

JUNI 1946

MAANDELIJKS

DE

RADIO REVUE

6

INHOUD

Een stap vooruit in het Radiotechnisch onderwijs.
Nieuwe lampen.
De Frequentie-Modulatie.
Radiotechnologie.
Van Electrostatica tot Relativiteitstheorie.
De Radio--Studieweek.
Radiocursus.
Wiskunde.
Bibliographie.
Het Foto-Electrisch Effect.
Bezoek aan de Philips-Fabrieken.
Industriele Hoogfrequentverhitting.
Lampvoltmeters.
Wij antwoorden...

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



PRIJS : 30 FR.

BIBLIOGRAFIE

MEETTECHNIEK

(Vervolg van blz. 192)

1) *Emetteurs de mesures pour gamme de frequences de 50 à 600 Mc.*

Meetzender voor frequentie van 50 tot 600 MHz.

(A. Klemt, Hochfrequenz Technik und Elektroakustik, 62, Oktober 1943, blz. 133-137.)

Uitvoerige beschrijving van een geijkten generator. De verzwakker werkt capacitief. Beschikbaar vermogen is ongeveer 1,5 W, uitgangsimpedantie 70 ohm, de spanning bedraagt ongeveer 10 volt.

2) *Procédé de mesures des caractéristiques de modulation d'un générateur à haute fréquence.*

Metingen der modulatie karakteristieken van een hoog-frequent generator.

(E. Fromy, l'Onde Electrique, août 1945, n° 221, blz. 20-24.)

Het meten der modulatie diepte en der vervorming van een gemoduleerde golf, waarbij gebruik wordt gemaakt van de lineaire detectie, is niet meer toepasselijk wanneer het er om gaat, lage spanningen te ontleiden, zoals b.v. deze die ontstaan aan den uitgang van een generator.

De opsteller van het artikel beschrijft een nulpuntmethode, bestudeerd in het «Laboratoire National de Radio-electricité», in dewelke de metingen der H.F.- en L.F.-spanningen gebeuren vóór de detectie en dus toelaat de overblijvende modulatie diepte, de modulatie diepte en de distortie van de omhullende golf te meten.

3) *Mesureur de constantes de circuits.*

Toestel voor het meten der kringconstanten.

(Haris, Electronics, October 1944, blz. 118-119.)

De meter bevat een oscillator, welke zonder onderbreking alle frequenties vanaf 80 kHz tot 25 MHz bestrijkt. Hij wordt gevolgd door een versterkerbuis met constanten stroom.

De kring, waarvan men de constanten meten wil, wordt in den anodekring van de lamp geschakeld en de spanning, die dan aan de klemmen van den kring ontstaat is, zoals we weten, een functie van zijn impedantie. Deze spanning wordt gemeten door een diode. Als indicator wordt een toeveroog gebruikt. Verder kan het toestel ook dienen voor het meten van zelfinducties, capaciteiten en den overspanningsfactor.

4) *Nouveau Montage pour la comparaison des fréquences avec oscillographe cathodique.*

Nieuwe schakeling voor het vergelijken van frequenties met behulp van een kathodestraal-oscillograaf.

(G. H. Rawcliffe, Journal of the Institution of Electrical Engineers 89, December 1942, blz. 191-194.)

5) *La technique des mesures de fréquence et son application aux télécommunications.*

De hoog-frequent meettechniek en hare toepassingen bij de televerbindingen.

(G. E. Throaites, Journal of the Institution of Electrical Engineers 89, Sep. 1942, blz. 139-140.)

Het artikel begint met een beschrijving te geven van de methodes die gevolgd worden, bij het meten van frequenties onder 15 kHz. Hierbij maakt men vooral gebruik van de figuren van Lissajou of van vergelijkingen met den enregistreercylinder. Verder worden vermeld, de frequentiemeters met impuls en de stroboscopische systemen. Voor frequenties boven 15 kHz, worden de verschillende soorten van meetzenders (met of zonder kwarts) en frequentiemeters, bestudeerd. Tenslotte, de moderne systemen met stabielen generator, gevolgd door synchrone multivibratoren of frequentievermenigvuldigers of -declers.

6) *Wattmètre de sortie*

Outputmeter.

(Cahier de Toute la Radio, n° 4 (1945) door A. Beson.)

Beschrijving, verwezenlijking en mogelijke metingen.

7) *L'analyse cinématique.*

De zichtbare ontleding.

(Cahier de Toute la Radio, n° 2 (1945) door R. Aschen.)

