° 1 vermeld, onderscheiden we twee soorten sperlaagcellen, naargelang de sperlaag voor of achter de halfgeleidende laag ligt (zie fig. 4 en 5, R. R. n° 1) en men spreekt dan respectievelijk van voorwand- of achterwand-sperlaagcellen. Men vervaardigt op het oogenblik in hoofdzaak twee soorten sperlaagcellen, n.l. de koperoxyd- en de seleniumcellen. De koperoxydcellen worden uitgevoerd of als « voorwandcellen of als achterwandcellen » de seleniumcellen alleen als « voorwandcellen ».

Om een voorwandcel van koperoxyd te maken gaat men uit van een plaat koperoxyd ( $Cu_2O$ ) met overmaat zuurstof, die er geleidingsvermogen aan geeft. Deze plaat vormt dan tegelijkertijd de achterste electrode (dikke zwarte streep) (uit fig. 4 R. R. N° 1) en de halfgeleider. Deze plaat wordt door reductie of ionenbombardement zoodanig bewerkt dat er een sperlaag op ontstaat van zuiver koperoxyde  $CuO$ , dat een isolateur is.

Deze moet dan worden bedekt met een heel dun doorzichtig metaallaagje. Voor het vervaardigen van een achterwandcel gaat men daarentegen uit van een koperplaat; deze bedekt zich op hoge temperatuur ( $1040^\circ C.$ ) met een laagje  $Cu_2O$  met een overmaat zuurstof en vormt zodoende tevens de achterste electrode, de halfgeleider en de sperlaag; deze behoeft dan nog slechts te worden bedekt met de doorzichtige voorelectrode.

Bij de seleniumcel gaat men uit van een grondlaag uit aluminium of ijzer voorzien van een geprepareerd oppervlak; hierop brengt men een halfgeleidende laag van selenium aan dat door warmtebehandeling in de zogenaamde grauwe variëteit gebracht wordt. De sperlaag boven op dit selenium wordt uit de halfgeleider zelf door chemische reactie bekomen. De doorzichtige voorelectrode bekomt men door kathodeverstuiving.

Bij de seleniumcellen van Philips wordt nog een afzonderlijke sperlaag aangebracht die met de halfgeleider in geenerlei chemisch verband staat. Men schijnt aldus te beschikken over een betere sperlaag die het voordeel oplevert, dat de dunne voorelectrode niet op het selenium kan reageren, vermits ze nu chemisch gescheiden zijn. Blijkbaar zijn ze voor langer bedrijf geschikt. Ook heeft men op die wijze capaciteit en inwendigen weerstand der sperlaagcel in de hand aangezien men de afzonderlijke sperlaag naar behoefte kan wijzigen (1).

Verder verdient het aanbeveling de cellen tegen

(1) Deze gegevens werden ontleend aan Philips Technisch Tijdschrift Maart 1946.

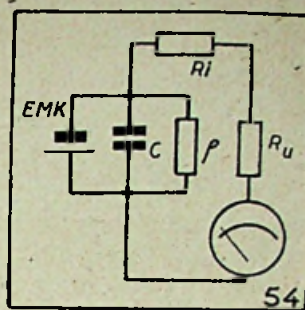


Fig. 54. — Vervangschema van een sperlaagcel bij aansluiting op een uitwendige weerstand  $R_u$ .

vocht te vrijwaren. Dit geschiedt door bedekking met een doorzichtig vernis.

b) Karakteristieken der sperlaagcellen.

1° Stroom- en spanning in functie van de belichtingssterkte.

Deze zijn respectievelijk weergegeven in fig. 52 en 53.

We zien, dat de stroom slechts dan evenredig is met de belichting wanneer de uitwendige weerstand zeer gering is. Dit resultaat kan verklaard worden door de samenstelling der sperlaag zelf. De opgewekte E.M.K. vindt haar oorsprong in de sperlaag zelf; de weerstand dezer laag is niet oneindig groot, ze heeft een bepaalde waarde die trouwens verandert met de belichting. Ook vormt zoo'n sperlaagcel een condensator met een betrekkelijk hoge capaciteit omdat de sperlaag zoo uiterst dun is. Daarenboven moeten we nog een tamelijke hoogen weerstand  $R_i$  in aanmerking nemen, die te zoeken is in den weerstand van de dunne voorelectrode en deze van de halfgeleidende laag. We verkrijgen dus het vervangschema van fig. 54 waarin  $R_u$  de uitwendige weerstand is. De stroom van de keten bedraagt dan :

$$I = \frac{E}{\rho + (R_i + R_u)}$$

Zoolang  $(R_i + R_u)$  kan verwaarloosd worden vergeleken bij  $\rho$ , is de stroomsterkte evenredig met de belichting. Is  $R_u$  zeer groot dan gaat evenwel een aanzienlijk deel van den stroom door  $\rho$ , en is de stroomsterkte niet meer evenredig met  $L$ .

De gevoeligheid der sperlaagcellen valt gewoonlijk in de grootte orde van 300 tot 500  $\mu A/Lumen$ .

Wat het spanningsverloop in functie van de belichtingssterkte betreft is het gemakkelijk te voorzien dat ook hier bij afnemende  $R_u$  de krommen overgaan van rechthoekige tot exponentieele.

C) Spectrale gevoeligheid.

In fig. 55 is de spectrale gevoeligheid opgetekend van een koperoxydevoorwandcel (kromme 1) — achterwandcel (kromme 2) — en een seleniumsperlaagcel (kromme 3). Deze krommen geven de verhouding aan in % tusschen den stroom, opgewekt bij belichting met een bepaalde energie van langs de abcisse uitgezette golflengte en bij eenzelfde belichtingsenergie verkregen stroom met een golflengte waarvoor de verschillende cellen het gevoeligst zijn.

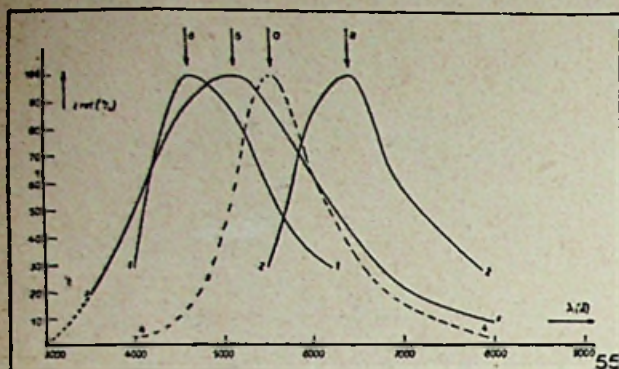


Fig. 55 — Spectrale gevoeligheid (relatieve gevoeligheid als functie der golflengte van het invallende licht). (1)  $\text{Cu}_2$  voorwandcel - (2)  $\text{Cu}_2\text{O}$  achterwandcel - (3) selenium (voorwandcel - (4) de gestippelde kromme stelt de gevoeligheid van het oog voor.

De  $\text{Cu}_2\text{O}$  achterwandcel heeft dus haar grootste gevoeligheid in het rode gebied hetgeen min of meer voor de hand ligt vermits de lichtstralen door de oxydelaag moesten heendringen en deze oxydelaag is juist rood.

De  $\text{Cu}_2$  voorwandcel en ook de seleniumcel zijn bijzonder gevoelig in het gele gebied dus ook daar waar het menselijk oog het gevoeligst is.

Dit is vooral zo voor de seleniumcel.

Wanneer we de kromme der seleniumcel vergelijken met de kromme van het menselijk oog (in de fig. door de stippellijn (4) aangegeven) dan zien we dat deze aan de zijde der lange golven vrijwel met elkaar overeenkomen; aan de zijde der korte golf neemt echter de gevoeligheid der seleniumcel lang niet zoo vlug af als de gevoeligheid van het menselijk oog. Deze te groote gevoeligheid der cel voor kleinere golflengte kan men gemakkelijk vergelijken door het gebruik van geschikte filters zoodat met dergelijke cellen gemakkelijk het spectrale verloop der gevoeligheid van het oog kan worden nagebootst.

#### d) Afgeleverd vermogen.

Het is van belang even na te gaan hoe groot het vermogen is dat een sperlaagcel kan afleveren in verschillende werkvoorwaarden. Zoo hebben we in fig. 56 het geleverde vermogen in  $\mu\text{W}$  weergegeven in functie der uitwendige weerstanden... en dit voor verschillende belichtingssterkten.

Bij iedere belichtingssterkte blijkt een meest geschikte uitwendige weerstand te behooren, waarvoor het vermogen een maximum bereikt. De waarde van dezen weerstand neemt blijkbaar met de belichtingssterkte af. Het afgeleverde vermogen is bijzonder gering. Het vermogen van een groote cel met een opp. van  $\pm 150 \text{ cm}^2$  blijkt bij volle zon nog maar juist voldoende te zijn om een gloeilampje te doen branden of een klein motortje aan te drijven.

Dit afgeleverde vermogen kan gering schijnen vergeleken met dit van een gasgevulde emissiecel. In verband hiermede mag men echter niet uit het oog verliezen, dat dit vermogen integraal kan worden doorgegeven aan een electromagnetisch

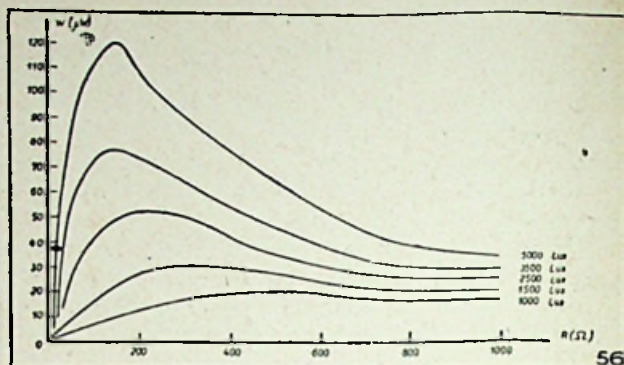


Fig. 56. — Afgeleverd vermogen in functie van den uitwendigen weerstand.

relais met een wikkeling van 1500 tot 2000 Ohm. Bij de fotoemissiecel verkrijgt men dit vermogen aan de klemmen alleen over een weerstand van verschillende 100.000 Ohm. Ze kan dus wel dienen om een electronisch relais (radiobuis) in werking te stellen maar niet een electromagnetisch relais.

Om een grooter vermogen te verkrijgen kan men een aantal sperlaagcellen in parallelschakeling gebruiken. Hierdoor verkrijgt men onder dezelfde spanning een stroomsterkte, die gelijk is aan de som der afzonderlijke stroomsterkten van de cellen. De foto-cellen leveren immers in de eerste plaats een fotostroom; de fotospanning is een verschijnsel, dat optreedt over den weerstand waardoor de stroom heengevoerd wordt. Zulke cellen zullen dus niet in serie worden geschakeld, want dan verkrijgt men in die keten een fotostroom die gelijk is aan die der minst gevoelige cellen.

#### d) Enkele bijzonderheden.

##### 1° Frequentiearakterstiek.

De inwendige capaciteit van een sperlaagcel is bijzonder groot (b.v. 0,2 tot 0,3  $\mu\text{F}$  per  $\text{cm}^2$ ). Zulke cellen kunnen dus niet gebruikt worden bij gemoduleerd licht, van het oogenblik dat de frequentie enkele 100 Hz overschrijdt. Toepassing van sperlaagcellen voor de geluidfilm is volkomen ondenkbaar.

##### 2° Invloed van de temperatuur.

Gewone kamertemperaturen (van 10 tot 35°) hebben slechts weinig invloed op de werking der sperlaagcellen, en indien deze temperaturen toch invloed hebben dan is dit alleen het geval met hogere inwendige weerstanden.

De temperatuurcoëfficiënt van den stroom is daarenboven rechtstreeks afhankelijk van de wijze, waarop de cel vervaardigd is en ook van de belichtingssterkte; ze blijkt n.l. toe te nemen met de belichtingssterkte.

##### 3° Traagheid.

Ook aan de sperlaagcellen is een zekere traagheid eigen; deze echter is tamelijk klein en niet grooter dan die van een goede gasgevulde emissiecel.

(Wordt voortgezet)



# LAMPVOLT METERS

door Ing. F. VERINGA  
(Vervolg van blz. 191)

## HOOFDSTUK IV

### METERSTROOM-COMPENSATIE

Onder de genoemde triode-voltmeters zijn er, waarbij de anode-ruststroom door de meter vloeit, hetgeen eigenlijk niet gewenst is, daar het de beschikbare schaal-lengte verkleint.

Compenseert men deze ruststroom-component door een geschikte schakeling, dan zal de meter steeds op nul terugkomen, en een uitslag zal een directe maat zijn voor de anodestroom-verandering.

In oudere lampvoltmeters, bijna uitsluitend met plaat-detectie, gebruikte men meters met zg. « onderdrukt nulpunt », dwz. de mechanische nulpuntinstelling wordt zodanig uitgevoerd, dat het nulpunt van den meter, als het mogelijk was, links van het nulpunt op de schaal zou vallen. Zonder stroomdoorgang staat de wijzer dus stijf tegen een nulpunts-arret aan, en bij een bepaalde anoderuststroom staat de wijzer dan op het op de schaal aangegeven nulpunt. Men kan dit effect ook benaderen, door de poolschoenen van de draaispoelmeter zodanig af te slijpen, dat eerst bij een bepaalde stroom door het draaispoeltje een merkbare uitslag wordt verkregen, waarna de schaal nagenoeg lineair verloopt.

Beide laatstgenoemde methoden om de beschikbare schaal-lengte volledig voor calibratie te kunnen benutten, bevatten een element van onzekerheid. Voor de een de juiste voorspanning van het verensysteem, bij de andere het verloop van de poolschoenen (geen van beiden zijn praktisch nastelbaar).

Bij meterstroom-compensatie echter kan men volledig compenseren, bovendien zijn veel gevoeliger meters toe te passen en daarbij is de schaal nagenoeg lineair te krijgen (bij roosterdetectie). Dit komt, omdat slechts een klein deel van de triode karakteristiek gebruikt wordt, terwijl de totale gevoeligheid weer verbeterd kan worden door een gunstig (steil) gedeelte van de  $I_a - V_g$  karakteristiek te gebruiken.

De compensatie-inrichting moet zowel goed instelbaar, alsook zeer constant zijn, in verband met de calibratie.

De mogelijkheid bestaat tevens, om het even een plaatstroomverhoging of -daling te meten. Daartoe kan men de meter, na instellen op stroomloze meter, eenvoudig ompolen.

Zowel meting als een berekening toont aan, dat niet de gehele plaatstroomverandering door de vooraf gecompenseerde meter wordt gevoerd. Voor elke schakeling is daartoe een factor te bepalen (en eventueel in % uit te drukken).

Zij de ruststroom 3 mA en de anodestroom verhoging  $\Delta I_a = 0,4$  mA, terwijl de meter dan 0,32 mA aangeeft, dan komt dit overeen met 80 %. Per defenitie noemen we dit de compensatiefactor K.

$$K = \frac{I_m}{\Delta I_a}$$

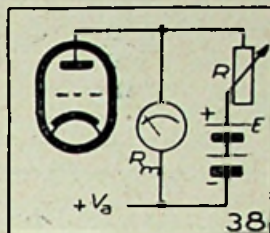
De compensatiefactor zal steeds kleiner dan 1 zijn.

Men zij er dus op bedacht door een juiste dimensionering een zo groot mogelijke factor K te berekenen, daar anders heel gemakkelijk de voordelen van een preciese compensatie verloren gaan.

We onderscheiden het tegenstroom-principe en de brugschakeling :

#### A. Tegenstroom-schakelingen.

In nebenstaand schema wordt met behulp van de variabele weerstand R een tegenspanning over de meter ingesteld, gelijk en tegengesteld aan de spanningsval ten gevolge van de anoderuststroom door de meter. De



meter wordt dan stroomloos en door de hulpbatterij vloeit de gehele anoderuststroom, tegengesteld aan de polariteit van de batterij.

De compensatiefactor is hier

$$K = \frac{R}{R + R_m} = \frac{E}{E + R_m \cdot I_{a0}}$$

Nu gaat dus het  $K^e$  deel van de anodestroom-verandering door de meter (dus  $R_m \ll R$ ) en daar dit afhankelijk is van een veranderlijke E.M.K. (door verlopen enz.) is dit systeem niet geschikt voor ijking van de schaal.

Voor uitsluitend indicatie doeleinden en aangeven van maxima is deze methode echter bijzonder geschikt. De beste resultaten worden bereikt met een hoge E (ca 10 V, in serie met voedingbatterij) en lage  $I_{a0}$  (d. i. de te compenseren ruststroom).

Overeenkomende schakelingen, aangegeven in fig. 39 en 40, geschikt voor het gebruik van gevoelige galvanometers en geringe te compenseren stromen, vertonen echter een aanzienlijk lagere factor K. De bedoeling is dan de hulpbatterij te voorzien van een constante belasting en een tegenstroom erdoor te vermijden. Let hier op de polariteit van de hulpbatterij t.o.v. die in fig. 38.

#### B. Meterstroom-compensatie door brugschakeling.

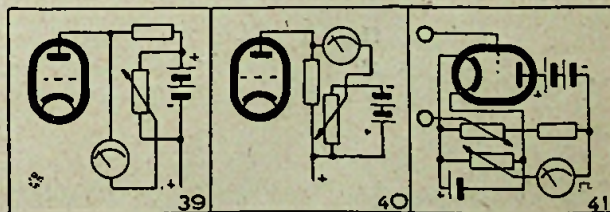
De eenvoudigste vorm is in fig. 42 aangegeven. Bij stroomloze meter moet de spanningsval over  $R_3$  (t. g. v.  $I_{a0}$ ) gelijk zijn aan die over  $R_2$  (t. g. v. de hulpstroom  $I_1$ ). De compensatie kan ingesteld worden door één van weerstanden  $R_1$ ,  $R_2$  of  $R_3$  variabel te maken.

Indien  $R_2$  variabel is, dan moet voor  $I_m = 0$  voldaan zijn aan :

$$R_2 = \frac{R_1 R_3 \cdot I_{a0}}{E - R_3 \cdot I_{a0}}$$

Neemt nu  $I_{a0}$  toe met  $\Delta I_a$ , dan is te berekenen, dat

$$I_m = \frac{R \cdot E}{(R_3 + R_m) E + R_1 R_3 I_{a0}} \cdot \Delta I_a$$



Daar meestal  $R_m$  veel kleiner is dan  $R_3$ , kan dit vereenvoudigd worden tot

$$\frac{I_m}{\Delta I_a} = K = \frac{E}{E + R_1 I_{a0}}$$

**Conclusie :**

- 1) De meterstroom is steeds een breukdeel van de anodestroom-verandering afhankelijk van  $R_1$ ,  $E$  en  $I_{a0}$ .
- 2) Om een zo groot mogelijke gevoeligheid te krijgen moet  $E$  zo hoog mogelijk zijn bij een hoge hulpstroom (lage  $R_1$ ) en een lage te compenseren ruststroom  $I_{a0}$ .

**Voorbeeld :**

Zij gegeven :  $E = 250 \text{ V}$   
 $R_1 = 16500 \ \Omega$   
 $R_2 = 8500 \ \Omega$   
 $R_3 = 1700 \ \Omega$   
 $I_{a0} = 5 \text{ mA}$

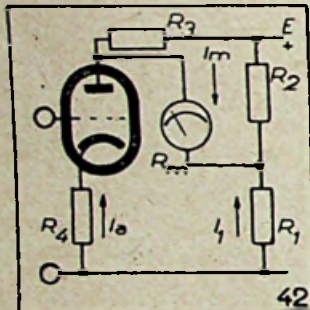
dan is  $K = 75 \%$  en de hulpstroom  $I_1 = 10 \text{ mA}$ .

De invloed van een grote hulpstroom  $I_1$  doet de veronderstelling opkomen dat met een zoveel mogelijk constante spanning over  $R_1$  meer te bereiken is.

Dientengevolge is een proef en berekening opgezet, hoe groot  $K$  zal zijn, indien in plaat van  $R_1$  een neonstabilisator wordt geplaatst.

**B2. Compensatieschakeling met neonbuis.**

De grootte van  $R_2$  hangt nu alleen af van de voedingsspanning  $E$ , de brandspanning  $E_n$  van de neonbuis en de toelaatbare ruststroom  $I_1$  door die buis.