De schrijver onderzoekt het voordeel van de zichtbare methode ten overstaan van de dynamische methode. Dan volgt de uitleg van het principe van de zichtbare ontleding (met kathodestraalbuis).

8) *Pont universel.*

Universeele meetbrug.

(Cahier de Toute la Radio, n° 4 (1945) door F. Maas.)

De schrijver geeft in 't kort de werking van de Wheatstone brug (voor weerstanden), de brug van Wien (capaciteiten), de brug van Maxwell (zelfinductiecoëfficiënten) en de brug van Sauty (vergelijkende metingen) alsook een gecombineerd schema van deze vier methodes.

Hij bespreekt dan den oscillator voor de voeding van de brug (50 en 800 Hz), de versterker en het aflezen door middel van het « wonderoog » of met den oscillograaf.

9) *Quelques mesures sur les bobinages.*

Metingen aan spoelen.

(Cahier de Toute la Radio (1945), L. Chrétien.)

De schrijver behandelt alle mogelijke soorten van metingen aan spoelen; zoals de quantitative coëfficiënten. Het meten van de werkelijke en schijnbare inductantie. Het meten van den totalen verliesfactor (ohmsche verliezen, verliezen door Foucoultische stromen en hysteresisverliezen). Het meten van het logaritmisch decrement en de qualiteitsfactor.

(Wordt voortgezet).

INDUSTRIEELE HOOGFREQUENT VERHITTING

Belangstellende Industrieelen kunnen aan onderstaand adres aanvragen sturen aangaande toepassingsmogelijkheden in hun bedrijf en om een demonstratie bij te wonen.

FONIOR, Zérezostraat 9, BRUSSEL

*Prijs per nummer : 30 fr. — Abonnement : 340 fr. voor 12 nrs.
Uitgave van « Algemeene en Technische Boekhandel P. H. BRANS ».
Postcheckrekening Brussel 485811 — Girorekening Den Haag 211.881.*

EEN STAP VOORUIT IN HET RADIOTECHNISCH ONDERWIJS

Bij de discussie der laatste Ministerieele verklaring werden in de Kamer letterlijk de volgende woorden uitgesproken :

« Voor wat onze voortbrengst betreft moeten we » onzen uitvoer kunnen hernemen dank zij de » kwaliteit onzer produkten, vervaardigd door ge- » specialiseerde vakmensen... Op dit gebied zal » echter niets gepresteerd worden indien we voor » alles niet het technisch onderwijs vervol- » maken. »

Welnu, levert de Radiotechniek geen uitstekende gelegenheid om te werken voor export en dit vooral in België, waar we beschikken over weinig grondstoffen maar over een in evenredigheid rijke bron aan werkkrachten... Met radioprodukten wordt toch zeer weinig grondstof en oneindig veel meer inheemsche arbeid geexporteerd.

Kleine landen als het onze, b.v. Holland en Zwitserland hebben dit sinds lang maar al te goed begrepen... en genieten voor wat hun radioprodukten betreft, van een wereldbepaaldheid. Ook hiermee is men het in de leidende middens wel eens, maar...

We beschikken in België echter over heel weinig gespecialiseerde radiotechnici. Een land waar zulks het geval is kan moeilijk, voor wat radio betreft, op de wereldmarkt iets presteeren. Het verleden der Belgische radioindustrie is hiervoor een bewijs.

In de onmiddellijke toekomst valt op geen verbetering te rekenen tenzij wij zonder dralen de handen uit de mouwen steken, te meer omdat we op het buitenland, en vooral op Engeland en Amerika, een ongewilde achterstand hebben in te halen.

Het behoeft wel geen betoog, dat de radiotechniek zich in de oorlogvoerende landen, geweldig ontwikkeld heeft, haar toepassingsveld zich steeds verder heeft uitgebreid, zoodat zij tenslotte bij het behalen der eindoverwinning een doorslaggevende rol heeft gespeeld.

Deze ontwikkeling is slechts mogelijk geweest door de normale technische opleiding van radio specialisten van alle graden volledig te wijzigen.

Zoo werd er dan ook in 1941, door afgevaardigden van 40 Amerikaansche Universiteiten en hogere technische scholen, een opleidingssysteem en programma voorgesteld, dat aan de radiotechnische opleiding een

geheel nieuwe wending gaf, en waarop deze in Engeland en Amerika gesteund bleef, ook na het einde der vijandelijkheden.