In het algemeen zijn de stroom/spannings-eigenschappen van de neonbuis samen te vatten onder :

$$I_1 = I_0 + \frac{E_n}{R_w}$$

(zie hoofdstuk over spanningsstabilisatie).

Van de triode is bij gegeven  $V_{g1}$  en  $V_a (= E_n)$  ook de anoderuststroom  $I_{a0}$  bekend, zodat ook  $R_3$  vastligt.

Voor  $I_m = 0$  moet voldaan zijn aan :

$$R_2 = R_2 \cdot \frac{I_0}{I_{a0}} + \frac{R_2}{R_2 + R_w} \cdot \frac{V - R_2 I_0}{I_{a0}}$$

Na wat cijferen vinden we, dat hier geldt :

$$K = \frac{R_3}{R_3 + R_m + \frac{R_2 \cdot R_w}{R_2 + R_w}}$$

Uit het vorige voorbeeld nemen we over :

$E = 250 \text{ V}$   
 $R_2 = 8500 \ \Omega$   
 $R_3 = 17000 \ \Omega$

Indien  $R_w = 500 \ \Omega$  en  $I_0 = -320 \text{ mA}$  (neonbuis  $150 \text{ A}_1$ ) dan is

$$K = 97,5 \%$$

**B3. Meterstroom-compensatie met 2 buizen (balansschakeling).**

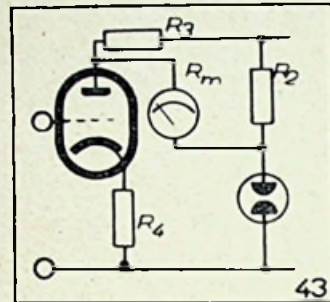
De beide buizen hebben vrijwel dezelfde plaatstromen en door het verplaatsen van de aftakking op  $R$  worden de beide anodespanningen gelijk gemaakt, waardoor de meter stroomloos wordt. De meetspanning wordt aan het rooster van één buis toegevoerd en de meter zal een

uitslag geven, evenredig met de veroorzaakte plaatstroomverandering. Zijn beide buizen volkomen identiek, dan zal deze methode in hoge mate onafhankelijk zijn van variërende voedingsspanningen.

De compensatiefactor bedraagt hierbij :

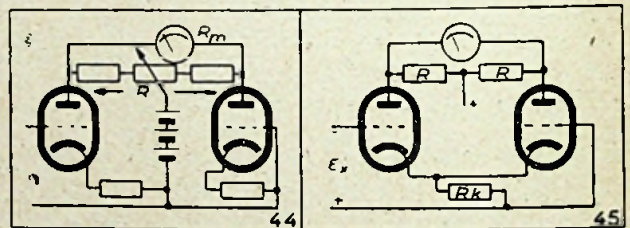
$$R = \frac{R}{2(R + R_m)} \text{ (steeds kleiner dan } \frac{1}{2} \text{)}$$

waarin  $R$  de afgetakte weerstand is van anode tot anode..



Deze compensatiemethode heeft dus als nadeel ca tweemaal ongevoeliger te zijn dan methode  $B_1$  of  $B_2$  (ofwel men gebruikt voor een bepaalde meterstroom een ca  $2 \times$  groter gedeelte van de triode karakteristiek) maar dit kan soms verantwoord zijn door de verkregen stabiliteit. Een belangrijk praktisch voordeel is, dat bij het inschakelen de meter niet plotseling overbelast kan worden, hetgeen bij alle andere meetschakelingen het geval is, indien geen kortsluitschakelaar aanwezig is om de meter te beschermen (gedurende de opwarmtijd).

Een variatie op het vorige schema is hierbij aangegeven in fig. 45, doch nu werkt de tweede buis als gelijkspanningsversterker.



Indien  $E_x$  toeneemt (d. w. z. grotere negatieve voorspanning) daalt  $I_{a1}$  met  $\Delta I_{a1}$ , de spanning over  $R_K$  daalt ook, waardoor  $I_{a2}$  toeneemt met  $\Delta I_{a2}$ .

Nu is af te leiden dat

$$\frac{\Delta I_{a1}}{\Delta I_{a2}} = \frac{1 + S \cdot R_K}{S R_K}$$

waarin  $S$  = dynamische steilheid en tevens dat

$$I_m = \frac{S \cdot R}{2R + R_m} \cdot E_x \approx \frac{1}{2} \cdot S \cdot E_x$$

**Voorbeeld :**

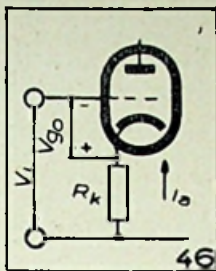
Stel  $S = 2 \text{ mA/V}$  (dynamische steilheid !) en  $I_m \text{ max} = 200 \ \mu\text{A}$ , dans is de daarvoor benodigde ingangsspanning  $E_x = 0,2 \text{ V}$  (gelijkspanning).

**Gevoeligheidsbepaling.**

Van enkele van de meest gebruikte compensatieschakelingen kennen, we nu de benodigde anodestroomverandering om een in die schakeling opgenomen stroommeter maximale uitslag te geven. Om het nu nog ontbrekende verband te bepalen tussen ingangsspanning  $V_1$  en de anodestroomverandering  $\Delta I_a$ , noteren we het volgende :

$$V_1 = V_g + R_K I_a = V_{g0} + \Delta V_g + R_K \cdot I_{a0} + R_K \cdot \Delta I_a$$

voor  $V_1 = 0$  is  $\Delta V_g = 0$  en  $\Delta I_a = 0$   
 dus  $V_{g0} = -R_K \cdot I_{a0}$



Dit ingevuld geeft :  $V_1 = R_K \cdot \Delta I_a + \Delta V_g$   
 en daar

$$S_d = \frac{\Delta I_a}{\Delta V_g}$$

is dus :

$$V_1 = \Delta V_g (1 + R_K \cdot S_d) = \frac{1 + R_K \cdot S_d}{S_d} \cdot \Delta I_a$$

Met gegeven  $I_m$  en factor  $K$  is  $\Delta I_a$  te berekenen, uit bovenstaande formule is dan de daarvoor benodigde roostergevoeligspanning te bepalen.

Lampvoltmeters voor een grote gevoeligheid ontworpen en gebouwd vereisen zeer constante voedingsspanningen, dit geldt in het bijzonder indien een compensatieschakeling en gevoelige stroommeters worden gebruikt. Bovenstaande gevoeligheidsbepaling geldt natuurlijk alleen voor het geval de beschouwde triode als gelijkspanningsversterker werkt, dus als roosterdetector of indien een aparte diodedetector is toegevoegd.

Voorbeeld :

Compensatieschakeling volgens brugschakeling : zie fig. 42, methode B1.

triode EBC-3

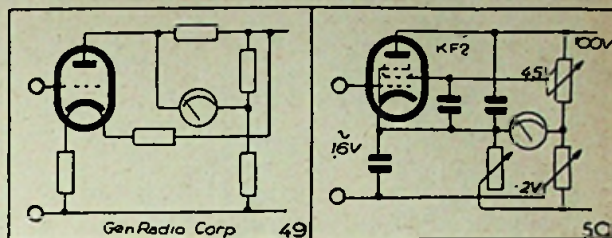
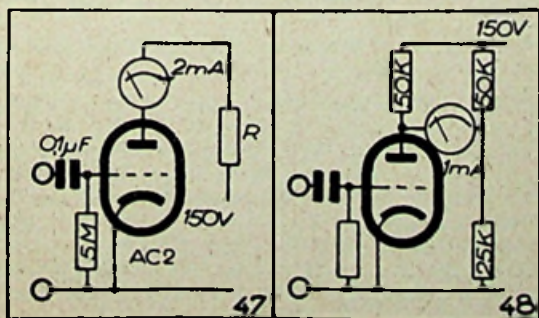
- gegeven :  $V_a = 200 \text{ V}$      $R_1 = 12.500 \Omega$   
 $R_i = 15 \text{ k}\Omega$      $R_2 = \text{ca } 4000 \Omega$  (var)  
 $I_{a0} = 4 \text{ mA}$      $R_3 = 12.500 \Omega$   
 $V_{g0} = -4,3 \text{ V}$      $R_K = 1.100 \Omega$   
 $S = 2 \text{ mA/V}$      $E = 250 \text{ V}$   
 $I_m = 100 \mu\text{A}$   
 $S_d = 1,4 \text{ mA/V}$  berekend !  
 $K = 69 \%$  berekend !  
 $R_{ob} = 2.500 \Omega$   
 $V_i = 0,23 \text{ V}$

Voorbeeld : Roosterdetector :

triode AC-2

- gegeven  $V_a = 150 \text{ V}$  (neongestabiliseerd)  
 voor  $R_K = 0$  is  $I_{a0} = 10,3 \text{ mA}$   
 bij  $V_1 = 5 \text{ V}_{\text{eff}}$  daalt  $I_a$  tot  $3 \text{ mA}$ .  
 Met  $R = 50 \text{ k}\Omega$  is  $I_{a0} = 2 \text{ mA}$   
 bij  $V_1 = 10 \text{ V}_{\text{eff}}$  daalt  $I_a$  tot  $0,5 \text{ mA}$ .

Dezelfde schakeling met compensatie-brug.  
 Nu is bij  $V_1 = 2 \text{ V}_{\text{eff}}$  volle schaal-uitslag van  $1 \text{ mA}$ .  
 Hulpstroom ca  $2 \text{ mA}$  ( $K = 75 \%$ ).



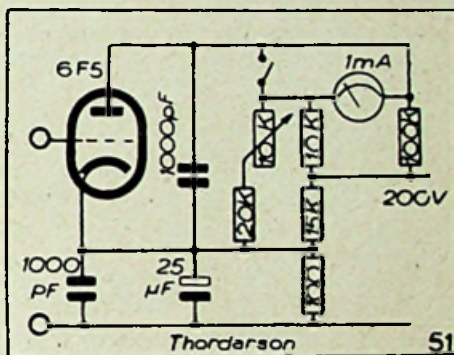
Voorbeeld :

General Radio Corp. (S. C. Hoare) :  
 (plaatdetector)  
 met KF2 (2 V pentode)  
 gevoeligheid  $1,6 \text{ V}_{\text{eff}}$   
 Thordarson met 6F5.

### HOOFDSTUK V

#### SPANNINGSSTABILISATIE

Als gevolg van het gebruik van buizen in lampvoltmeters, waarvan de elektrische eigenschappen geheel afhangen van de gebruikte voedingsspanningen, zal blij-



ken, dat in de meeste schakelingen constante voedingsspanningen vereist zijn. Vooral bij gevoelige meetschakelingen zal de calibratie en vooral het elektrisch nulpunt, indien meterstroomcompensatie wordt toegepast, verlopen. Men is dan verplicht dit voortdurend te controleren en te corrigeren.

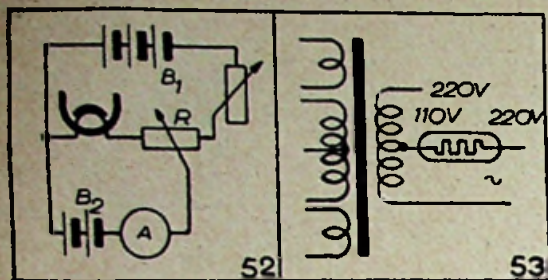
Het is niet voldoende, de anode- en schermrooster-spanning volkomen constant te houden met behulp van neonbuizen en derg., doch ook de gloeispanning moet zoveel mogelijk constant worden gehouden.

Indien geen spanningsstabilisatie wordt toegepast en de voeding wordt geleverd door het lichtnet, waarvan de spanning als gevolg van de wisselende belasting varieert, zal de anodestroom van de triode blijven schommelen. Men bemerkt bij nauwkeurige observatie zowel snelle veranderingen (door de anode voedingsspanning) als langzaam verloopende anodestroomveranderingen (door de trage warmtecapaciteit van de kathode.)

Men kan deze effecten afzonderlijk bezien, door een accu als gloeispanningsbron te gebruiken, of door alleen de anodespanning te stabiliseren.

Men maakt soms gebruik van zg. « geregelde voedingstransformatoren » (zoals General Radio). Als gevolg van de constructie en het gekozen magnetisatiepunt heeft een wisselende netspanning veel minder effect op de afgegeven spanningen dan bij normale transformatoren.

Indien men vasthoudt aan algehele voeding uit het net, is het constant houden van de gloeispanning niet eenvoudig. Men zou met behulp van een stroomregulatorbuis de gloeistroom praktisch constant kunnen houden, dit is echter onvermijdelijk verbonden aan een vrij aanzienlijk energieverlies in de regulatorbuis. Eenvoudiger is het batterijen of een accu te gebruiken, men is dan echter verplicht een extra voltmeter (of ampèremeter) en een gloeistroomregelweerstand toe te voegen, afgezien van de narigheid om accu's te gebruiken bij transportabele meters.



Ongevoelige lampvoltmeters of typen, die alleen voor indicatiedoeleinden worden gebruikt, vereisen natuurlijk geen gestabiliseerde spanningen.

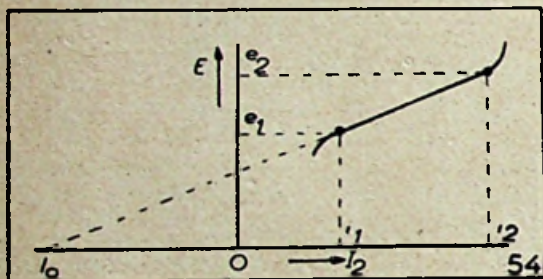
Een eenvoudig, doch in de praktijk zeer effectief werkende schakeling om de gloeispanning constant te houden is aangegeven in fig. 52.

Batterij B<sub>1</sub> voedt de gloeidraad, B<sub>2</sub> wordt ingesteld op stroomloos door een aequipotentiaalpunt op weerstand R in te stellen. Verandert de spanning van B<sub>1</sub>, dan zal een hulpstroom van B<sub>2</sub> de verlaagde hoofdstroom van V<sub>1</sub> aanvullen, zodat men een praktisch constante gloeistroom verkrijgt.

Een tweede, eveneens eenvoudige stabilisatiemethode is aangegeven in fig. 53. Bij 220 V netspanning wordt een 110 of 125 V aftakking van de voedingstransformator via een stroomregulator (ijzer-urdox-weerstand) op de netspanning aangesloten.

Men kiest de stroombelasting zo, dat de stroomregulatorbuis juist de resterende spanningsval opneemt.

Tenslotte willen we nagaan, in hoeverre de gebruikelijke neon-spanningsstabilisatie ons constante spanningen



gen verschafft. Veel hangt daarbij af van de gebruikte neonlamp.

**Berekening Neon-spanningsstabilisatie.**

Indien men het gebruikte toelaatbare gebied van de stroom-spanningskarakteristiek van een neon-stabilisatiebuis als een rechte voorstelt, dan kan men deze vastleggen met de functie:

$$I = a \cdot E + b$$

voor E = 0 is I = b = I<sub>0</sub> (constant)

terwijl a =

$$\frac{\Delta I}{\Delta E} = \frac{1}{R_w}$$

(R<sub>w</sub> = wisselstroom weerstand) zoodat we vinden

$$I_n = \frac{E}{R_w} + I_0$$

Zij gegeven de twee punten (e<sub>1</sub>, i<sub>1</sub>) en (e<sub>2</sub>, i<sub>2</sub>) dan is

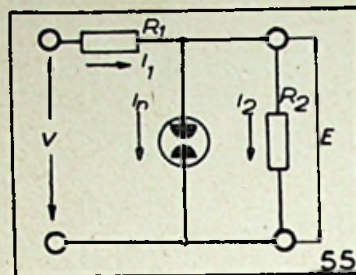
$$R_w = \frac{e_2 - e_1}{i_2 - i_1}$$

= constante wisselstroomweerstand en

$$I_0 = i_2 - \frac{e_2}{R_w}$$

(fictieve constante).

In de gebruikelijke schakeling (fig. 55) wordt nu onderzocht, hoe groot de spanningsvariates over de neonlamp (en dus belastingsweerstand R<sub>2</sub>) zal zijn:



- a) als de voedingsspanning V verandert;
- b) als de belastingsstroom I<sub>2</sub> wijzigt:

We kunnen schrijven

$$I_1 = I_2 + I_n$$

$$E = I_2 R_2$$

$$V = I_1 R_1 + I_2 R_2$$

$$I_n = I_0 + \frac{E}{R_w}$$

waaruit volgt:

$$E = \frac{R_2 (V - I_0 R_1)}{R_1 + R_2 + \frac{R_1 R_2}{R_w}} \quad 1)$$

Sub a) Neemt V toe met Δ V, dan zal E toenemen met Δ E zodanig, dat

$$\frac{\Delta V}{\Delta E} = 1 + \frac{R_1}{R_2} + \frac{R_1}{R_w} \quad 2)$$

Sub b) Schrijven we in form. 1) voor

$$R_2 = \frac{E}{I_2}$$

dan blijkt:

$$R_1 I_2 = V - I_0 R_1 - E \left(1 + \frac{R_1}{R_w}\right)$$

Neemt I<sub>2</sub> toe met Δ I<sub>2</sub>, dan zal E afnemen met Δ E volgens:

$$-\Delta E = \frac{R_1 R_w}{R_1 + R_w} \cdot \Delta I_2 \quad 3)$$

Voorbeeld:

Opgemeten werd aan gemiddelde neonbuis 150 A<sub>1</sub>:

$$\begin{cases} e_1 = 162 \text{ V} \\ i_1 = 4 \text{ mA} \end{cases} \quad \text{en} \quad \begin{cases} e_2 = 165 \text{ V} \\ i_2 = 10 \text{ mA} \end{cases}$$

waaruit volgt:

$$\begin{cases} I_0 = -320 \text{ mA} \\ R_w = 500 \Omega \end{cases}$$

Zij gegeven:  $\begin{cases} V = 250 \text{ Volt} \\ R_1 = 5000 \text{ ohm (4890)} \\ R_2 = 15000 \text{ ohm} \end{cases}$

dan vinden we  $\begin{cases} E = 163,5 \text{ V} \\ I_2 = 10,7 \text{ mA} \\ I_n = 7 \text{ mA} \end{cases}$

Sub a) Neemt V toe met 25 V (10%) dan stijgt E met 2,2 V (1,34%).

Sub b) Neemt I<sub>2</sub> toe met 1.07 mA (10%) dan daalt E met 0,45 V (0,28%).

Met een gegeven neonlamp is dus vrij nauwkeurig de mate van stabiliserende werking te bepalen, men gaat dan uit van de opgemeten stroom-spanningskarakteristiek, onder inachtnaam van de door den fabrikant opgegeven spanning en stroomgrenzen. Bij voorkeur moet men niet afgaan op de eventueel opgegeven wisselstroomweerstand of karakteristiek, daar neonbuizen van hetzelfde type soms vrij aanzienlijk uiteenlopen en de gegevens van den fabrikant slechts gemiddelde waarden zijn.

Men moet er verder nog op bedacht zijn, dat metingen aan een neonbuis pas geschieden mogen na enige uren inbranden op de gemiddelde stroomwaarde en op de juiste polariteit. Indien de polariteit van de neonbuis verkeerd is gekozen, zal blijken, dat de inwendige weerstand aanzienlijk hoger is.

Een volgende belangrijke eigenschap is, dat bij onvoldoende afvlakking de nog optredende bromspanning door de stabiliserende werking van de neonbuis onderdrukt wordt. Men moet hierbij echter bedenken, dat de inwendige weerstand toeneemt bij hogere frequenties van de bromspanning, meestal is deze waarde opgegeven bij 100 Hz.

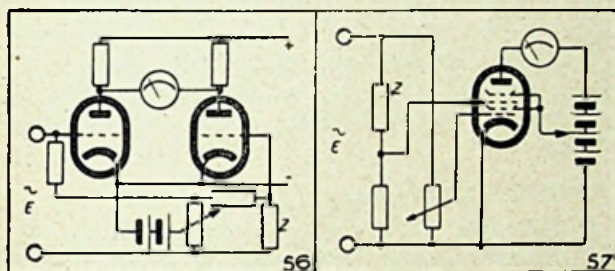
Ook moet men bedacht zijn op het feit, dat wanneer een apparaat gedurende lange tijd niet in bedrijf is geweest, het mogelijk is dat men bij het ingebruik nemen een enigszins andere spanning vindt.

Indien het van groot belang is, dat de spanning nauwkeurig gelijk blijft, moet men de spanning corrigeren door b.v.  $R_1$  te veranderen.

LAMPEN - WATTMETERS

Een bijzondere toepassing van de plaatdetector als lampvoltmeter vinden we in de Wattmeter-schakeling met lampen.

Verreweg het grootste gedeelte van het toepassings-



gebied van de lampvoltmeter berust bij het meten van wisselspanningen. Ook het meten van wisselstromen is als zodanig op te vatten; immers we meten dan de spanning over een kleine weerstand, waardoor de te meten stroom vloeit.

In principe bestaat de lamp-wattmeter nu uit een brugschakeling, waarin twee lampen zijn opgenomen. Aan het ene stuurrooster wordt een spanning gelegd gelijk aan het verschil — en aan het andere rooster wordt een spanning gelegd gelijk aan de som — van twee spanningen, waarvan de een evenredig is met de stroom en de ander evenredig is met de spanning van een bepaalde belastingsimpedantie.

$$\text{Dus: } V_{g1} = V_e + V_1 \text{ en } V_{g2} = V_e - V_1$$

In fig. 56 is de bedoelde schakeling nader aangegeven. Het verschil van de anodestromen vloeit door de meter (athans wat de meter aanwijst is daar evenredig mee).

Een lineaire karakteristiek geven we aan met

$$I_a = I_0 + S (V_0 + V_g)$$

waarin S de steilheid voorstelt, die onafhankelijk is van de amplitude  $V_g$ .

Een zuiver kwadratische karakteristiek wordt aangeduid als:

$$I_a = A + B \cdot V_g + C V_g^2$$

waarin A, B en C constanten zijn.

We schrijven nu:

$$I_{a1} = A + B V_{g1} + C V_{g1}^2$$

$$I_{a2} = A + B V_{g2} + C V_{g2}^2$$

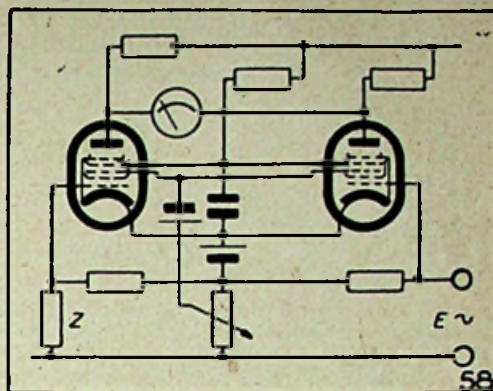
$$I_{a1} - I_{a2} = B (V_{g1} - V_{g2}) + C (V_{g1}^2 - V_{g2}^2)$$

waarin:

$$V_{g1} = V_e + V_1 \text{ en } V_{g2} = V_e - V_1$$

We vinden dus:

$$I_{a1} - I_{a2} = B \cdot 2 V_1 + C \cdot 4 V_1 V_e$$



De gemiddelde waarde van  $2 \cdot B \cdot V_1$  is nul, omdat de gemiddelde waarde van  $V_1$  als sinusvormige grootheid nul is. De meterstroom is dus evenredig met het product  $V_e \cdot V_1$  d.w.z. het effectieve vermogen.

Deze schakeling geldt in principe voor metingen van gelijkstroom-vermogens alsook voor wisselstroom-vermogens. De belastingsimpedantie behoeft niet ohms te zijn treedt er een fase-verschuiving op dan meet men automatisch het product  $V_e \cdot V_1 \cos \varphi$ .

De in het schema aangegeven stroom-belastingsweertanden en de aftakking op de (relatief hoogohmige) spanningsdelerweerstand behoren natuurlijk bij een bepaalde ijkning van de schakeling. Ze worden zó gekozen, dat de rooster-stuurspanningen zó klein blijven, dat de eis van de kwadratische karakteristiek nog geldt.

Het blijkt nu praktisch, dat het zeer moeilijk is een instelling te vinden en te houden, waarbij beide buiskarakteristieken gelijk zijn, hetgeen hier een volstrekte eis is. Het zoeken is dan ook naar middelen of schakelingen, die dit kunnen verbeteren.

Een meer eenvoudige schakeling om product-vorming in buizen te verkrijgen, is mogelijk met de bekende « menglampen » zoals hexoden en octoden. De hexoden hebben twee stuurroosters, n.l.  $g_1$  en  $g_3$  terwijl de roosters  $g_2$  en  $g_4$  een vaste positieve spanning krijgen en als afschermroosters bedoeld zijn. De door  $g_3$  niet doorgelaten electronen gaan terug naar  $g_2$  en vormen daar een soort kathode werking. De afhankelijkheid van de anodestroom van de spanningen op de rooster  $g_1$  en  $g_3$  wordt aangegeven door:

$$I_a = a + b \cdot V_{g1} + c \cdot V_{g2} + d \cdot V_{g1} V_{g3}$$

d.w.z. de grootte van de anodestroom-verhoging is een maat voor het vermogenproduct  $V_e \cdot V_1$  (zie fig. 57).

Er zijn echter geen mengbuizen te vinden, waarbij beide roosters een lineaire stuurwerking hebben. Het schijnt dat dit hoogstens voor één rooster mogelijk is. Om het kwadratische aandeel van het niet-lineaire rooster uit te schakelen probeert men een schakeling met twee buizen en mengt het verschil van de beide anodespanningen. Aan het eerste rooster stuurt men de spanningen in tegenfase, aan het derde rooster worden de spanningen in fase toegevoerd.

Een door VALLESE aangegeven schakeling is in fig. 58 aangegeven. Aan de eerste roosters worden spanningen gelegd, evenredig met de stroom, beide  $180^\circ$  in fase verschoven. Een met de spanning evenredige stuurspanning wordt aan het derde rooster gelegd. Door het gebruik van twee buizen met gelijke karakteristiek zijn de kwadratische componenten gelijk en tegengesteld. Zodoende geeft de mA-meter alleen de producttermen aan.

Er bestaat verder nog de schakeling van WEY, die één buis gebruikt. Hierbij wordt de aan het niet lineaire rooster toegevoerde spanning tijdens de meting omgepoold. Men leest dan het verschil van de aanwijzingen van de anodestroom of als maat voor het gemeten vermogen-product.

# RADIO-CURSUS

## Zesde Lessenreeks

door E.I.J.M. PALMANS

### ALGEMEENE ELECTRICITEIT

#### Samenvatting der 5<sup>e</sup> lessenreeks

1) Een electron in rust is steeds omringd door een electrisch veld

$$H = \frac{e}{r^2}$$

2) Bij eenparige beweging met snelheid van het electron voegt zich bij dit een electrisch veld en een magnetisch veld.

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

waarvan de richting bepaald wordt door de kurbetrekkerregel.

3) Ondergaat het electron een versnelling a, dan voegen zich bij de voorgaande velden, de zg. stralingsvelden (115):  
magnetisch stralingsveld

$$H^x = \frac{e}{r} \frac{a}{c^2}$$

waarvan de richting samenvalt met deze van H electrisch stralingsveld

$$H^x = \frac{e}{r} \frac{a}{c^2}$$

waarvan de richting loodrecht staat op het vlak bepaald door H en  $H^x$  (E. P. blz. 245, fig. 182).

4) Wederzijdsche inductie (117).

Wederzijdsche inductie coefficient  
(eenheid henry)

$$M = \frac{dF_A}{di_B}$$

leest voor  $dF_A$  krachtvloedverandering in kring A  
leest voor  $di_B$  stroomverandering in kring B.

5) Zelfinductie (118) — bijzonder geval van wederzijdsche inductie.

Zelfinductiecoefficient (eenheid henry):

$$L = \frac{dF}{di} = \frac{\text{krachtvloedverandering}}{\text{stroomverandering}}$$

Zelfinductiecoefficient eener solenoïde:

$$L = \frac{4\pi n^2 S'}{l} \text{ (e.m.e.)} \quad \left\{ \begin{array}{l} n \text{ aantal windingen} \\ l \text{ lengte der solenoïde} \\ S' \text{ oppervlak der winding.} \end{array} \right.$$

of ook:

$$L = \frac{l^2}{10^9 l} \text{ (henry)} \quad \left\{ \begin{array}{l} l' \text{ lengte van den gebruikten draad} \\ l \text{ lengte der solenoïde.} \end{array} \right.$$

6) Koppelingcoefficient van twee kringen A en B (118 blz. 257):

$$k = \frac{M}{\sqrt{L_A L_B}}$$

k kan niet grooter zijn dan 1.

### ZESDE LESSENREEKS

#### Voorafgaande bemerking:

Zooals we verleden maal hebben vermeld belet ons een zeker achterstel in de wiskunde en grafische oefeningen, de algemeene electriciteit onmiddellijk te vervolgen. In afwachting dit achterstel in dit nummer in te halen, houden we ons, met betrekking tot deze stof, thans alleen bezig met enkele algemeene herhalingsoefeningen, U verplichtend het voorgaande nog eens grondig te herzien.

#### Herhalingsoefeningen.

1) Bereken bij benadering de capaciteit van een transatlantische kabel van 5.600 km lengte. Deze bestaat uit een geleider van 6 mm doorsnede, omringd door een cilindrische gummilaag van 16 mm doorsnede en daarrond een metalen omhulsel. De dielectrische constante van de isoleerende laag bedraagt 5,4.

2) 16 Leidsche flesschen van 12 cm doorsnede, waarvan de metalen bekleedsels 25 cm hoog zijn, en de dikte van het dielectricum 0,2 cm dik is, worden in serie geplaatst. Bepaal:

- de totale capaciteit;
- de electriche lading, die aan het stelsel dient te worden overgemaakt, opdat het potentieel verschil 90.000 volt bedrage. (De dielectrische constante van het glas is 6).

3) Hetzelfde in geval van parallelschakeling.

4) Men vraagt de E. M. K. en de weerstand te berekenen van een batterij wetende: 1°) dat deze een stroom van 0,14 A afgeeft als de twee polen verbonden worden door een ijzer-nikkel draad van 10 m lengte en 1 mm doorsnede; 2°) dat zij een stroom afgeeft van 0,28 A wanneer de lengte van den draad verkort wordt tot 4,75 m; 3°) dat het ijzer-nikkel 50 maal minder geleidend is dan het koper; 4°) dat een koperdraad van 75 m lengte en 0,5 mm doorsnede een weerstand heeft van 6,1 ohms.

5) Bereken het spanningsverval per km in een aluminium geleider ( $\rho = 2,5 \mu\Omega/\text{cm}$ ) van 2,5 km lengte en 25 mm<sup>2</sup> doorsnede, wanneer de stroom die er doorloopt 20 A bedraagt.

6) Over een weerstand van 15 ohm en een galvanometer van 90 ohms, geshunteerd op 1/10,

staat een spanningsbron van 120 V. Welke stroomsterkte wijst de galvanometer aan?

7) Bereken de verhouding der warmtehoeveelheden afgegeven in een zilverdraad ( $\rho = 1,6 \mu\Omega/\text{cm}$ ) en een ijzerdraad ( $\rho = 9,6 \mu\Omega/\text{cm}$ ) van gelijke lengte en doorsnede: a) in geval deze draden in serie geschakeld zijn; b) in geval zij zich in parallel bevinden.

8) Door een spoel van 1 m lengte en  $50 \text{ cm}^2$  doorsneeoppervlak en met 2.500 windingen, gaat een stroom van 1,6 A. Men dompelt hierin een weekijzeren staaf van  $25 \text{ cm}^2$  doorsneeoppervlak. Bereken de krachtvloed in den staaf, wetende dat de permeabiliteitscoëfficiënt 240 bedraagt.

9) Een raam van 20 cm zijde en met 100 windingen draait in een magnetisch veld van 250 Oerstedt om een as, loodrecht op de richting van het magnetisch veld, met een snelheid van 50 toeren per sec. Bereken de gemiddelde geïnduceerde spanning.

10) Een rechthoekig raam van 25 cm lengte en 20 cm breedte en 200 windingen dragend, draait in een uniform magnetisch veld van 500 Oerstedt rond een as, loodrecht op de richting van het magnetisch veld. Bereken de hoeveelheid geïnduceerde elektrische lading, wetende, dat de geleider bestaat uit een aluminum draad van 2,5 mm doorsneeoppervlak ( $\rho = 2,5 \times 10^{-6} \text{ ohm/cm}$ ).

## Wiskunde en grafische oefeningen voor den Radiotechnicus

door E.J.I.M. PALMANS.  
(Vervolg van blz. 191)

Het in nr. 6 aangevangen tweede deel wordt hier slechts onderbroken, om een begin te maken met de trigonometrie, die noodzakelijk geworden is voor de verdere behandeling der algemeene electriciteit.

### DERDE DEEL.

Handboek: Vlakke driehoeksmeting Th. Gos (afkorting D) 4e druk — 1945.

#### INLEIDING.

In de vorige lessenreeks (meetkunde) werd er op gewezen, dat twee driehoeken, waarvan drie onafhankelijke grootheden (dus niet de drie hoeken) gelijk zijn, congruent zijn. Vandaar kan dus een driehoek onmiddellijk worden geconstrueerd, indien wij zoo'n drie onafhankelijke grootheden kennen bijv. 3 zijden of 2 zijden en een hoek. Hoe deze constructie gebeurt komt er hier niet op aan. Van belang is alleen, dat die constructie mogelijk is en bijgevolg al de elementen van die driehoek uit de gegeven grootheden kunnen worden berekend.

De trigonometrie of driehoeksmeting is in beperkten zin slechts de leer, die zich bezig houdt met de driehoeksberkening. Wij kunnen haar eventueel indeelen in vlakke driehoeksmeting voor zoover het gaat over rechtlijnig begrensde vlakken, (driehoeken gelegen in een plat vlak) en boldriehoeksmeting, waar het gaat over driehoeken beschreven op boloppervlakken, belangrijk voor den zeevaarder, astronoom, enz.

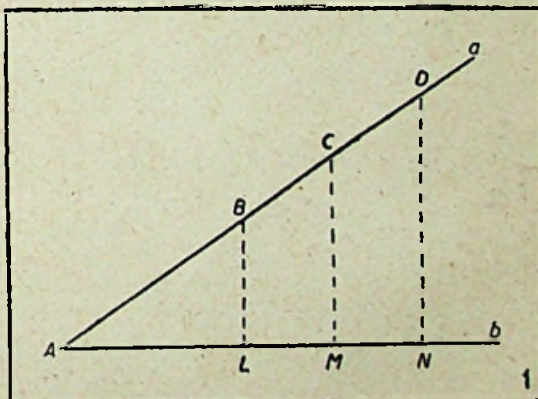
Daar deze laatste voor den Radiotechnicus absoluut van geen belang is, wordt hier niet over gesproken.

De groote beteekenis van de vlakke trigonometrie voor de H.F. techniek ligt niet zoozeer hierin, dat zij ons tot de berekening van driehoeken in staat stelt, maar wel, dat de daarin gebruikte functies (goniometrische functies) bij de behandeling van wisselstroomen van buitengewone beteekenis zijn.

Het feit, dat we niet voort konden in de algemeene electriciteitsleer is hiervoor een doorslaand bewijs.

#### 1) de goniometrische functies.

Door middel der elementaire meetkunde kunnen geen hoeken berekend worden, wel lijnsegmenten, zooals wij in 't bijzonder gezien hebben bij den rechthoehigen driehoek (stelling van Pythagoras). De rechtlijnige driehoek wordt ook voor hoekberekening als grondslag genomen.



Onderstelt een willekeurige hoek A.

Uit willekeurige punten B, C, D van de zijde a, laten we loodlijnen neer op de zijde b; op deze wijze bekomen we een reeks van rechthoekige driehoeken: driehoek ABL, driehoek ACM, driehoek ADN enz...

Al deze driehoeken zijn onderling gelijkvormig (zie Meetkunde, — M. bl. 155 n° 274 - tot 288).

Welnu per definitie zelf hebben gelijkvormige figuren evenredige overeenkomstige zijden d.w.z. dat:

$$\frac{AL}{AB} = \frac{AM}{AC} = \frac{AN}{AD} \dots\dots\dots \text{enz.}$$

of anders uitgedrukt:

$$\text{De verhouding } \frac{AL}{AB} = \text{constant.}$$

Dit is niet de eenige verhouding, die we in aanmerking kunnen nemen. We hebben ook:

$$\frac{BL}{AB} = \text{constant}$$

$$\frac{BL}{AL} = \text{constant}$$

en eventueel nog de omgekeerden dezer verhoudingen.

Deze verhoudingen bepalen dus den hoek A; bij iedere waarde van hoek A behoort een andere verhouding der zijden, en omgekeerd.

Aan die verhoudingen heeft men nu namen gegeven en wel:

$$\frac{BL}{AL} \text{ of } \frac{\text{projecteerende lijn}}{\text{projectie}} = \text{sinus A (afgekort sin A)}$$

$$\frac{AL}{AB} \text{ of } \frac{\text{projectie}}{\text{geproject. lijn}} = \text{cosinus A (afgekort cos. A)}$$

$$\frac{BL}{AL} \text{ of } \frac{\text{project. lijn}}{\text{projectie}} = \text{tangens A (afgek. tg. A)}$$

$$\frac{AL}{BL} = \text{omgekeerde van sinus} = \text{cosecans A (afgekort cosec. A)}$$

$$\frac{AB}{AL} = \text{omgekeerde van cosinus} = \text{secans A (afgekort sec. A)}$$

$$\frac{AL}{BL} = \text{omgekeerde van tangens} = \text{cotangens A (afgekort cotg A)}$$

Per definitie hebben we dus:

$$\sin A = \frac{1}{\text{cosec } A} \text{ of } \sin A \times \text{cosec } A = 1 \quad (1)$$

$$\cos A = \frac{1}{\text{sec } A} \text{ of } \cos A \times \text{sec } A = 1 \quad (2)$$

$$\text{tg } A = \frac{1}{\text{cotg } A} \text{ of } \text{tg } A \times \text{cotg } A = 1 \quad (3)$$

Direct uit de definitie kunnen nog de volgende grondbetrekkingen worden afgeleid:

$$\text{tg } A = \frac{\sin A}{\cos A} \text{ en dus } \text{cotg. } A = \frac{\cos. A}{\sin A} \quad (4)$$

$$\sin^2 A + \cos^2 A = 1$$

$$\text{en dus } \begin{cases} \sin A = \pm \sqrt{1 - \cos^2 A} \\ \cos A = \pm \sqrt{1 - \sin^2 A} \end{cases} \quad (5)$$

$$1 + \text{tg}^2 A = \text{sec}^2 A \quad (6)$$

$$1 + \text{cotg}^2 A = \text{cosec}^2 A \quad (7)$$

Is dus één der zes goniometrische verhoudingen gegeven, dan kunnen ook andere worden bepaald: (zie D - n° 14 - 15 - 16).

Merkt verder op; dat in driehoek ABL

$$\frac{BL}{AB} \sin A \text{ maar is ook } \cos B$$

nu is  $B = 90 - A$  (complement van A) en we kunnen dus schrijven:

$$\cos B = \sin. (90 - B) = \text{sinus van complement van B.}$$

cosinus is dus een verkorte schrijfwijze van sinus van complement; zoo ook: cotangens is tangens van complement; cosecans is secans van complement.

In formules uitgedrukt hebben we dus:

$$\sin (90 - A) = \cos A \rightarrow \cos (90 - A) = \sin A \quad (8)$$

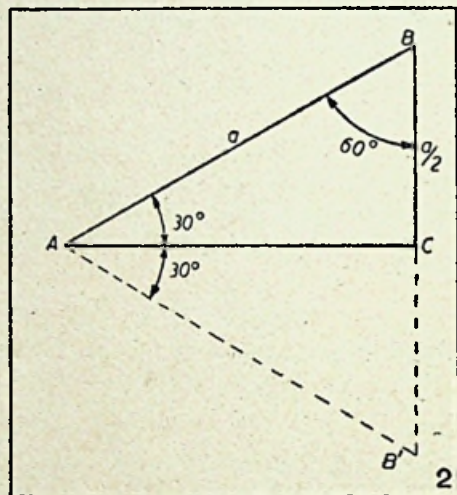
$$\text{tg } (90 - A) = \text{cotg } A \rightarrow \text{cotg } (90 - A) = \text{tg } A \quad (9)$$

$$\text{sec } (90 - A) = \text{cosec } A \rightarrow \text{cosec } (90 - A) = \text{sec } A \quad (10)$$

(zie D n° 13).