Het radiotechnisch onderwijs — voor zoover het hier in België bestaat — werd tot nu toe vrij stiefmoederlijk behandeld. Dit kan alleen het geval zijn omdat :

1. het belang der radioindustrie voor 's lands economie werd uit het oog verloren.
2. men zich niet bewust is van het zich steeds uitbreidende toepassingsveld der radiotechniek — ook in een klein land als België.

Bij contactname met leidende personen, krijgt men steeds den indruk, als werd er — wanneer van radio-industrie gesproken wordt — alleen gedacht aan het bouwen van ontvangers. We twifelen er aan of er zelfs gedacht wordt aan het belang van de radio voor scheepvaart, luchtvaart en op militair gebied. Waar men in alle geval weinig vermoeden van heeft, dat zijn van hare toepassingen in de wapenijverheid, kleurenindustrie, metallurgie, geneeskunde enz... van H.F.-verwarming, diathermie enz. enz... De tijd is gewis niet ver, dat iedere ietwat belangrijke onderneming onder haar personeel een bekwaam radiotechnicus zal dienen op te nemen, zoowel als thans een eigen electrotechnicus aan hun instelling verbonden is.

Vroeg of laat zal er dan ook in België een degelijk radiotechnisch onderwijs tot stand moeten komen, wil men, dat we op dat gebied niet volledig afhankelijk worden van het buitenland, zoo zelfs, dat we met hun toestellen tenslotte ook hun technici dienen in te voeren.

En dan, hoe vroeger hoe beter. Daarom hebben we niet verder gewacht op wat er van officieele zijde ook mocht besloten worden, en trekken zelf onmiddellijk nut uit de besluiten der desbetreffende Engelsche en Amerikaansche onderzoeksraden.

We gingen over tot een grondige omwerking der programma's, waarbij rekening gehouden werd met de suggesties van vooruitziende Technische Directeurs van den radio-omroep en der industrie, die we hier voor hun welwillendheid hartelijk danken. Verder werden de richtlijnen der voornoemde buitenlandsche comités gevolgd om zodoende — indien in België het diploma van radiotechnisch ingenieur te lang mocht uitblijven — het

eindexamen te verbinden aan een lidmaatschap der verenigingen van internationaal erkende Amerikaanse en Engelsche radioingenieurs.

Ook de aanbeveling in het Engelsch verslag tot het in stand brengen van een didactische samenwerking tusschen industrie en opleidingscentra, werd door ons niet uit het oog verloren (*)

We stelden ons voor dit op twee manieren te verzekeren :

1. Door de radiobedrijven er toe aan te zetten gedurende enkele uren per week vakmensen uit haar personeel bereidwillig als lesgevers aan de opleidingscentra af te staan, en dit in dien zien door te voeren, dat deze lessen deel uitmaken van hun bedrijvigheid in de firma zelf. Op die wijze zou de hoedanigheid der lessen het best worden gewaarborgd.

2. Door de leerlingen in de mogelijkheid te stellen in de industrie zelf theorie aan de praktijk te toetsen en dit niet zoozeer als stagiair na het beëindigen hunner studies, maar veeleer door praktische werken in de nijverheidscentra gedurende de schooltijd zelf.

Waar de staatstoelage de technische scholen niet in staat stelt hun laboratoria en werkhuizen op behoorlijke wijze in te richten, en zeker niet de vooruitgang

(*) Desbetreffend trekken wij uwe aandacht op de medeeling van de B.B.C. op 22 Mei l.l., waarin gemeld werd, dat de bedrijven, die onder den schooltijd leerlingen in hun bedrijf opnamen vanwege de Engelsche regeering een tegemoetkoming in hunne bedrijfslasten mochten verwachten.

der techniek te volgen, hebben we beroep gedaan op de radioindustrie zelf.

Dit is trouwens logisch, aangezien het toch de radio-bedrijven zijn, die in eerste instantie baat vinden bij de vorming van goede radiotechnici.

Desbetreffende suggereerden wij hen een aantal leerlingen van ieder studiejaar gedurende een of meerdere dagen onder hun personeel op te nemen en deze in te schakelen in fabriekafdeelingen in verband met de bekwaamheid, waartoe de theoretische leergangen hun achtereenvolgens hebben geleid. Zoo zouden eerste jaarsstudenten bijna uitsluitend bezig gehouden worden met zuivere werkhuispraktijk, de tweedejaarsleerlingen zouden meer in het bijzonder in de constructie worden ingeschakeld, terwijl aan de meest gevorderden tenslotte meer gespecialiseerde laboratoriumwerken zouden worden toevertrouwd. Het zou ons te ver voeren, de didactische organisatie hier in bijzonderheden uiteen te zetten. We waren er ons wel van bewust, dat dit tamelijk veel gevraagd is en dat zoo'n voor België ongewone proefneming voor de radiobedrijven een niet te onderschatten last beteekent. We begrepen dan ook tenvolle dat vanwege sommige firma's gegronde opwerpingen werden gemaakt.