## 2) Berekening der goniometrische verhoudingen van eenige hoeken.

Van eenige hoeken zijn de goniometrische verhoudingen onmiddellijk uit meetkundige stellingen af te leiden.



1) zoo bijv. sin, cos, en tg van een hoek van 30°. In een rechthoekigen driehoek staat tegenover een hoek van 30° een zijde die gelijk is aan de halve schuine zijde (zie fig. 2).

$$\text{Dus } \sin 30^\circ = \frac{BC}{AB} = \frac{1/2 a}{a} = 1/2.$$

De zijde AC berekenen wij door middel van de stelling van Pythagoras.

$$AC^2 = AB^2 - BC^2 = a^2 - \frac{a^2}{4} = 3/4 a^2$$

$$\text{dus } AC = 1/2 a \sqrt{3}$$

Dan is:

$$\cos 30^\circ = \frac{AC}{AB} = \frac{1/2 a \sqrt{3}}{a} = 1/2 \sqrt{3}$$

$$\text{tg } 30^\circ = \frac{\sin 30^\circ}{\cos 30^\circ} = \frac{1/2}{1/2 \sqrt{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}} = 1/3 \sqrt{3}$$

2) sin, cos en tg van 60°.

Volgens formule 8, 9 en 10 hebben we:

$$\sin 60^\circ = \cos (90 - 60^\circ) = \cos 30^\circ = 1/2 \sqrt{3}$$

$$\cos 60^\circ = \sin 30^\circ = 1/2$$

$$\text{tg } 60^\circ = \text{cotg. } 30^\circ = \frac{1}{\text{tg } 30^\circ} = \frac{1}{1/3 \sqrt{3}} = \frac{3}{\sqrt{3}} = \sqrt{3}$$

3) sin, cos en tg 45°.

Een rechthoekige driehoek met een hoek van



45° is vanzelfsprekend gelijkbeenig. Noemen we de twee rechthoekzijden a dan volgt voor de schuine zijde  $\sqrt{a^2 + a^2} = a\sqrt{2}$  en bekomen we

$$\sin 45^\circ = \frac{a}{a\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{1}{2} \sqrt{2}$$

$$\cos 45^\circ = \frac{1}{2} \sqrt{2}$$

$$\text{tg } 45^\circ = \frac{a}{a} = 1$$

**OEFENINGEN.**

U vindt in uw handboek (D) oefeningen in overvloed. Maak er zooveel mogelijk.

Als verplichtende oefeningen leggen we U de volgende op:

1) Als de rechthoekzijde van een rechthoekigen driehoek 3 cm en 4 cm zijn, bepaal de sinus en de cosinus der scherpe hoeken.

2) Bereken de waarde van:  

$$\frac{\text{tg } 60^\circ - \text{tg } 45^\circ}{1 + \text{tg } 60^\circ \text{tg } 45^\circ}$$

3) Bepaal de waarde van  
 $\text{tg}^3 B \sin^2 C + \text{tg}^3 C \sin^2 A + \text{tg}^3 A \sin^2 B$   
 Als  $A = 30^\circ$        $B = 45^\circ$        $C = 60^\circ$

4) Construeer een scherpen hoek Z waarvoor  $2 \cos Z = 3 \sin Z$ .

5) Als  $\alpha$  een gegeven hoek is, vraagt men een hoek  $\varphi$  te construeeren, waarvoor men heeft  

$$\text{tg } \varphi = \sin \alpha$$

**3) Goniometrische verhoudingen van willekeurige hoeken.**

Bij hoeken tusschen 90° en 360° onderscheidt men dezelfde zes goniometrische verhoudingen als bij scherpe hoeken. Men geeft daarbij dezelfde bepalingen als hierboven, wat de volsterkte waarde betreft, maar onderscheidt bovendien een positieven en negatieven toestand.

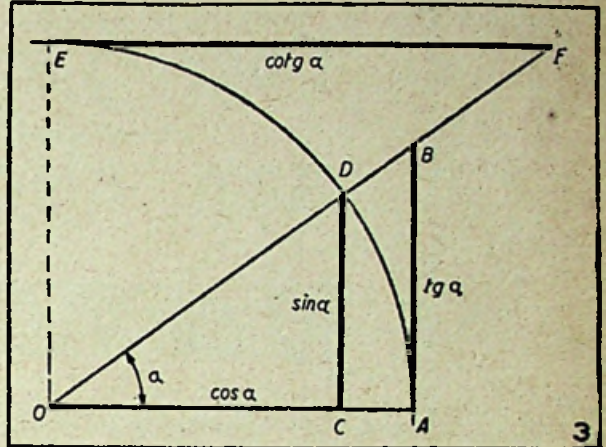
Stellen we ons voor, dat de 2 beenen van een hoek eerst samenvallen en dat men een der beenen aan het hoekpunt laat wentelen. Het bewegende deel kan dan achtereenvolgens alle hoeken van 0° tot 360° doorloopen. Daarbij neemt men gewoonlijk aan, dat het vaste been naar rechts gericht is en dat het andere been zich in tegengestelde richting van een uurwerk beweegt. Nemen we verder op het bewegende been een stuk OB en projecteeren we dit stuk op het vaste been als op de rechte lijn, die met het vaste been een hoek van 90° maakt.

Zulk een projectie wordt als positief beschouwd.

wanneer het ten opzichte van O naar rechts of naar boven gemeten is, als negatief wanneer het naar links of naar beneden gemeten is.

Wanneer we dan verder voor de goniometrische verhoudingen dezelfde bepalingen doorvoeren van vroeger, dan zullen we moeten besluiten dat deze verhoudingen de volgende teekens gaan aannemen.

(Zie D bl. 34 n° 44).



**4) Grafische voorstellingen van goniometrische verhoudingen.**

Als de lengte van een rechte lijn door hetzelfde getal wordt voorgesteld als een goniometrische verhouding zegt men dat die lijn de **graphische voorstelling** van die goniometrische verhouding is.

Het is gemakkelijk de verschillende goniometrische verhoudingen van een scherpen hoek voor te stellen door rechte lijnen. Hiertoe bedienen we ons van den zg. **goniometrischen cirkel** (cirkel waarvan we de straal als eenheid kiezen).

Zoo blijkt onmiddellijk dat:

$$\sin \alpha = \frac{DC}{OD} = \frac{DC}{1} = DC$$

$$\cos \alpha = \frac{OC}{OD} = \frac{OC}{1} = OC$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{DC}{OC} = \frac{AB}{OA} = \frac{AB}{1} = AB$$

Als onmiddellijk gevolg zien we hieruit verder dat de sinus in waarde steeds begrepen is tusschen -1 en +1.

De cosinus eveneens tusschen -1 en +1.

De tangens alle bestaansbare waarde kan hebben tusschen  $-\infty$  en  $+\infty$ .

Secans, cosec. en cotg. respectievelijk de omgekeerde zijde van cos. sin en tg. kan men de

Kwadranten	I (0°-90°)	II (90°-180°)	III (180°-270°)	IV (270°-360°)
sinus	+	+	-	-
cosinus	+	-	-	+
tangens	+	-	+	-
cosecans	+	+	-	-
secans	+	-	-	+
cotangens	+	-	+	-

Ter waarde van

**fl. 1000.-**

DUIZEND GULDEN

ten geschenke  
aan abonnées van

**DE RADIO-REVUE**

Ter gelegenheid van de a.s. Jaarbeurs te Utrecht, 10 t/m 19 Sept. 1946, hebben wij besloten aan de abonnées van "De Radio Revue., bij hun bezoek aan Stand 1139 (Hoofdgebouw, eerste verdieping), volgens onderstaand verdeelschema, telkenmale aan de eerstkomenden,

TEN GESCHENKE AAN TE BIEDEN

*500 ex. Techn. Zakwoordenboek  
Radio & Televisie. Ned.-Eng. en Eng.-Ned.*

De verdeling geschiedt als volgt :

10 September (openingsdag) . . . . .	100 ex.
Verder dagelijks 50 exemplaren . . . . .	400 ex.

Gelijke aantallen des voormiddags en des namiddags.

De verdeling vangt elken jaarbeursdag aan om 9 en 14 uur.

Doel dezer actie is het bevorderen van het internationale radio-verkeer en onze "OCECO., Technische Woordenboeken nog meer bekendheid te geven.

OCEANIC EXCHANGE  
COMPANY

NEW YORK. U. S. A.  
Nederlandsche Succursale  
Postbus 40 te Hilversum

**Stand 1139**

Interna - Hilversum

# Koninkl. Nederlandsche Jaarbeurs te Utrecht

van 10 tot en met 19 September 1946

## STAND 1139

### BELANGRIJKE MEDEDEELING AAN DE TALRIJKE ABONNÉS DER RADIO REVUE IN NEDERLAND

L. S.

Als importeurs in Nederland der alom bekende **BRANS' RADIOTECHNISCHE BOEKEN**, deelen wij U mede, ook op de Najaarsbeurs met een volledige serie dezer werken aanwezig te zijn.

Thans zijn vrijwel alle in nevenstaande lijst genoemde boeken uit voorraad leverbaar.

Reeds zonden wij U onzen Catalogus 1946 N-I, waaruit velen uwer al bestelden, doch de persoonlijke bezichtiging van deze uitgebreide collectie is niettemin van groot belang.

Hier kunt U, met de boeken in de hand, naar hartelust uitzoeken!

RADIOHANDELAREN,  
AMATEURS,  
CURSISTEN,

komt allen naar Utrecht en dan regelrecht naar de eerste verdieping van het hoofgebouw:

## STAND 1139

«Voorheen en thans, een boek van Brans»

Publicatie van Technische Boek-Import  
INTERNA, Postbus 40, HILVERSUM.

1. Radiolampen-Vademecum (1946).
2. Radio-Schema's I.
3. Radio-Schema's II.
4. Radio-Schema's III.
5. Radio-Schema's IV.
6. Radio-Schema's V.
7. Radio voor den Beginner.
8. Beginselen der Radiopractijk.
9. Radio Service.
10. Geluidsversterking.
11. Constructie van Radiotoestellen.
12. Moderniseeren van Radiotoestellen.
13. Ontw. en Constr. van Weerstand.
14. Ontw. en Constr. van Spoelen.
15. Ontw. en Constr. van Transformatoren.
16. 100 Fouten in Radiotoestellen.
17. Radio-Reparateur.
18. Leerboek der Radiopractijk.
19. Practische Meetinstrumenten.
20. Constr. van Radiomeetinstrumenten.
21. Methodisch Foutzoeken.
22. Controle van Radio-Onderdeelen.
23. De Radiotechnische School (4 deelen).
24. 800 Vraagstukken en Oplossingen.
25. Frequentiemodulatie.
26. Dynamisch Foutzoeken en Trimmen.
27. Moderne Korte-Golf Ontvangst.
28. Fading- en Storingvrije Radio-Ontv.
29. Wisselstroommetingen.
30. Handboek Trimmen en Afregelen.
31. Meetzenders, IJkgeneratoren, enz.
32. Constr. en Onderzoek van Radiolampen.
33. Piezo-Electriciteit.
34. Electronica.

waarverandering van eerstgenoemde uit die van de laatste afleiden.

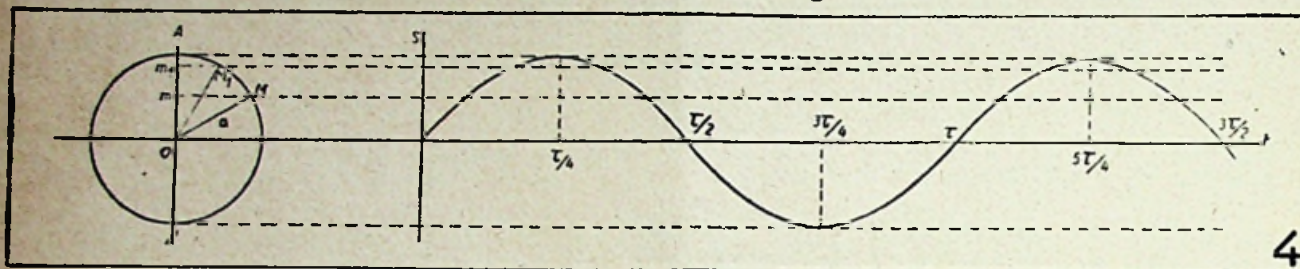
(D — n° 45-46-47-48).

(Zie ook n° 49 - 53, betrekking hebbend op hoeken groter dan 360°).

**OPMERKING:** Graphische voorstelling van goniometrische functies.

Als  $y = \sin x$ , verandert  $y$  wanneer  $x$  verandert;  $y$  is functie van  $x$ .

De functie  $y = \sin x$ ,  $y = \cos x$  enz. worden goniometrische functies genoemd.



Een duidelijke voorstelling dezer functies bekomt men weer door deze graphisch voor te stellen.

Neemt dus gemillimeterd papier, zet op de abscis de waarde van  $x$  af in graden of in radialen en op de ordinaat de bijhoorende waarde van  $y$ .

**OEFENING:** Voert deze graphische oefeningen uit:

Op een eerste papier voor sinus, cosinus, cosecans en secans.

Op een tweede papier voor tangens en cotangens.

**5) Periodische verschijnselen.**

Periodische verschijnselen d.w.z. verschijnselen, bestaande uit een opeenvolging van onderling gelijke verschijnselen, komen in de natuur veelvuldig voor. Iedere elementaire beweging noemen we een cyclus. Zulke periodiciteit vertoont bijv. een rad, dat met constante snelheid ronddraait (een punt van dat rad komt na een cyclus steeds op dezelfde plaats terug), de slinger van een uurwerk, de zuiger van een stoommachine enz. Het tijdsinterval noodig voor een cyclus te beschrijven noemt men de periode ( $T$ ); het aantal elementaire bewegingen per seconde is de frequentie  $f$ .

Per definitie geldt dat

$$f = \frac{1}{T}$$

Indien de baan, die door het bewegende lichaam wordt beschreven zich bepaalt tot een lijnsegment (of een deel eener kromme) spreken we van trillende beweging, bv. de slinger van een uurwerk.

De uitslag is de uitwijking van het trillend punt uit zijn evenwichtstoestand; de amplitude is de maximale waarde van den uitslag.

Wij zullen verder nog wel zien, dat bij al de periodische beweging de sinus- en cosinusfunctie een zeer voorname rol spelen. In dit verband

kunnen wij trouwens van nu af reeds wijzen op een zeer belangrijke stelling (stelling van Fourier, die zegt, dat:

Ieder periodisch verschijnsel, dat grafisch door een continue kromme kan worden voorgesteld, kan beschouwd worden als een som van zuiver sinussoïdale trillingen en dus kan ontbonden worden in een reeks sinussoïdale krommen.

De praktische toepassing dezer wet zullen wij elders nog leeren kennen.

**Sinussoïdale trilling:** Beschouwen we een punt  $M$ , dat een cirkelomtrek beschrijft met straal  $a$ ; de beweging over de cirkelomtrek zij uniform (fig. 4).

Indien de periode der cirkelvormige beweging  $V$  is, dan is de hoeksnelheid  $\omega$  van het punt, (uitgedrukt in radialen) bepaald door  $2\pi/T$  (zie nogmaals A. P. n° 14).

Gaan we nu de beweging na van het punt  $m$ , projectie van  $M$  op de doorsnede  $AA'$ . Wanneer het punt  $M$  de cirkelomtrek doorloopt verplaatst  $m$  zich van  $0$  over  $A$  en  $A'$  terug naar  $0$ . De uitslag van het punt  $m$  verandert in functie van den tijd volgens bijgaande tabel.

Tijd	0	$V/4$	$V/2$	$3V/4$	$V$	$5V/4$
Hoek beschreven door $M$	0	$\pi/2$	$\pi$	$3\pi/2$	$2\pi$	$5\pi/2$
Uitslag $s$ van het punt $m$	0 $\times$	$a \times$	0 $\times$	$a \times$	0 $\downarrow$	$a \times$

Het punt  $m$  bezit dus een trillende beweging, waarvan de amplitude gelijk is aan de straal van den cirkel. Zetten we nu op de abscis de tijd af en op de ordinaat de uitslag van het trillend punt, dan krijgen wij een figuur die we zoeven tegengekomen zijn en sinussoïde noemen. Daarom zeggen wij dat, het punt  $m$  een sinussoïdale trilling uitvoert.

Na een tijd  $t$  komt het punt  $M$  aan in het punt  $M_1$ , en heeft dan een hoek beschreven  $\omega T$ ; de uitslag  $s$  is dus:

$$s = 0 m = a \sin \alpha = a \sin \omega t = a \sin \frac{2\pi t}{T}$$

# Cursus van Werkhuis- en Radio-Technologie

door HIPPOLYTE STRUYF

(Vervolg van blz. 146)

## HOOFDSTUK V

## DE ZELFINDUCTIE SPOEL

## EERSTE LES

## Algemeenheden.

Het begrip zelfinductie is een bijzonder geval van de wederkerige inductie (zie inductiewetten en E. P. blz. 254). Als eenvoudigste vorm van een zelfinductie bezittend element geldt de rechte geleider. De zelfinductie van deze rechte geleider neemt toe met de lengte van den geleider. Deze zelfinductie van rechte geleiders is echter uiterst klein en mag tenzij voor zeer hooge frequenties, van den er door vloeiende stroom, verwaarloosd worden.

Wil men een sterk zelfinductie-effect verwezenlijken dan rolle men de geleider op als een solenoïde. Plooiën wij nu deze solenoïde om tot een gesloten toroïde.

Wanneer wij nu aannemen dat de windingen uit zeer fijne draad zijn samengesteld en tevens goed tegen elkaar aansluiten, dan is het uitwendig magnetisch veld nul en het inwendig magnetisch veld is homogeen (d.w.z. gelijkmatig verdeeld in sterkte over de gansche doorsnede). Dit ideale geval stemt tevens overeen met dit van een rechte solenoïde waarvan de lengte zeer groot is, t.o.v. de doorsnede loodrecht op de lengteas.

In beide gevallen wordt de wiskundige waarde van de zelfinductie gegeven door de formule

$$L = \frac{4 \pi n^2 S}{l} 10^{-9} \text{ henry}$$

Waarin :

$L$  is Henry

$n$  = aantal toeren der spoel

$S$  = in  $\text{cm}^2$  doorsnede der spoel loodrecht op de lengteas

$b$  = lengte van de spoel in cm.

Zie (E.P. blz. 256).

Natuurlijk kan men in de practijk met een niet-magnetische kern deze ideale toestand niet verwezenlijken. En wel om verschillende redenen :

1) De draaddoorsnede wordt bepaald door andere factoren en kan een belangrijke waarde bereiken.

2) Zeer lange spoelen, dus groote afmetingen, zijn weinig practisch.

3) De draden moeten van elkaar geïsoleerd zijn, sluiten dus niet goed aan, zoodat de veldverdeling onregelmatig wordt.

Daarom bevatten de formules voor deze soort uitvoeringen een of meer correctiefactoren afhainde van den vorm van draad en spoel.

Wanneer we echter een gesloten kern aanbrenge in magnetisch materiaal van groote permea-

biliteit dan wordt practisch de ideale toestand hersteld.

De zelfinductie heeft nu als uitdrukking :

$$L = \frac{4 \pi n^2 S \mu}{l} 10^{-9} \text{ henry}$$

Dezelfde als formule (1) waarin echter :

$\mu$  = permeabiliteit van het materiaal voorkomt,  $l$  en  $S$  zijn hier respectievelijk doorsnede en lengte van de kern geworden.

Hieruit besluiten wij dat de vorm van de spoel geen rol meer speelt.

Opmerking : In geval de kern niet op zichzelf gesloten is (er bestaat daar een luchtspleet), wijkt de formule ook meer af van den vorm (2).

1.2. De grootheid zelfinductie treedt alleen op in stroomkringen waarin in den tijd veranderlijke stroomen vloeien.

De spoel gedraagt zich aan een weerstand, zonder echter energie te verbruiken, voor zoover wij haar gelijkstroomweerstand en H.F. weerstandsnaam verwaarloosen.

Men zegt dat de spoel reactantie, of wisselstroomweerstand, of inductantie heeft, waarvan de waarde gegeven is door de uitdrukking :

$$Z = w L$$

$$w = 2 \pi f$$

$f$  = frequentie.

((R.T.S. blz. 548)) en ((E.P. blz. 280)).

1.3. De overspanningsfactor. Deze factor is een getal gegeven door de verhouding

$$S = \frac{w L}{R} = Q$$

De Angelsaksers noemen het de Q-factor.

Deze factor is een maat voor de qualiteit van de spoel en bepaalt de selectiviteit van den trillingskring, met de spoel samengesteld.

Wij merken echter op dat in deze uitdrukking de grootheid  $R$  de totale verliesweerstand beteekent. (Lucas, blz. 84) ((R.T.S. II, blz. 557)).

## 2. Basis formules-eenheiten.

In tegenstelling met hoofdstuk III waar een enkele formule als algemeen gangbaar mag beschouwd worden, onafgezien van de frequentie, moeten we hier rekening houden met meerdere empirische formules.

2.1. Serieschakelen van zelfinducties, die niet onderling gekoppeld zijn (dat wil zeggen geen magnetische beïnvloeding van een spoel door de andere (fig. 1) :

$$L_t = L_1 + L_2 + \dots L_n$$

2.2. Parallel schakelen van niet gekoppelde spoelen (fig. 2) :

$$L_t = \frac{1}{\frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \dots \frac{1}{L_n}}$$

**2.3. Eenheden.**

De praktische eenheid van zelfinductie is de Henry (H).

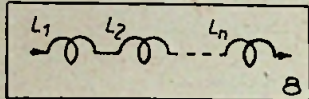
$1H = 10^3 \text{ mH (mille henry)} = 10^6 \mu\text{H}$   
(micro henry) =  $10^9 \text{ cm (c.g.s.)}$ .

**TWEEDE LES**

**5. Eigenschappen van de spoel bepaald door de samenstellende elementen.**

**5.1. Hoogfrequentweerstand.**

Dit is een ander gevolg van de inductiewet. Er heeft een stroomverdringing plaats van de as van den draad naar de oppervlakte en wordt huid- of



skineffect genoemd. De gelijkstroom of ohmsche weerstand van de geleider neemt schijnbaar toe. Het effect wordt alleen merkbaar voor de hogere frequenties.

((RTS I blz. 157; RTS II blz. 699; Spoelen Lucas blz. 73)).

Het gevolg is dat men bij het ontwerp rekening heeft te houden met deze weerstandstoename. Van daar het gebruik van geleiders met groote oppervlakte, zooals koperbuis, litzedraad. (Rp. blz. 176)) of ook nog koperband of lint.

Een bijkomende verbetering is het verzilveren van de koperoppervlakte. Inderdaad is zilver de beste geleider en oxydeert weinig, terwijl zilver oxyde dan nog tamelijk goed geleidend is, wat niet van koperoxyde kan gezegd worden.

**5.2. Foucaultstroomen en hysteresisverliezen.**

Deze ontstaan wanneer geleidende massa's (metaal) zich bevinden in het wisselend veld van de spoel. Deze inductie-stroomen stellen een zuiver verlies daar. Men zal daarom vermijden metalen bevestigingsdeelen aan te wenden of ten minste ze aanbrengen daar waar het veld zwak is.

Een tweede zetel van Foucaultstroomen zijn de mangetische kernen. Men tracht door oordeelkundige verdeling van de kern, deze verliezen tot een toelaatbare waarde terug te brengen. Zoo zal het voor laagfrequent doeleinden volstaan, de kern samen te stellen uit dunne plaatjes die dan nog van elkander geïsoleerd worden. Voor hogere frequenties ( $10^5$  à  $10^7$ ) volstaat dit niet meer en neemt men zijn toevlucht tot fijn verdeeld metaalpoeder (Fe) dat door een isoleerend bindmiddel wordt samengehouden.

Ieder metaalkorreltje is aldus van de overige geïsoleerd. De verliezen zijn nu zeer gering, zoodat sommige dezer hoogfrequent ijzerpoedersoorten zelfs in kortegolfspoelen aangewend worden. ((Spoelen Lucas blz. 108)); (Rp. blz. 177)); ((RTS I blz. 141)).

De hysteresisverliezen zijn eigen aan de ferromagnetische kernen. Deze verliezen worden klein gehouden door het volume en de inductie (B) van het ijzer klein te houden evenals door een geschikte keuze van het kernmateriaal.

**5.3. Dielectrische verliezen.**

Zij ontstaan in het isolatiemateriaal. Zij hangen af van den aard van de draadomspinning en van het niet-geleidend spoellichaam. Zie hiervoor ((Hoofdstuk III. De condensator § 3.4)) — ((RTS III-IV blz. 792)); (Rp. blz. 179 eerste alinea).

**5.4. De totale verliesweerstand.**

Deze is samengesteld uit de som van: gelijkstroomweerstand ( $R_g$ ), hoogfrequentweerstand ( $R_{hf}$ ), equivalente verliesweerstand voor wervelstroomen en hysteresis ( $R_f + h$ ), en dielectrische verliezen ( $R_d$ ) (RTS II blz. 557):

$$R_t = R_g + R_{HF} + R_{F \text{ plus } H} + R_d$$

Het is deze waarde die in rekening moet gebracht worden bij de berekeningen, bij voorbeeld bij het bepalen van de Q-factor.

In de practijk wordt deze weerstand niet berekend, maar gemeten op de afgewerkte spoel.

**5.5. De eigencapaciteit.**

In zelfinductiespoelen zijn geleiders en isolatoren voorhanden en op korten afstand van elkaar opgesteld. De hierdoor ontstane capaciteiten vooral deze bestaande tusschen de windingen van de spoel onderling geven aanleiding tot wat men noemt de eigencapaciteit van de spoel ((RTS II blz. 560)).

Deze capaciteit is ongewenscht en dikwijls van mindere goede kwaliteit (vooral t.o.v. lucht dielectricum) .Men bestrijdt ze vooral door bepaalde wikkelmethode aan te wenden, welke op de volgende principes berusten:

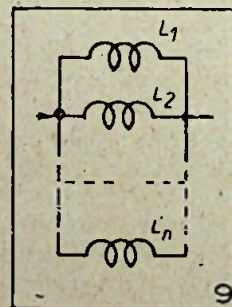
- 1) de aanrakings-oppervlakte tusschen de draden zoo klein mogelijk houden, dus de draden kruisen.
- 2) de windingen spacieeren.
- 3) isolatiemateriaal met kleine dielectrische constante gebruiken.

(Rp. blz. 173/174).

**5.6. De afscherming van de spoel:**

Ten einde de spoel te onttrekken aan uitwendige capacatieve of magnetische invloeden en ook ter beperking van haar eigen veld, wordt de spoel ingesloten in een metalen bus. De afscherming tegen capacatieve invloeden wordt verkregen door gelijk welk goed geleidend scherm.

Een effectieve magnetische afscherming bekomt men slechts wanneer het laag-frequent-signalen betreft door een zwaar ferro magnetische scherm van hooge permeabiliteit. Bij hooge frequenties is dergelijk magnetisch scherm onbruikbaar.



## VIERDE LES

baar vooral daar het op kleine afstand van de spoel is geplaatst. ( $R_F$  plus II).

Men gebruikt hier doodeenvoudig een goed geleidend magnetisch metaal (Cu, Al).

Het scherm werkt als de kortgesloten secundaire van een transformator. Hoe beter de geleidbaarheid van het afschermmateriaal, hoe geringer de verliezen (Foucaultstroomen).

Daar de afscherming zich in het veld van de spoel bevindt, verhoogt zij de reluctantie van den magnetischen omloop, waardoor de krachtvloed afneemt en ook de zelfinductie van de spoel.

Practisch neemt men voor cilindervormige luchtspoelen ook cilindervormige afscherm-bussen, waarvan de diameter het drievoudige is van den spoeldiameter. Terwijl het scherm een dikte heeft van 1/2 mm voor zuiver koper, en 1 mm in geval men aluminium gebruikt. In deze omstandigheden vermindert de overspanningsfactor van 5 tot 10 % en de zelfinductiecoëfficiënt (L) van 10 tot 15 % (Spoelen Lucas blz. 80)).

De verliezen bij de afscherming van hoogfrequentijzerkernspoelen zijn veel geringer ((Rp. blz. 194)).

## DERDE LES

4. Practische uitvoeringsvormen voor spoelen zonder ferromagnetische kern.

4.1. Eenlaag cilinderspoulen.

(Rp. blz. 173 — RTS blz. 549 — RTS III-IV blz. 792.)

4.2. Meerlagige cilinderspoulen (bankwikkeling).

(Voor bankwikkelingen Rp. blz. 173.)

(RTS blz. 552 II.)

4.3. Vlakspoelen.

(RTS III-IV blz. 793) (Spoelen Lucas blz. 87) (Rp. blz. 174.)

4.4. Honigraatspoelen.

Rp. blz. 174) (Spoelen Lucas blz. 89.)

4.5. Ring of toroïdaalspoelen.

(Rp. blz. 175 fig. 105 midden) (RTS IV blz. 794.)

5. Spoelen met ferromagnetische kern.

(Rp. blz. 177/194) — (RTS III blz. 794/798)) ((RTS blz. 554/59 II.)

5.2. Laagfrequent ijzerkernspoelen.

(RTS II blz. 567)) ((Rp. blz. 204.)

6. Indeeling volgens de bestemming.

6.1 Hoogfrequent spoelen voor afstemkringen.

Hiervoor komen in aanmerking: De eenlaag cilinderspoulen voor omroep en korte golven; de honigraatspoelen voor H.F. afstem- en oscillatorspoelen en vooral voor middenfrequent spoelen in ontvangers. In het gebied der omroepgolven (1000-2000 m en 200-600 m) gebruikt men tegenwoordig bijna uitsluitend spoelen met hoogfrequentijzerkern.

6.2. Hoogfrequent spoelen.

(Rp. blz. 202/204)) (RTS III-IV blz. 197.)

6.3. Laagfrequent spoelen.

(RTS III-IV blz. 799) ((Rp. blz. 204/208.))

## 7. Samenvatting:

Tengevolge van het zelfinductieverschijnsel gedraagt een spoel zich als een schijnbare weerstand, waarvan de uitwerking op den kring waarin de spoel is opgenomen, tegengesteld is aan het effect veroorzaakt door een capacatieve schijnbare weerstand. Deze inductantie neemt geen vermogen op voor zoover zij niet gepaard gaat met een ohmschen weerstand.

De reactantie van een zelfinductiespoel bevat dus een wattlooze en een wattcomponente. De wattcomponente bevat de energie die in warmte wordt omgezet tengevolge van den ohmschen weerstand en de daarmee gelijk te stellen verliesweerstand. Deze verliesweerstand worden klein gehouden door oordeelkundige keuze der bouwmaterialen en door aan de omstandigheden aangepaste vormen.

Men zal de eigencapaciteit en de invloed van de afscherming zoo gering mogelijk houden, voor zoover dit overeenstemt met practische gebruiksmogelijkheden.

In hoogfrequentkringen beperkt men zich tot het gebruik van een of meer laagcilinderspoelen en honigraatspoelen. De twee laatste voor de lagere omroep- en middenfrequenties waar het toerental aanzienlijk is. In korte en ultra-korte golfkringen is men aangewezen op een laag cilinderspoulen met gespaciede windingen met of zonder spoellichaam.

Voor de zeer hoge frequenties gaan deze solenoiden over in één enkele wikkeling of bedient men zich van zoogenaamde dooskringen en transmissielijnen dewelke zeer hoge qualiteitsfactoren bezitten.

Terzelfdertijd wordt in groote mate gebruik gemaakt van spoelen met hoogfrequentkernen. De permeabiliteit van deze kernen kan de waarde 20 bereiken. Gewoonlijk vergenoegt men zich met een waarde van 2 tot 5, wat reeds een aanzienlijke toename van de factor Q beteekent, terwijl de ohmsche weerstand en  $R_{HF}$  sterk zijn afgenomen.

Men geeft aan deze laatste uitvoeringen de voorkeur omdat zij een grootere selectiviteit en ook versterking tengevolge hebben. Het gebruik is echter beperkt door de kleine stabiliteit van het materiaal (invloed van tijd en atmosfeer).

De spoelen met groot toerental (hoogfrequent spoelen) zal men onderverdeelen in meerdere spoelen, liefst van ongeijke waarde en vorm, om aldus de eigenfrequenties van het geheel buiten het nuttige frequentiegebied te houden.

In laagfrequent spoelen zal men, tenzij in enkele buitengewone gevallen, steeds zijn toevlucht nemen, en met rede, tot de gelammelleerde kernen. De laatste jaren is men er in geslaagd materiaal van zeer hoge permeabiliteit en zeer kleine ijzerverliezen aan te wenden, waardoor een groot euvel, nl. de lekvelen sterk gereduceerd worden. Een ander gebrek op dit gebied is de capaciteit tusschen winding en kern en tusschen

windingen onderling, die steeds weer onze aandacht gaande houdt.

8. Herhalingsvragen :

1) Welke zijn de voor- en nadeelen van spoelen met hoogfrequentijzerkern ten opzichte van spoelen met lucht of ceramiek kern ?

2) Welke eischen mogen aan een goede hoogfrequent-smoorspoel gesteld worden ?

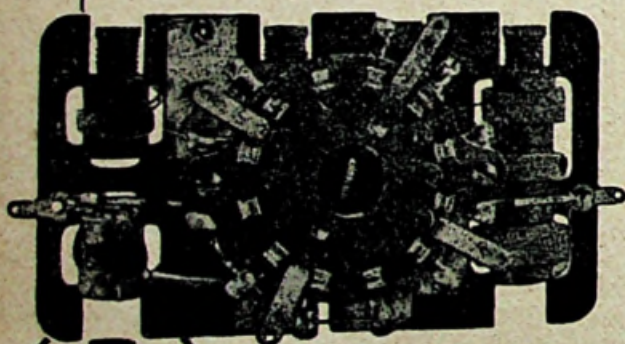
3) Welke invloeden heeft de eigencapaciteit op de kwaliteit van een spoel en welke rol speelt zij wanneer die spoel samen met een verliesvrije condensator een trillingskring vormt ?

4) Veronderstel drie eenlaag cilindrische spoelen van gelijk toerental waarvan de eerste een spoellichaam heeft in gebakeliseerd karton — de tweede is op een trolitulkern gewonden — de derde op frequentit of steatitkern. Hoe zullen, naar uwe meening, de spoelen dienen gerangschikt te worden, t.o.v. de kwaliteitsfactoren, de totale verliesweerstand, de standvastigheid van de spoelconstanten, in tijd en ruimte ?

NOTA. — Voor de drie spoelen werd dezelfde lakdraad gebruikt — zonder ruimte tusschen de windingen.

5) Hoe is het uit te leggen dat de reactantie of wisselstroomweerstand van een hoogfrequent-smoorspoel, in het bruikbare gebied, sterke minima- en maxima-waarden vertoont en deze minima-waarden de spoel als onbruikbaar kan bestemmen ? (Herinner U de eigenfrequentie van een spoel en haar oorzaak).

(Wordt voortgezet)



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

## ISOBLOC 245

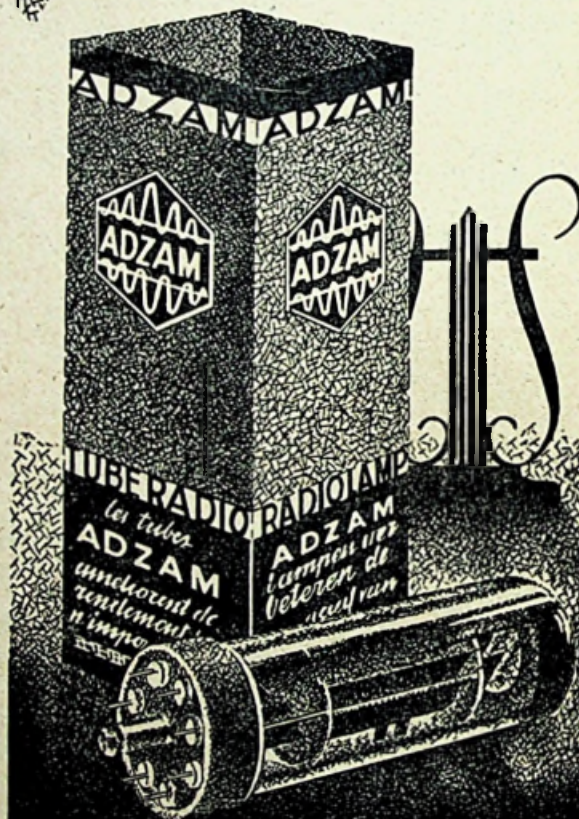
Bloc 3 gammes à  
5 circuits réglables  
par noyau ISOFER.

# SOCIÉTÉ OMEGA

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

R.A. Dupuy.

# GEBRUIKT ADZAM LAMPEN IN UWE APPARATEN



# ADZAM

A.P.I.



# Nieuwe Schakeling voor automatische Sterkteregeling

door STEPHEN G. HART  
(London)

Met de hedendaagsche krachtige omroepstations komt het bij de ontvangst van het plaatselijk station, niet zelden voor dat de M.F.-trappen van de eenvoudige supers overbelast zijn. Daaruit volgt meestal onjuiste afstemming, onnatuurlijke weergave en zijband-interferentie (sideband splash).

De overbelasting heeft voor gevolg, dat twee toppen worden verkregen in de M.F.-kringen, waardoor vaak verkeerd wordt getrimd op een punt dat het schijnbare afstempunt is, maar dat in werkelijkheid meerdere kHz naast het juiste afstempunt ligt, terwijl in het werkelijke resonantiepunt de ontvangst sterk vervormd is.

Dit onaangename effect is het gevolg van een ondoelmatige opwekking van de roosterspanning voor de A.S.R.-schakeling, vergeleken bij de hoge invallende seinstrekte van den lokalen zender.

Tijdens de afstemming krijgt men, als gevolg van de overbelasting, een geheel verkeerd indruk over de juiste ligging van het afstempunt. Is de afstemming juist voor de eigenlijke M.F.-resonantie, dan is de weergave sterk vervormd en men verkrijgt den indruk, dat de ontvanger niet precies is afgestemd terwijl men op een anderen stand van de afstemnaald normale weergave verkrijgt, waarbij men natuurlijk meent, dat de ontvanger goed is afgestemd, wanneer dit in werkelijkheid niet zoo is.

Bij duurdere en meer verfijnde supers wordt versterkte A.S.R. gebruikt en het nadeel is opgeheven. Hierdoor verkrijgt men een ruimer voorspanningsbereik om de A.S.R. te bekrachtigen; de seinversterking wordt dus over een grooter gebied beïnvloed.

De schakeling van fig. 1 toont het principe van de bijkomende controleschakeling op een vooraf bepaalde frequentie. Men verkrijgt er een bijkomende voorspanning mee, die groot genoeg is om het hoge sein-niveau van een nabijzender zonder overbelasting te verwerken, met de daaruit voortvloeiende gevolgen.

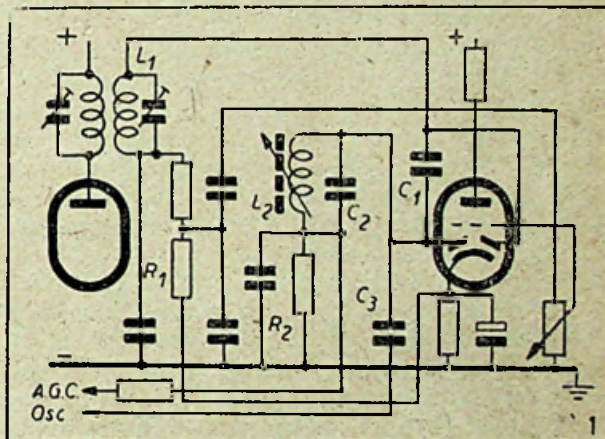
Een spoel L2 en een condensator C2 zijn geschakeld in den A.S.R.-kring, welke doorgaans in een super aanwezig is en zij zijn over een kleinen condensator C3 los gekoppeld met den oscillator.

L2 en C2 worden zoodanig gekozen, dat resonantie optreedt vóór de frequentie waarop de oscillator is afgestemd wanneer men het station ontvangt, waarvoor de bijkomende regeling noodzakelijk is. Deze frequentie is meestal gelijk aan de som van de seinfrequentie en de midden-

frequentie indien de oscillator-frequentie hooger is dan de frequentie van het invallende sein.

De schakeling werkt als volgt: is de oscillator-frequentie gelijk aan de resonantie-frequentie van L2 C2 dan ontstaat een spanning aan de klemmen van den trillingskring en de daarmede verbonden diode produceert een gelijkspanning met negatief potentiaal over weerstand R2, die op zijn beurt den normalen A.S.R.-kring voedt.