Wat we echter niet konden aannemen is, dat zulks in België niet zou kunnen verwezenlijkt worden, terwijl dit in het buitenland sinds enkele jaren reeds in voege is. We hebben dan ook de hoop niet zoo spoedig opgegeven.

SOCIÉTÉ BELGE RADIO-ÉLECTRIQUE

Société Anonyme
Naamloze Vennootschap

Chèques Postaux N° 18264
Giro Eekening N° 18264
Reg. du Com. Bruxelles N° 567
Mandatsreg. Bruxelles N° 561

Téléphone : 44.48.10 (9 lignes)
Téléfoon : 44.48.10 (9 lijnen)
Adresse Télégr. : Radiobel-Bruxelles
Télégrat. Adres. : Radiobel - Brussel



P.V.P.

— A remplir dans le coupon —
— To vullen in de kintje —

Annexes :
Bijlage :

Date	5/1/36	N°	215
Direction	<i>[Signature]</i>		
Conseil			
Donneur	<i>P. De Brabant</i>		
A classer			

FOREST-BRUXELLES — le 28. mars. 1946 —
VORST-BRUSSEL

64, Chaussée de Ruisbroek
64, Steenweg op Ruisbroek

INSTITUT NATIONAL DE RADIELECTRICITE
ET DE CINEMATOGRAPHIE.

63, avenue Victor Rousseau.

FOREST-BRUXELLES

Monsieur le Directeur,

Nous avons bien reçu votre lettre du 26 courant, qui a retenu toute notre attention.

En réponse, nous vous remercions notre accord d'agréer en nos labor et ateliers certains de vos élèves, afin de leur permettre de s'initier, dans la mesure du possible, à la pratique de leur métier.

Il serait indispensable que nous eussions un nouvel entretien afin de déterminer de commun accord, quels sont exactement les genres de travaux que vous estimez devoir être réalisés par les élèves des différentes années.

Nous établissons de la sorte un programme bien étudié.

Nous avons noté que vous nous dégagez de toute responsabilité quant aux accidents éventuels qui pourraient survenir.

Je vous prie d'agréer, Messieurs, l'expression de nos sentiments distingués.

La Directeur Technique,

P. LOHEST

[Signature]

En thans kunnen we zeggen, dat welke de opwerpingen ook mogen zijn, geen enkele nog kan steek houden, vermits thans ons plan grotendeels werd verwezenlijkt en hiermee de toepassingsmogelijkheid ervan onder alle opzichten werd bewezen.

Inderdaad, het voorbeeld werd gegeven door een der meest vooraanstaande Belgische radiobedrijven, de SOCIÉTÉ BELGE RADIO-ELECTRIQUE — S. B. R. — die ons in een begeesterd schrijven, dat we hiernaast afdrucken, op 28 Maart 1946, haar volledige instemming met ons leerplan kenbaar maakte.

Deze firma schakelde dan ook sinds het Paaschverlof reeds, niet minder dan 40 leerlingen uit het Nationaal Radio- en Film-technisch Instituut te Vorst-Brussel in hare diverse afdelingen in.

De directie en in het bijzonder de H.H. LOHEST, Technisch Directeur en BACKART, Hoofd van den personeelsdienst, werkten met de didactische aanwijzingen van het bestuur van het Na.Ra.F.I. een organisatie uit, die onder didactisch en technisch oogpunt door geen enkele praktijk op de scholen zelf zou kunnen worden geëvenaard.

Ook de Firma PHILIPS staat bijzonder gunstig tegenover ons initiatief, hetgeen wel blijkt uit de woorden waarmee ons hare afgevaardigde-Beheerder de Heer J. B. Vink onthaalde :

« De opleiding van gespecialiseerde radiotechnici is » inderdaad zeer dringend. De radiobedrijven hebben er » zelf alle belang bij hieraan mede te werken en ik » ben dan ook bereid hiertoe de noodige opofferingen te » doen. »

We mogen dan ook verwachten dat in het komende schooljaar, ook deze firma een der hoofdschakels zal vormen in de keten van het « nieuwe Belgische radio-technische onderwijs ».

De besprekingen met andere groote bedrijven zijn in vollen gang en hopen ze weldra te kunnen vernoemen onder de pioniers dezer nieuwe wending.