Om te verhinderen, dat de bijkomende regeling ook zou optreden op naburige frequenties, met het gevolg dat ook op deze frequenties de versterking zou gereduceerd worden wanneer dit ongewenscht is, b.v. bij de ontvangst van een verder afgelegen station, is het noodzakelijk dat de afstemming van L2-C2 scherp afgestemd zij en er dient bijgevolg een prima spoel te worden gebruikt.

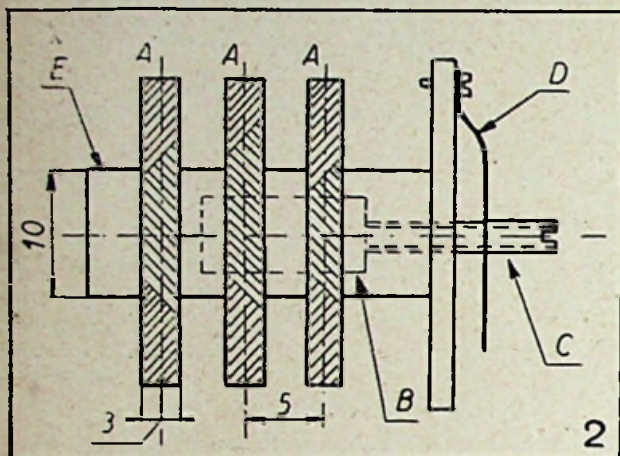


Voor L2 kan men derhalve een meervoudige honigraatspoel of een prima spoelvorm (cilinder) van 1 cm dik nemen, waarin een H.F.-ijzerkern kan geschoven worden, waarmede de juiste afstemming kan gebeuren terwijl C2 slechts een vaste condensator is.

L2 wordt met Litze gewikkeld die niet minder dan 7 adertjes bevat. Voor de omroepgolf wikkelt men 100 toeren over drie spoeltjes van 3 mm dik verdeeld, die onderling 5 mm van elkaar liggen, gemeten tusschen de middenpunten van de spoeltjes. Condensator S3 moet een capaciteit van 20 tot 150  $\mu\mu\text{F}$  hebben, naar gelang de frequentie waarop de kring moet resoneeren.

Door het in- en uitschuiven van de ijzerkern varieert de zelfinductie der spoel in de verhouding 1,5 tot 1. Vanzelfsprekend verschilt dit van het eene kernfabrikaat tot het andere. Met een dergelijke inrichting is het afregelen van den kring eenvoudig en de werking zeer stabiel.

Om terugwerking op andere kringen of bouwdeelen te vermijden en om toevallige werking op andere punten te voorkomen zal men goed doen L2 behoorlijk af te schermen en deze spoel zoo dicht mogelijk bij den diodekring te monteren, wat tevens lange bedrading onnodig maakt en de stabiliteit van den ontvanger bevordert. De koppeling met den oscillator wordt best proefondervindelijk bepaald want deze is afhankelijk van de vereischte bijkomende voorspanning; de koppeling moet vaster zijn naarmate een hogere voorspanning vereischt is. Nochtans neme men de koppeling zoo los mo-



gelijk voor zoover de goede werking behouden kan worden. De koppelcondensator heeft een capaciteit van 5 tot 20  $\mu\mu\text{F}$ . De verbinding met den oscillator geschiedt over C3 (direct met den oscillator verbonden) en een zoo kort mogelijk draad naar L2 zoodat een zoo gering mogelijke strooicapaciteit ontstaat.

Door de toevoeging van C3 en van de bedrading ontstaat er een bijkomende capaciteit over den oscillatorkring en deze moet bijgetrimd worden om terug den normalen samenloop van oscillator- en afstemkring te verkrijgen. De mate waarin moet worden bijgetrimd is afhankelijk van de aansluiting van C3, nl. is zij verschillend naar gelang C3 verbonden is met de anode of het rooster van de oscillatortrap.

Het regelen van den nieuwen kring L2-C2 kan als volgt geschieden, desnoods zonder instrumenten, indien men deze niet bij de hand heeft:

Men stemt af op het station waarvoor de hulpregeling noodig is. Men vermindert de antenneinput zoo sterk, dat men nog slechts een zachte weergave verkrijgt met den sterkteregelaar op maximum.

Om de seinspanning in den antennenkring te verminderen gebruikt men een serie-condensator 50  $\mu\mu\text{F}$  of nog beter een variabele serie-condensator van het gewone afstemtype.

In de meeste gevallen is het sein reeds sterk genoeg zonder antenne en dat is vanzelfsprekend veruit de eenvoudigste methode.

De zelfinductie van L2 wordt door verschuiving van de ijzerkern veranderd tot men de zwakst mogelijke weergave verkrijgt, wat vanzelfsprekend het gevolg is van de geringste ver-

sterking en overeenstemt met de hoogste hulpvoorspanning. Gedurende deze bewerking wordt de seinsterkte geleidelijk opgevoerd door het vaster koppelen der antenne waardoor men den kring beter kan afstemmen. De regeling moet met de meeste zorg geschieden opdat het resonantiepunt van L2-C2 juist zou samenvallen met de frequentie van den «storenden» zender. Indien kring L2-C2 op een naburige frequentie is afgestemd, ontstaat een verzwakking op dat punt als gevolg van de ongewenschte hulpfrequentie.

De drie belangrijkste punten bij het regelen van den kring zijn:

- 1) Zwak input-sein om te beginnen en geleidelijke toename hiervan naarmate de versterking vermindert als gevolg van de toename der hulpspanning;
- 2) Zeer juiste afstemming van het station;
- 3) Zeer zorgvuldige en nauwkeurige regeling van L2.

De hierboven beschreven schakeling is dienstig voor één voorafbepaalde frequentie. Een meer ingewikkelde schakeling met bandfilter kan gebruikt worden met resonanties op geschikte frequenties. Men kan hiermede automatische versterkingsregeling verkrijgen op twee of meer vooraf-bepaalde stations.

## De "Exstat"-Antenne

door STEPHEN G. HART

De Britsche firma «Antiference», die zich specialiseerd heeft in antennes voor radio-ontvangst en in de problemen der niet-atmosferische storingen, kondigt thans een nieuw product aan, dat ze «Exstat» genoemd en beschreven heeft als «een storingvrije antenne-inrichting voor alle golflengten».

De «Exstat»-antenne is beschikbaar met horizontale of verticale staven en een bouwdoos (A.S.A. 100), die de basis van het gestel uitmaakt, bevat 2 H.F.-transformatoren en 20 meter verliesarme afgeschermd kabel met lage impedantie. Deze inrichting kost in Engeland 67s 6d of ongeveer frs. 600,— in onze munt.

Een bouwdoos (A.S.A. 102) met denzelfden inhoud als de vorige, te zamen met een verticale staaf van 5 meter lengte en voorzien van een volledige inrichting om het geheel dadelijk aan den schoorsteen te bevestigen, wordt in den handel gebracht tegen 117s 6d (ong. 1050 fr.).

De radiofabrikanten hebben de grootste belangstelling voor de nieuwe «Exstat»-antenne, daar zij een ideale ontvangst toelaat met de ontvangsttoestellen van hun merk.

Een doorgedreven specialisatie op dit gebied, langdurige opzoekingen en proefnemingen hebben er toe geleid dat de verhouding tusschen signaal- en bijgeluiden een merkwaardige verbetering heeft ondergaan, zoodat de ontvangst met zulke antenne geen vergelijking meer biedt

met hetgeen vroeger op de markt werd gebracht. Tests werden verricht met een aantal ontvangtoestellen van middelmatige kwaliteit en toonden een groote input-verhooging van het signaal over de geheele omroepgolf.

Op kortegolf is het gemiddelde verlies nergens meer dan 5 db en de bestrijding der bijgeluiden is even effectief. Door het zorgvuldig ontwerpen van het geheel, valt de verhooging van de signaal-input samen met die gedeelten van den frequentieband, waar de omroepstations gegroepeerd zijn.

De firma « Antiference » onderlijnt de doelmatigheid van haar nieuwste schepping in alle deelen van de wereld. De transformatoren en de gansch-metalen gedeelten zijn sterk gebouwd en de afwerking ervan gebeurde met het oog op de meest ongunstige weersomstandigheden in de tropen. Bij wijze van voorbehoedsmaatregel werd een bliksem-stopper (of bliksemafleider) in den antenne-transformator ingebouwd.

De « Exstat »-antenne kan ook gebruikt worden voor gemeenschappelijke ontvangst. Er kunnen drie toestellen aangesloten worden op een verticale antenne-staaf en zes tot hoogstens acht toestellen op een horizontale antenne van 15 tot 20 meter lengte. Voor ieder bijkomend toestel

is een afzonderlijke ontvang-transformator noodig.

Dezelfde firma lanceert tevens een auto-antenne (Model T.C.A. 100), die dezelfde verbeteringen brengt voor de ontvangst met de auto-radio. Dit gestel bestaat in een uit drie deelen samengestelde antenne in chroom-staal. De grootste lengte is 1,65 m. In elkaar geschoven meet de antenne slechts 67 1/2 cm. Het geheel wordt met twee plaatjes bevestigd, waarin een huls gemonteerd is voor de aansluiting van het toestel. Dit laatste wordt er apart bijgeleverd, en heeft de standaard-maten in gebruik bij alle Engelsche en Amerikaansche fabrikanten van auto-radio's. Alle deelen zijn overigens roestvrij.

Deze « Exstat » auto-antenne kost in Engeland 23s 6d, plus 3s 6d voor de verbindingstop. (Te zamen fr. 415,—).

Antenne-inrichtingen voor televisie-ontvangers, die tevens kunnen gebruikt worden voor de ontvangst van frequentie-modulatie-uitzendingen of om het even welke andere ontvangst op frequenties boven 45 MHz, met of zonder reflectoren, worden eveneens door dezelfde firma vervaardigd en zijn het resultaat van dezelfde gespecialiseerde routine en vaardigheid, die tot het ontwerpen van de « Exstat »-antennes geleid heeft.

## EEN NIEUWE TOONAFNEMER

door STEPHEN G. HART

In het begin van den oorlog verscheen een nieuwe toonafnemer op de Amerikaansche markt. De samenstelling van dezen toonafnemer verschilt geheel van al het tot dusver bekende.

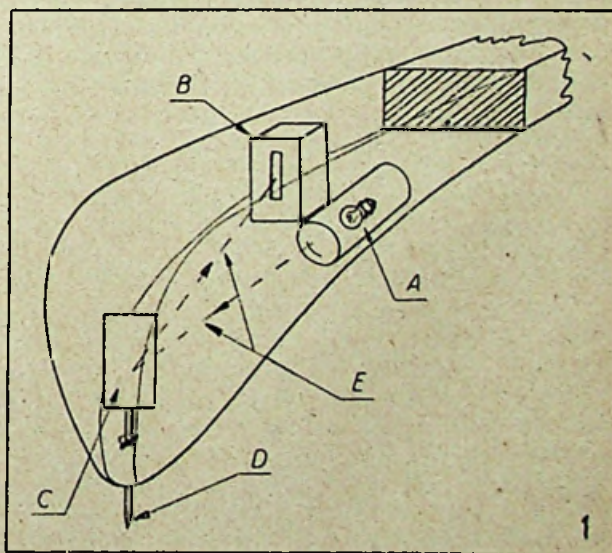
Voor de aftasting wordt een speciale inrichting gebruikt, waardoor de fonoplaat praktisch geen slijtage ondergaat en dus omzeggens een oneindig aantal malen kan gespeeld worden. De toonafnemer is uiterst licht en bevat geen magneet.

Hoe deze toonafnemer is samengesteld blijkt uit fig. 1. De werkzame deelen zijn: een klein, rechthoekig spiegeltje C verbonden met een saffier D, een kleine foto-electrische cel B en een lampje met een kleine, eenvoudige lens A.

Het lampje wordt gevoed door een gelijkstroom of zeker toch door een rimpelvrije stroombron als b.v. een batterij of een H.F.-stroombron, waarvan de frequentie zeer ver buiten het bereik der hoorbare frequenties ligt, om modulatie door den gloeistroom te vermijden.

Gebruikt men een dergelijken toonafnemer met een radio-ontvanger, dan kan de oscillator genoeg stroom leveren om het lampje te voeden. Vanzelfsprekend moet de frequentie zoodanig gekozen worden dat de ontvangst in de buurt niet gehinderd wordt.

De door de foto-electrische cel geleverde L.F.-



spanning is veel lager dan die welke men met een gewonen toonafnemer verkrijgt. Het niveauverschil bedraagt nagenoeg 60 db. De frequentie-karakteristiek is bijzonder gunstig voor de lage frequenties, maar ze daalt eenigszins op de hogere frequenties. Deze verzwakking vindt haar oorsprong in den zeer geringen druk van den toonarm op de gramfoonplaat.

De modulatie van den lichtstraal gebeurt mechanisch, zoodat de door den straal bestreken oppervlakte op de foto-electrische cel varieert. Het spiegeltje komt in trillende beweging door oneffenheden in de groef van de gramfoonplaat en dit veroorzaakt een varieerende verlichte oppervlakte op de foto-electrische cel. Deze laatste is zoodanig afgeschermd, dat slechts een smalle, verticale spleet open blijft, die de straal in de cel laat doordringen.

De weergave is zeer behoorlijk ondanks de verzwakking der hoogere tonen. Vanzelfsprekend is het zeer comfortabel niet steeds naalden te moeten vervangen.

Een zeer groote versterking is noodzakelijk en daardoor kan de nieuwe toonafnemer niet met een gewonen ontvanger met tweetraps L.F.-versterker gebruikt worden. Minstens drie versterkertrappen zijn noodig en daardoor wordt dan weer het nemen van speciale voorzorgen noodig om brom- en fluittoontjes te vermijden, die doorgaans de uitwendige teekenen van instabiliteit zijn.

Blijkbaar is de nieuwe toonafnemer slechts geschikt voor de betere soort gramfoonversterkers en zal hij hoofdzakelijk den radio-amateur en den liefhebber van goede gramfoonmuziek bevredigen.

## METHODISCH FOUTZOEKEN

door W. DIFENBACH.

(Vervolg van blz. 110)

Ook de tweede luidsprekerverbinding biedt een mogelijkheid tot kortsluiting voor de primaire zijde van den luidsprekertransformator T1 (geval 4). Daar vaak deze tweede verbinding met een automatische afschakeling van den ingebouwd luidspreker uitgerust is, bestaat ook de mogelijkheid, dat bij het uittrekken van het tweede luidsprekersnoer de automatische schakelbus van den ingebouwd luidspreker niet meer werkt en de anodekring bijgevolg onderbroken wordt. In de meeste gevallen zal men echter het uitvallen van den anodestroom reeds bij het meten der bedrijfsspanningen en -stroomen der lampen bemerken, daar in dit geval de eindlamp geen anodespanning ontvangt (gevaar voor de eindlamp) en de anodespanning in den afvakkkring van het voedingsdeel ongewoon verhoogt.

Een andere kans op kortsluiting wordt door de in den anodekring aanwezige sperkring voor 9 kHz. gegeven. Deze laatste wordt gevormd door condensator C3 en spoel D (geval 5). Vertoont condensator C3 kortsluiting, dan treedt bij gesloten schakelaar S2 een kortsluiting van den anodekring op, die bij het meten van de bedrijfsspanningen en -stroomen der lampen dadelijk opvalt en het doorsmelten van de zekering voor gevolg heeft. Men verkrijgt in dit geval een te lage anodespanning, een ontoelaatbare verwarming van den uitgangstransformator en geen anodespanning op de eindlamp. Ongeveer hetzelfde geldt voor een tusschen de anode der eindlamp en de massa geschakelde toonregelcondensator.

Vaak worden in anode- en roosterkringen evenals in de schermroosterverbindingen beveiligingsweerstand (R5, R2, R6) geschakeld die bij onderbreking den eindtrap buiten werking stellen (geval 6). Is R2 onderbroken dan treedt o.a. een vrij sterke brom op. Een onderbreking van R5 in den anodekring veroorzaakt de uitschakeling van den anodestroom en een sterke ver-

hooging van de anodespanning, gevaar voor de eindlamp door overbelasting van het schermrooster (aan den afvlakcondensator van het voedingsdeel. Een onderbreking van R6 daarentegen heeft een te hooge anodespanning en een geringen anodestroom voor gevolg.

Het onderbreken van den H.F.-sperweerstand R1 in den roosterkring maakt het transformeren van de L.F.-spanning onmogelijk (geval 7). Het aanleggen van een L.F.-spanning aan R2 zal in dit geval de uitstekende werking van de eindtrap voor gevolg hebben.

Tengevolge van het doorslaan van C1 komt de anodespanning van den voorgaanden L.F.-trap op het stuurrooster van de eindlamp (geval 8). Met geringe anodespanningen neemt de eindversterker een te sterke anodestroom op. Ter controle maakt men den roostercondensator aan eene zijde los en legt een L.F.-spanning aan R1. Het is aanbevelenswaardig bij het inbouwen van een vervangcondensator, een type voor hoogere bedrijfsspanning te gebruiken.

Een onderbreking der kathodeverbinding b.v. aan den kathodeweerstand R4 heeft eveneens de uitschakeling van den eindtrap voor gevolg (geval 9). Treedt door den parallel geschakelde electrolytische condensator een kortsluiting op, dan bekomt, tengevolge van het ontbreken der negatieve roostervoorspanning, een te sterke anodestroom.

Toestellen met A en C-lampen met de roosterklem boven op de lamp, vertoonen soms roosterkortsluiting, door de onder het chassis liggende afschermkabel veroorzaakt (geval 10). Met behulp van den continuïteitsbeproefer kan men deze fout vrij gemakkelijk vinden.

Een roosterkortsluiting kan tenslotte ook door den toonschakelaar S1 ontstaan, wanneer condensator C2 kortsluiting heeft en S1 gesloten is (geval 11). Opent men dan S1 dan moet de eindversterker normaal werken.

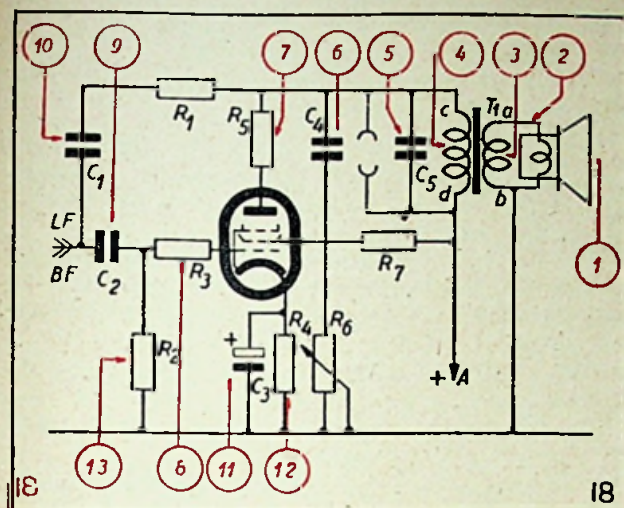


Fig. 18. — Kansen op fouten in een eindversterker bij zwakke ontvangst.

### b) Zwakke ontvangst.

Heeft de L.F.-controle van den eindstroom een ontoelaatbaar zwakke geluidssterkte aangetoond, dan bestaat meestal een of meer der volgende fouten (vgl. fig. 18):

- 1 - Spreekspoel van den luidspreker beschadigd.
- 2 - Secundaire van den luidspreker onderbroken.
- 3 - Secundaire van den luidsprekertransformator heeft kortsluiting tusschen de wikkelingen.
- 4 - Primaire van den luidsprekertransformator heeft kortsluiting tusschen de lagen der wikkeling.
- 5 - Slechte isolatie van den anodecondensator.
- 6 - Toonschakelaar beschadigd.
- 7 - UKG-sperweerstand beschadigd.
- 8 - H.F.-sperweerstand beschadigd.
- 9 - Slechte isolatie van den koppelcondensator.
- 10 - Tegenkoppelingscondensator beschadigd.
- 11 - Kathodecondensator verouderd.
- 12 - Kathodeweerstand beschadigd.
- 13 - Roosterweerstand beschadigd.

Te geringe geluidssterkte wordt vaak door de spreekspoel van den luidspreker veroorzaakt (geval 1).

Een veel voorkomende fout bestaat daarin dat de spreekspoel klemt tengevolge van een vervormden trilkegel. Het verminderen der geluidssterkte is in dit geval vrij groot. Het ontbreken der lage frequenties bij de weergave valt dadelijk op.

Een onderbreking in de secundaire van den luidsprekertransformator heeft eveneens een vrij groote vermindering van de geluidssterkte voor gevolg (geval 2). De onderbreking kan zoowel in de verbinding tusschen de secundaire wikkeling en de spreekspoel als in de secundaire zelf optreden. Met den continuïteitsbeproefer is de fout meestal vlug gevonden.

Een vermindering der geluidssterkte kan eveneens ontstaan, wanneer de luidsprekertransformator T1 in de secundaire een kortsluiting tus-

schen de wikkelingen vertoont (geval 3). Het meten van den ohmschen weerstand a-b kan slechts gebeuren, wanneer de tamelijk lage weerstand (b.v. 1,3  $\Omega$ ) van de secundaire wikkeling juist bekend is.

Ook een in de primaire van den luidsprekertransformator T1 optredende kortsluiting tusschen de lagen heeft een meer of minder belangrijke verzwakking der ontvangst voor gevolg. (geval 4). Om het opsporen der fout te vergemakkelijken kan men den ohmschen weerstand tusschen c-d meten.

Daar in den anodekring van de eindlamp vrij hooge wiselspanningen optreden, is de anodecondensator C5 steeds bedreigd. Een beschadiging van de isolatie heeft steeds een verzwakking der ontvangst voor gevolg (geval 5). Door C5 aan ééne zijde los te maken kan men dadelijk vaststellen of men al dan niet met dit geval te doen heeft.

Soms is de aan de zijde der anode aangebrachte tooncondensator de oorzaak van te zwakke ontvangst. Dit komt meestal door onvoldoende isolatie. (geval 6). Het verminderen der ontvangststerkte is hier slechts in één eindpositie van den toonregelaar R6 te bemerken, en wel wanneer men de laagste tonen wil ontvangen.

Wanneer R6 in de andere eindpositie niet werkt dan zal men doorgaans geen verzwakking der ontvangst vaststellen. Soms kan een vermindering van de anodespanning optreden en dit vooral wanneer C4 kortgesloten is.

Een verzwakking der ontvangst treedt verder op door een beschadigden dempingsweerstand, tegen het UKG - genereeren b.v. in de anode - (R5) of schormroosterverbinding (R7) (geval 7). Daar, in zeer vele gevallen den UKG-weerstand niet noodzakelijk is, kan men probeeren of de ontvanger eventueel niet zonder dezen laatsten kan werken.

Zwakke ontvangst ontstaat verder door een beschadigde H.F.-sperweerstand (R3) in de roosterverbinding van den eindtrap (geval 8).

In samenhang hiermede kan men «druppelen» en varieerende ontvangststerke bij grooter wordende kracht bemerken.

Isolatiefouten van den koppelcondensator C2 C2 in den roosterkring van den eindtrap hebben meestal een zwakkere of vervormde ontvangst voor gevolg door de verplaatsing van het werkpunt der lamp (geval 9). De meting van den anodestroom der eindlamp levert meestal een te groote waarde op. Bij het vervangen van condensator C2 is het geraadzaam een type voor hogere proefspanning te gebruiken.

Ook de tegenkoppelingscondensator veroorzaakt soms een zwakkere ontvangst, wanneer hij direct met den roosterkring van den eindtrap verbonden is en de anodespanning ten gevolge der slechte isolatie, op het rooster der eindlamp kan geraken (geval 10). Dan ontstaat een ontoelaatbare verplaatsing van het werkpunt. Dit geval is in fig. 18 weergegeven. De condensatoren C2 en C1 zijn hier beschadigd.

Overigens verdient het aanbeveling een nauwkeurige controle van alle in den tegenkoppelkring aanwezige weerstanden te doen, daar, volgens de schakeling, een beschadigde tegenkoppelingsweerstand een verzwakking der ontvangst voor gevolg kan hebben.

In oudere toestellen treft men vaak beschadigde electrolytische condensatoren aan in de kathodeverbinding van de eindlamp. Heeft de kathodecondensator C3 een ontoereikende isolatie, dan ontstaat tengevolge der geringe roostervoorspanning een te sterke anodestroom, met verzwakte ontvangst of vervorming als gevolg (geval 11).

Door het verouderen van de kathodeweerstand kan een afwijking der roosterspanning ontstaan (geval 12). Hierbij bemerkt men meestal een te hoge negatieve roostervoorspanning. Als gevolg hiervan verzwakt de anodestroom terwijl de anodespanning stijgt.

De hierdoor ontstane verschuiving van het werkpunt maakt zich niet slechts door zwakke ontvangst bemerkbaar, maar ook door meer of minder groote vervorming.

Een beschadigd roosterlek kan vaak een ernstige beschadiging van de eindlamp voor gevolg hebben. In dit geval heeft men meestal een sterke anodestroom en een lagere anodespanning (geval 13).

### c) Vervormde ontvangst.

Voor de controle van den eindversterker op vervorming kan men een fonoplaat gebruiken. Vervormingen ontstaan meestal door de volgende fouten (vgl. fig. 18)

- 1 - Trilkegel van den luidspreker beschadigd.
- 2 - Spreekspoel beschadigd.
- 3 - Primaire van den luidsprekertransformator gedeeltelijk kortgesloten.
- 4 - Tegenkoppelcondensator beschadigd.
- 5 - Tegenkoppelweerstand beschadigd.
- 6 - Koppelcondensator beschadigd.
- 7 - Schermroostercondensator beschadigd.

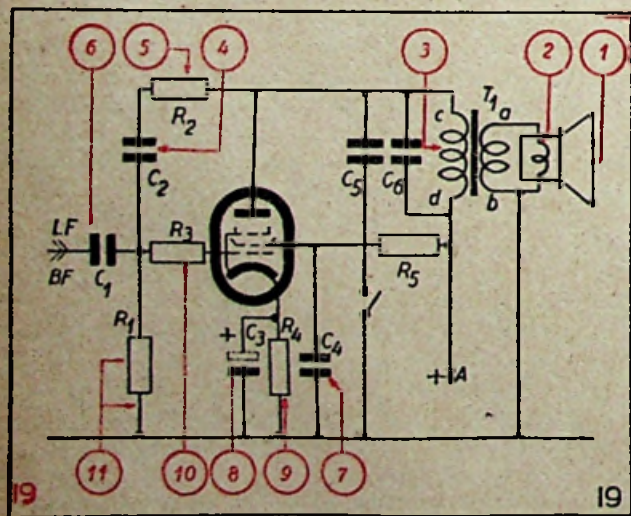


Fig. 19. — Schema van een eindversterker voor het opsporen der fouten bij vervormde ontvangst.

- 8 - Kathodecondensator beschadigd.
- 9 - Kathodeweerstand beschadigd.
- 10 - H.F.-sperweerstand beschadigd.
- 11 - Roosterlek onderbroken.

Aan vervormingen is vaak de luidspreker schuldige; o.a. door een beschadigden trilkegel (geval 1). De kegel kan gescheurd of de metalen kroon zelf beschadigd zijn.

Soms is deze laatste ergens los geraakt met het gevolg dat de spreekspoel van vorm verandert. In een dergelijk geval zal de ontvangst steeds vervormd zijn.

Vervormingen treden nog op wanneer de spreekspoel niet goed gecenterd is, of om het even welke reden met de wanden der luchtspleet in aanraking komt (geval 2).

Vervorming ontstaat vaak door stof- en metaaldeeltjes in de luchtspleet.

Kletteren van den luidspreker ontstaat steeds wanneer draden van de spreekspoel op de membraan liggen.

Een onaangename vervorming ontstaat door een kortsluiting tusschen de lagen der primaire van den luidsprekertransformator T1. Dit is b.v. zoo voor een transformator met afgetakte wikkeling die een kortsluiting aan de uiteinden der wikkeling of aan de soldeerlipjes vertoont (geval 3).

Een beschadigde tegenkoppelingscondensator met slechte isolatie veroorzaakt vaak een vervormde weergave tengevolge de verplaatsing van het werkpunt (geval 4).

Op dezelfde wijze veroorzaakt een beschadigde tegenkoppelingsweerstand een meer of minder sterke vervorming (geval 5), en dit vooral wanneer het werkpunt van den eindtrap verplaatst wordt.

Ook een koppelcondensator C1 met beschadigde isolatie veroorzaakt vervormingen, wanneer daardoor een te lage anodespanning en een te hoge anodestroom voor de eindlamp verwekt worden (geval 6).

Soms is de schermroostercondensator C4 schuld aan de vervorming, wanneer door een slechte isolatie een te lage schermroosterspanning verwekt wordt (geval 7).

Bij kathodecondensatoren kan men vaak ouderdomsverschijnselen vaststellen, waardoor een geringe kathodespanning en een ongewenste verschuiving van het werkpunt ontstaat en eveneens vervorming veroorzaakt wordt (geval 8).

Een verouderde kathodeweerstand veroorzaakt eveneens vervorming en een verschuiving van het werkpunt door een te hoge kathodespanning (geval 9).

Een verschuiving van het werkpunt kan soms ook door een beschadigde H.F.-sperweerstand in den roosterkring ontstaan (geval 10).

Tenslotte kan een sterke vervorming optreden, wanneer roosterweerstand R1 onderbroken is of geen verbinding met de massa heeft. Als gevolg hiervan treden periodische roosterladingen en dergelijke verschijnselen op.

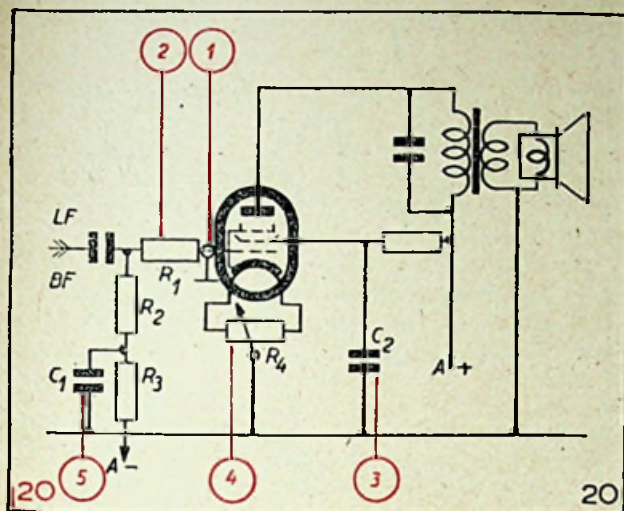


Fig. 20. — Bij gestoorde ontvangst kunnen deze fouten in den eindtrap voorkomen.

d) Gestoorde ontvangst.

Vaak is de ontvangst begeleid door een meer of minder sterk storend geluid, zooals brommen, fluiten enz. De oorsprong hiervan is zeer verschillend. Zoo kan een sterk brommend geluid door het uitvallen van afvlakcondensatoren in het voedingsdeel ontstaan, terwijl huilverschijnselen in het K.G.-bereik door het trillen der platen van den draaicondensator kunnen optreden. Acoustische tegenkoppeling kan ontstaan wanneer tusschen den versterker en den luidspreker mechanische beïnvloeding bestaat, en ook wanneer de luidsprekerkabel in de nabijheid van de eindlamp komt of op deze laatste zelf rust. De storende geluiden, die door de één of andere fout in den eindtrap ontstaan, kan men als volgt samenvatten (fig. 20):

- 1) afschermingen slecht of niet geard;
- 2) afvlakweerstand beschadigd;
- 3) schermroostercondensator niet in orde;
- 4) ontbrommer beschadigd;
- 5) roosterafvlakcondensator niet in orde.

Fluiten en brommen treden op wanneer b.v. in den rooster- of anodekring de afschermingen niet of slecht geard zijn (geval 1). Soms is de afschermkabel (vooral aan de geplooiden plaatsen) gebroken, zoodat de afscherming zelf onderbroken is.

Een beschadigde afvlakweerstand kan naast bromverschijnselen ook kraakgeluiden veroorzaken (geval 2) en dit vooral wanneer hij in de anodespanning voerende kringen ligt.

Door een beschadigde parallelcondensator in den schermroosterkring treedt vaak tengevolge der slechte afvlakking een bromtoon op en dit vooral in voedingsdeelen met een te klein gediëmenneerde filter (geval 3).

Ook een beschadigde ontbrommer is herhaaldelijk de oorzaak van bromverschijnselen. Dit laatste komt vooral voor bij kleine ontvangers met lage capaciteiten in den filter (geval 4). Vaak heeft het schuifcontact geen verbinding met de

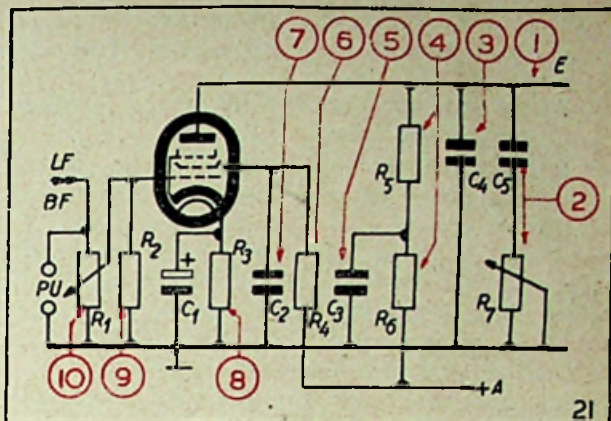


Fig. 21. — Schema voor het opsporen der fouten wanneer de L.F.-versterker niet werkt.

weerstandswikkeling of met de massa. Ook kan de wikkeling van den ontbrommer zelf onderbroken of onjuist geregeld zijn. In dit laatste geval is het voldoende hem bij te regelen.

Een beschadigde afvlakcondensator van den filter der roosterspanning bewerkt eveneens bromverschijnselen (geval 5).

Als gevolg hiervan treedt onstabiliteit (terugkoppelverschijnselen enz.) van den versterker op.

L.F.-voorversterker.

Ontvangers met twee L.F.-trappen hebben vaak een onberispelijk werkenden eindtrap, terwijl de eigenlijke fout in den L.F.-voorversterker te zoeken is, wat men door de reeds vroeger besproken L.F.-controle der versterkers kan vaststellen. Werkt de eindversterker goed, dan onderzoek men den L.F.-trap. Deze controle is heelmaal niet moeilijk daar men slechts een L.F.-spanning aan den ingang van het L.F.-deel behoeft te leggen. Men zal dan een der volgende resultaten bekomen:

- a) geen ontvangst;
- b) zwakke ontvangst;
- c) vervormde ontvangst;
- d) gestoorde ontvangst.

Daar de fouten in het L.F.-deel vaak met deze van de eindtrap overeenstemmen, zullen wij in de volgende paragrafen slechts de belangrijkste fouten van het L.F.-deel bestudeeren. De in de eindtrap overeenstemmende foutmogelijkheden zullen wij in het kort aanduiden waarbij we naar de reeds besproken paragrafen verwijzen.

a) Geen ontvangst.

Blijft bij de controle van den L.F.-versterker het toestel stom dan kunnen de volgende fouten voorkomen (fig. 21):

- 1) Anodeverbinding raakt de massa of is onderbroken.
- 2) Tooncondensator vertoont kortsluiting.
- 3) Anodecondensator kortgesloten.
- 4) Uitwendige- of afvlakweerstand onderbroken.
- 5) Afvlakcondensator is kortgesloten.
- 6) Schermroosterweerstand onderbroken.
- 7) Schermroostercondensator is kortgesloten.

- 8) Kathodeweerstand onderbroken.
- 9) Roosterweerstand kortgesloten met de massa.
- 10) Sterkteregelaar onderbroken of in kortsluiting met de massa.

Vertoont de anodeverbinding vóór den koppelcondensator naar den eindversterker een onderbreking of kortsluiting met de massa (geval 1) dan blijft de versterker stom. De anodeverbinding kan ook over den tooncondensator C5 in de ééne eindpositie van den toonregelaar R7 (geval 2) — of over den anodecondensator C4 in kortsluiting met de massa staan (geval 3).

Het uitvallen van den versterker komt ook voor wanneer de uitwendige weerstand R5 of de afvlakweerstand R6 een onderbreking vertoont of wanneer een verbinding naar de anode afgerukt is (geval 4). Ook een kortsluiting van den afvlakcondensator C3 heeft het stilvallen van den versterker voor gevolg (geval 5).

De beide laatste genoemde gevallen kan men met behulp van een eenvoudige meting der anodespanning bewijzen.

Bovendien blijft de L.F.-versterker eveneens stom wanneer de voorschakelweerstand R4 van het schermrooster de massa raakt of een onderbreking vertoont (geval 6). Wanneer de schermroosterafvlakcondensator C2 in kortsluiting staat wordt de versterker eveneens werkeloos (geval 7). Ook in deze gevallen geeft het meten der schermroosterspanning dadelijk uitkomst, daar bij een onderbreking van R4 geen spanning of bij een kortsluiting van C2 of C4 een uiterst geringe spanning optreedt.

Verder kan door een onderbreking der kathodeverbinding of van weerstand R3, de versterker stilvallen (geval 8).

Vertoont roosterweerstand R2, sterkteregelaar R1 of de roosterverbinding kortsluiting met de massa dan werkt de L.F.-voorversterker eveneens niet (geval 9 en 10). Tenslotte bestaat nog de mogelijkheid dat de kortsluiting van den roosterkring door de aansluitbussen van den toonafnemer TA ontstaat. Een onderbreking aan den bovenkant van den sterkteregelaar, of in dezen laatsten zelf, heeft eveneens lamlegging van den L.F.-voorversterker voor gevolg.

b) Zwakke ontvangst en c) vervormde ontvangst.

Daar zwakke en vervormde ontvangst vaak dezelfde oorzaken hebben, en in vele gevallen de voor den eindversterker besproken fouten ook voor den L.F.-voorversterker gelden, worden de foutkansen voor zwakke en vervormde ontvangst bij den L.F.-voorversterker samen besproken. Men heeft meestal met het volgende te doen (fig. 22) :

- 1) Tooncondensator heeft slechte isolatie.
- 2) Anodecondensator gedeeltelijk kortgesloten.
- 3) Anode- of afvlakweerstand verouderd.
- 4) Afvlakcondensator der anode met slechte isolatie.

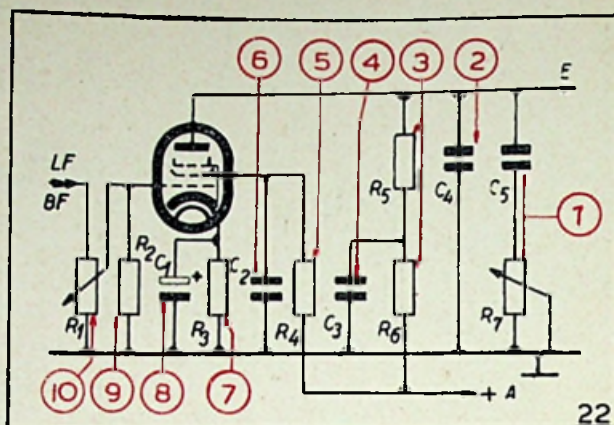


Fig. 22. — Zwakke of vervormde ontvangst kan door deze fouten van den L.F.-versterker ontstaan.

- 5) Schermroosterweerstand beschadigd.
- 6) Schermroosterafvlakcondensator beschadigd.
- 7) Kathodeweerstand verouderd.
- 8) Kathodecondensator gedeeltelijk kortgesloten.
- 9) Roosterweerstand beschadigd.
- 10) Sterkteregelaar beschadigd.

Bij slechte isolatie van den tooncondensator C5 verkrijgt men een te geringe anodespanning, en soms vervormde ontvangst, vooral in de ééne eindpositie (dof) van den toonregelaar R7 (geval 1).

Dit is eveneens zóó met een beschadigde anodecondensator C4 (b.v. gedeeltelijk kortgesloten) (geval 2).

Vervormingen en te geringe ontvangsterkte kunnen verder door een beschadigde anode- of afvlakweerstand R5, R6) ontstaan, en dit vooral bij ouderdomsverschijnselen die zich door een te zwakke anodestroom en een te geringe anodespanning uitwerken (geval 3). Soms veroorzaakt een afvlakcondensator C3 tengevolge der slechte isolatie een vermindering van de geluidsterkte (geval 4).

Een verouderde schermroosterweerstand R4 (geval 5) of een beschadigde schermroosterafvlakcondensator (geval 6) C2 (slechte isolatie) kan een lage schermroosterspanning (vermindering der geluidsterkte en vervorming) voor gevolg hebben.

Door een verouderde kathodeweerstand R3 bekomt men een hoge anodespanning en een te zwakke anodestroom, zoodat een verplaatsing van het werkpunt (vermindering der ontvangsterkte en vervorming) ontstaat (geval 7). Is de kathodecondensator beschadigd (slechte isolatie) dan verkrijgt men, eveneens ten gevolge der geringe kathodespanning, een verschuiving van het werkpunt met de reeds beschreven uitwerkingen (geval 8). Hetzelfde geldt voor een beschadigden roosterweerstand R2 waardoor soms een te sterke anodestroom en een te lage anodespanning ontstaat (geval 9).

Een beschadigde sterkteregelaar R1 heeft meestal, tengevolge der slechte contacten of on-



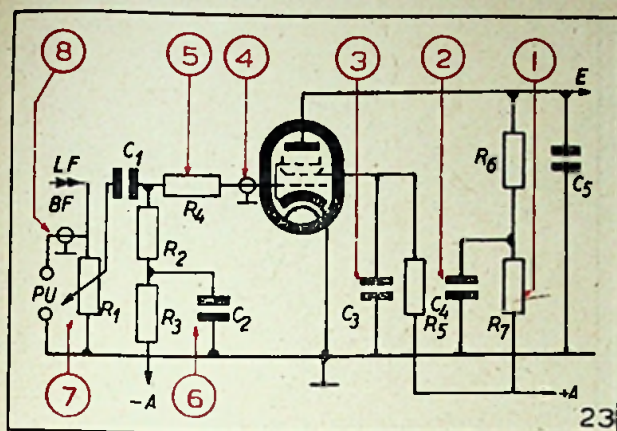


Fig. 23. — Bij gestoorde ontvangst kunnen deze fouten in den L.F.-versterker optreden.

derbroken weerstandsbaan, een vermindering der geluidsterkte vaak met sprongsgewijze vermeerdering voor gevolg (geval 10).

d) Gestoorde weergave.

Voor al in L.F.-versterkers verkrijgt men storende geluiden zoals brommen, huilen, fluiten, kletteren enz. Ook deze gevallen hebben met zekerheid te bepalen foutoorzaken (vgl. fig. 23) zoals:

- 1) Afvlakweerstand in den anodekring beschadigd.
- 2) Anodeafvlakcondensator defect.
- 3) Schermroosterafvlakcondensator beschadigd.
- 4) Afscherming niet geaard.
- 5) H.F.-afvlakweerstand beschadigd.
- 6) Roosterspanningafvlakcondensator beschadigd.
- 7) Sterkteregelaar beschadigd.
- 8) Afschermingen van den toonafnemer niet geaard.

Een beschadigde anodeafvlakweerstand R1 kan brom- en kraakgeluiden veroorzaken (geval 1). Beschadigde parallelcondensatoren in den anodekring verwekken vaak storende geluiden zoals fluiten, huilen of brommen en kletteren bij sterke ontvangst (geval 2).

Door een beschadigde schermroosterafvlakcondensator ontstaat een brommend geluid en naar gelang afvlakking in den filter ook fluiten (geval 3).

Bij meertraps-L.F.-versterkers maakt zich verder een slecht geaarde afschermleiding b.v. in den roosterkring door brommen en fluiten bemerkbaar en dit vooral wanneer de afscherming zelf geen verbinding met de massa meer heeft (geval 4).

Kraakgeluiden en soms ook fluiten kunnen ontstaan door een beschadigde H.F.-afvlakweerstand in den roosterkring (geval 5), terwijl brommen door een beschadigde roosterspanningsafvlakcondensator veroorzaakt wordt (geval 6).

Slechte contacten in sterkteregelaars veroorzaken meestal ruischtonen, op en af gaande geluidsterkte en knalverschijnselen, en dit vooral gedurende het afstemmen (geval 7). Het ruischen

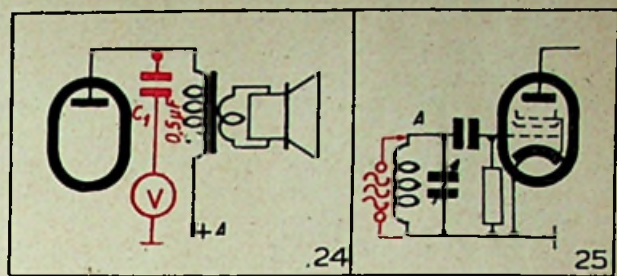


Fig. 24. — Schakeling van een output meter in den eindtrap.

Fig. 25. — Meetzenderschakeling in den detector.

treedt meestal op wanneer zich de regelknop in de nabijheid van het defecte contact bevindt.

In positie «toonafnemer» treden vaak verschillende storingen op die door de schakeling aan den ingang van den toonafnemer in een L.F.-versterker of door den gramfoonmotor ontstaan. Fluiten, brommen en huilen ontstaat steeds wanneer de afscherming van de toonafnemerleiding geen, of slechts een zeer ontoereikende verbinding met de massa heeft.

Vaak wordt het brommen door den gramfoonmotor veroorzaakt, b.v. bij een onvoldoend geaarde motor of slecht geïsoleerde motorwikkeling. Zeer onaangenaam is de strooiwerking van den motor op den toonafnemer die eveneens een bromtoon veroorzaakt.

III. — Speciale gevallen.

Transformatorgekoppelde versterkers vindt men heden, tengevolge van de voorkeur voor weerstandsgekoppelde versterkers, zeer zelden en slechts in speciale gevallen, b.v. in batterijtoestellen of krachtversterkers met klasse-B eindtrap.

Bij het foutzoeken in klasse-B eindtrappen dient opgemerkt te worden dat de lampen op verschillende tijden verouderen. Bij het vroegtijdig verouderen van ééne lamp kan men vervormingen vaststellen. Het is geraadzaam in dergelijke gevallen de lampen zorgvuldig uit te meten om nutteloos zoeken te voorkomen.

c) Foutzoeken in den demodulator (detector).

Heeft de controle van het voedingsdeel (vgl. paragraaf A) en het L.F.-deel (vgl. paragraaf B) geen resultaat opgeleverd, dan moet men in het demodulatordeel zoeken. Om vast te stellen of de fout werkelijk in de demodulator ligt, of in de M.F.-, Meng- of H.F.-trap, zal men een vlugge trapsgewijze controle van het H.F.-deel doen. Voor dit doel hebben wij een meetzender en een outputmeter nodig. Meestal volstaat een luisterproef over den luidspreker van het toestel met medewerking van het L.F.-deel. In dit geval kan men den outputmeter ter zijde laten. De meetzender is echter noodzakelijk. De outputmeter V (fig. 24) wordt in serie met een spercondensator voor gelijkstroom (C1) (0,5 μF) tusschen de anode en de massa van den eindversterker geschakeld. Bij een toestel met rechtstreeksche versterking zonder H.F.-trap legt men de H.F.-spanning aan punt A (fig. 25) en meet de uitgangsspan-

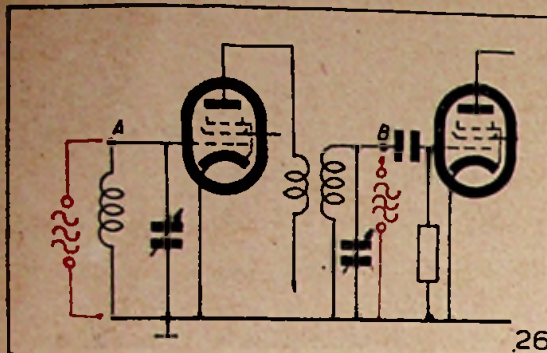


Fig. 26. — H.F.-controle van een twee kringstoestel.

ning. Bekomt men een normale waarde dan is de fout in de H.F.-trap te zoeken. De controle van een met H.F.-trap uitgeruste ontvanger met rechtstreeksche versterking geschiedt volgens (fig. 26), doordat men de H.F.-spanning achtereenvolgens aan het punt B in den demodulator en aan punt A in den H.F.-versterker legt.

Op ongeveer dezelfde wijze geschiedt de H.F.-controle van een super. De H.F.-spanning wordt aan de punten (fig. 27) C (demodulator), B (M.F.-versterker) en A (mengtrap), evenals aan den roosterkring van den H.F.-versterker gelegd, waarbij men telkens de uitgangsspanning meet. Treed b.v. bij het aanleggen van een H.F.-spanning in punt B geen uitgangsspanning op, dan is dit het teeken voor een fout in den M.F.-versterker of den demodulator. Men brengt nu de H.F.-spanning in punt C. Bij ontbrekende of te geringe uitgangsspanning ligt de fout in den demodulator, terwijl bij normale uitgangsspanning de oorzaak in den M.F.-versterker te zoeken is.

De in den demodulator optredende fouten veroorzaken de volgende gebreken :

- a) Geen ontvangst.
- b) Zwakke ontvangst.
- c) Vervormde ontvangst.
- d) Gestoorde ontvangst.

Bij het opsporen der fout gaan wij, met behulp van de hierbijgevoegde schakelschema's, methodisch te werk. Wij onderzoeken zorgvuldig de afzonderlijke deelen op de aangegeven foutoorzaken.

### I. — Detector met terugkoppeling (Anodedetector).

In ontvangers met rechtstreeksche versterking moet de detector zorgvuldig onderzocht worden, daar de werking van het toestel in hooge mate van een kleine fout afhankelijk is. Daar de anodedetector zich slechts van de roosterdetector onderscheidt door het gebruik van een kathode-weerstand en condensator, terwijl voor de detector een roostercondensator en weerstand-combinatie gebezigd wordt, zullen wij in de volgende paragraaf de optredende fouten slechts aan de hand van één enkel schema bestudeeren.

- a) Geen ontvangst.

In de veronderstelling dat geen defecte lampen aanwezig zijn, kan het uitvallen der weergave door de volgende fouten ontstaan (fig. 28):

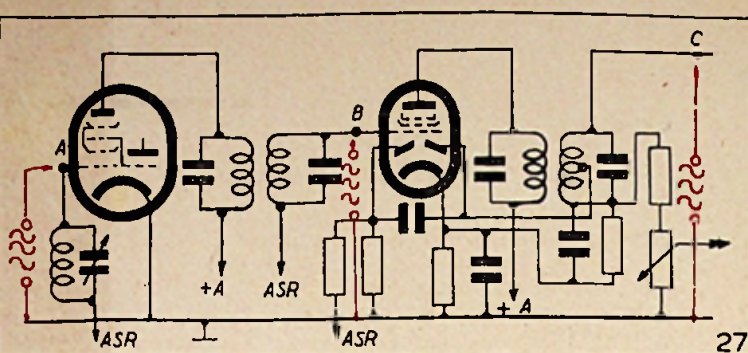


Fig. 27. — H.F.-controle van een super.

- 1) Koppelcondensator onderbroken.
- 2) Anodeweerstand onderbroken.
- 3) Afvlakweerstand onderbroken.
- 4) Anode-afvlakcondensator heeft kortsluiting.
- 5) Schermroosterweerstand onderbroken.
- 6) Schermrooster-afvlakcondensator kortgesloten.
- 7) Roosterweerstand onderbroken of kortgesloten.
- 7a) Kathodeweerstand onderbroken.
- 7b) Kathodecondensator kortgesloten.
- 8) Roostercondensator kortgesloten of onderbroken.
- 9) Terugkoppelcondensator onderbroken of kortgesloten.
- 10) Afstemcondensator kortgesloten.
- 11) Terugkoppelspoel onderbroken of kortgesloten.
- 12) Roosterspoel onderbroken of kortgesloten.

Bij onderbroken koppelcondensator (afgerukte verbinding) valt het toestel volledig stil, terwijl den detectortrap normaal werkt. Van dit laatste kan men zich overtuigen door het verbinden van een koptelefoon of controleversterker met de anode over een koppelcondensator van 5 tot 10  $\mu\text{F}$  (geval 1).

Een onderbreking van den anodeweerstand R4 heeft eveneens het stilvallen van den ontvanger voor gevolg. In dit geval bekommt de lamp geen anodespanning (geval 2). Op dezelfde wijze werkt een onderbreking van den afvlakweerstand R5.

(Wordt voortgezet)

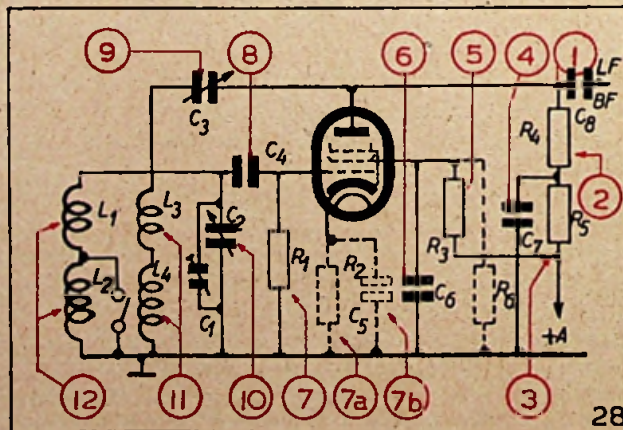


Fig. 28. — Controleschema van den detector- (anode detector) trap bij uitblijven der ontvangst.

# BIBLIOGRAFIE

(Vervolg der 2de omslagblad.)

**TWEDE DEEL.** — Techniek en toepassingen der frequentiemodulatie.

**Hoofdstuk I.** — *Zendertechniek*.

- A) — Zenders van klein vermogen.
- B) — Zender van groot vermogen.
- C) — Kwarts-gestabiliseerde zenders.
- D) — Gebruik der tegenkoppeling.
- E) — Zendantennes.

**Hoofdstuk II.** — *Ontvangertechniek*.

- A) — Samenstelling der ontvangers.
- B) — Tegenkoppeling.
- C) — Gebruik der superreactie.
- D) — Verscheidene.

**Hoofdstuk III.** — *Metingen bij frequentiemodulatie*.

- A) — Metingen aan de zenzijde.
- B) — Metingen aan de ontvangzijde.
- C) — Meetapparaten.

**Hoofdstuk IV.** — *Toepassingen der frequentiemodulatie*.

- A) — Radio-omroep.
- B) — Radiotelegrafie.
- C) — Telefotografie.
- D) — Televisie.
- E) — Gecombineerde zender en ontvanger.
- F) — Toepassingen op militair- en luchtvaartgebied.
- G) — Diverse.

**Bibliografie.**

## RADAR

1) *Fundamentals of Radar.*

*Grondbeginselen van de Radar.*

(Wireless World, November 1945. Blz. 326.)

Tweede vervolgartikel aanvangend in het nummer van October 1945.

2) *Goniometrie Warfare.*

(D. G. E., Electronics, Oct. 1945. Vol. 18, n° 10, blz. 92-97.)

Algemeene kijk op de radar, met twaalf afbeeldingen. Het bevat de CH verwittigingsstations, GCI en AI (grondcontrole en luchtcontrole), PPI (plan ligging-aanwijzer) met voorbeelden van « schaduw »-beelden en enkele beschouwingen omtrent radar artillerie-controlestelsels.

## TELEVISIE

1) *La radiodiffusion de télévision.*

*Televisietechniek.*

(Electronics, Juni 1941.)

Dit artikel behandelt de Amerikaanse televisietechniek. Onder andere wordt er in besproken: Verdeling der toegekende golflengten. Sterkte van het veld (in de steden 5 mv/meter, buiten de steden 0,5 mv/meter) en van de storingen. Normalisatie van het « National Television System Committee »: aftasting, modulatie, synchronisatie, maximum frequentie. Versterkers: lijst van de huistypes, schakelingen, versterkingsproblemen enz. Lijst van de kathodestraalbuizen (diameter 8-31 cm). Verschillende schema's.

2) *Constitution d'un récepteur de télévision.*

*Samenstelling van een televisie-ontvanger.*

(P. B. J. Edwards, Journal of the Institution of Electrical Engineers, 18 September 1941, blz. 191-212.)

Uitgebreide en volledige studie van een televisie-ontvanger. De schrijver geeft een overzicht van de verschillende voorwaarden die moeten vervuld worden en de mogelijkheden deze te verwezenlijken.

Hij beschouwt de voor- en nadelen van de verschillende systemen en zegt waarom dit en niet dat systeem de voorkeur verdient. Als ontvanger gebruikt hij de gewone H.F.-versterker (buizen E.F. 50) en wijst op de nadelen der « supers » (onbestendigheid der frequentie) en gebruikt een kathodestraalbuis met magnetische deflectie. Volledig en zeer interessant schema wordt gegeven. Jammer genoeg werden de waarden der verschillende bouwdeelen niet vermeld.

3) *Problème technique de la télévision.*

*Technische televisie-problemen.*

(Bulletin Ass. Suisse Electrique, 15 décembre 1943, blz. 751-768.)

In dit artikel worden de volgende punten min of meer volledig behandeld:

1° Geruis van den iconoscoop; het belang der electronenvermenigvuldiging, amplitudevervorming, frequentievervorming, invloed van de phase;

2° De mogelijkheid om de door de frequentie in beslag genomen bandbreedte te verminderen; werkwijze van Fischer, haar moeilijkheden en haar belangrijkste voordeel (vermindering van de beeldfrequentie op 25);

3° Verbetering van de fouten;

4° Aftasting en synchronisatie; werkwijze om de deflectie rechtlijniger te maken.

4) *Schema van een volledig type van een Televisie-ontvangers.*

(La Télévision française, n° 9, janvier 1946.)

Kenmerkend is de golfvorm die wordt aangegeven.

5) *Télévision en couleurs.*

*Kleurentelevisie.*

(La Télévision française, n° 9, janvier 1946, door Am. Piraux.)

De schrijver geeft daarin een historisch overzicht en eveneens het procédé van de kleurentelevisie gebruikt door de CBS.

6) *De verschillende fouten die kunnen voorkomen in een Televisie-ontvanger.*

(Door J. Aller, La Télévision française, n° 9, janvier 1946.)

De schrijver geeft hier, aan de hand van enkele figuren, de verschillende beeldfouten weer en eveneens, hoe men deze kan wegnemen door het afregelen van het toestel.

7) *Televisie. Ontwikkeling op radio- en televisiegebied.*

(W. R. C. Baker, Elect. Engrs. N. Y. April 1945. Vol. 64, n° 4, blz. 152-155.)

Hier worden de vraagstukken besproken voor het zenden over de V.S. van klank- en beelduitzendinger op grond van de nieuwste ondervindingen. De frequentiemodulatie om kleine localiteiten te bevredigen wordt behandeld.

8) *« Brokkel »-televisie.*

(J. Televis. Soc. Juni 1945. Vol. 4, n° 6, blz. 135-142.)

Bevat een patent, dat beschrijft hoe televisie wordt uitgezonden en alleen kan opgevangen worden door « abonneuten ». Regelmatig gescheiden synchroniserende signalen vormen het rooster en onregelmatig gescheiden signalen worden gebruikt voor het « lijnen », beide aan zender- en ontvangerzijde. Alleen de eerste worden uitgezonden, de laatste zijn toegevoegd aan de ontvangzijde.

9) *Nieuw Televisiesysteem.*

Pye Ltd., Electrician, 16 Nov. 1945. Vol. 135, n° 3520 blz. 540.)

Geluid en beeld zijn op dezelfde frequentie uitgezonden, door het geluid gedurende de « fly-back »-tijd (1), wanneer geen beeldsignalen worden uitgezonden, door te geven. Met deze methode worden 10.125 geluidsimpulsen per seconde uitgezonden. Dit systeem vermindert den kostprijs van zender en ontvanger. De mogelijkheid van storing tusschen geluid en beeld in den ontvanger, is hier uitgesloten. Automatische volumecontrole kan gebruikt worden om een constant beeld te verkrijgen. Kleurentelevisie en stereo geluidontvangst kunnen langs dezen weg gemakkelijker verwerkt worden. (Zie ook Nature, Lond. 10 Nov. 1945. Vol. 156, n° 3967, blz. 565.)

(1) Teruglooptijd.

**IN UW VAK** GEBRUIKT U

M E E T Z E N D E R S  
M E E T B R U G G E N  
U N I V E R S E E L E M E T E R S  
O S C I L L O G R A F E N  
L A M P T E S T E R S

Ze vervaardigen is **ONS VAK**

**Laboratoria VANDAMME**

AMERIKALEI, 188

**ANTWERPEN - TEL. 751.59**