Maar ook de kleinere bedrijven kunnen het noodige er toe bijdragen. Ook in de service-techniek, versterker-techniek enz... moeten onze toekomstige radiotechnici praktisch onderlegd zijn. We doen dan ook beroep tot alle technisch goed ingerichte private bedrijven, om ons hunne aanvraag toe te sturen om in deze keten te worden ingeschakeld. Hiermede geven zij blijk van een gezonde kijk op de zaken, en een ware gemeenschapszin.

Dit kan niet anders dan hen tot eere strekken.

NATIONAAL RADIO EN FILMTECHNISCH INSTITUUT (*)

Dudenpark - VORST-BRUSSEL

A. BERNAERT
(Directeur)

Ed. PALMANS
(Professor-Afdeelingsoverste)

...EN VERVOLGENS EEN WOORD VAN ONS...

Met voldoening hebben we voorgaand artikel in onze revue opgenomen. Om de volgende redenen hebben wij het zelfs de eereplaats gegeven.

1° Omdat daarin een onderwerp besproken wordt dat

(*) Hoogere Technische School en Middelbare Technische School. Beide erkend door den Staat.

voor het radiobedrijf in België en meteen voor al onze lezers en abonnées van het hoogste belang is.

2° Omdat het initiatief van het Nationaal Radio en Film Technisch Instituut vermelding verdient temeer omdat in zijn bestuur eindelijk eens personen gevonden worden, die durven opkomen tegen de weinig aanmoedigende houding en het gebrek aan dynamisme der officieele instanties.

3° Omdat het ook ons de gelegenheid geeft onze voldoening en dankbaarheid te uiten tegenover groote radiobedrijven (tot dusver S.B.R. in het bijzonder en ook de firma's Philips).

Mochten ook de overige radiobedrijven met een zelfden geest bezield zijn dan gaat ongetwijfeld de Belgische radionijverheid een groote toekomst tegemoet.

4° Omdat we hierdoor in de gelegenheid gesteld worden zekere ongerijmdheden en tegenstrijdigheden in het Technisch Onderwijs en in het Radio Technisch Onderwijs in het bijzonder aan te stippen.

De schrijvers van het vorige artikel halen woorden aan, die onlangs werden uitgesproken als we ons niet vergissen door Prof. Dr. EYSKENS.

Dit zou kunnen den indruk verwekken als werd aan een hervorming van het Technisch Onderwijs pas nu gedacht.

Dit is in het geheel het geval niet. In een toelichting bij het Wetsvoorstel van den heer BARNICH — in Maart 1930 — lezen we het volgende :

« Het vraagstuk van de herinrichting van het Technisch Onderwijs wordt onvermijdelijk van jaar tot jaar voor de openbare meening gesteld als essentieel voor de toekomst van het land en van jaar tot jaar wordt zijn oplossing uitgesteld. »

We zijn thans in 1946 — 16 jaar later — en nog steeds hebben deze woorden dezelfde actualiteit behouden. Nog steeds ontbreekt aan het Technisch Onderwijs zelfs het meest essentieele.

Alhoewel het lager Onderwijs sinds 1842, het Middelbaar Onderwijs sinds 1850 en het Universitair Onderwijs sinds 1891 — aan een organische Wet onderworpen zijn heeft men voor het Technisch Onderwijs nog geen tijd gevonden om een regelende wet op te stellen.

Evenwel werd onmiddellijk na de eerste Wereldoorlog (1914-1918) herhaaldelijk gewezen op de noodzakelijkheid van zulke wet (Kamer van Volksvertegenwoordigers ; Van Caneghem in 1921 ; Pastur (1923), Buysse (1936), Eyskens (1939).

Wacht men soms op een derde wereldoorlog om aan die sleur en slenter een einde te stellen ?

Dat er in België, zelfs nu, dat het Radiobedrijf bijna uitsluitend is aangewezen op de binnenlandsche markt thans reeds een gebrek aan bevoegde technici bestaat ondervinden de radio- en andere bedrijven op het oogenblik maar al te sterk. Niet eens 10 % der benodigde bevoegde werkkrachten zijn te verkrijgen in de opleidingscentra.

De oorzaak van deze ramp is te zoeken in de erbarmelijke toestand van het Radio Technisch Onderwijs zelf. Dit is gedeeltelijk het gevolg van het Officieele talmen en de permanente besluiteloosheid van onze voorgaande regeeringen. Het wordt dan ook hoog tijd dat hieraan verbetering wordt gebracht. Het is niet met woorden

alleen dat allerlei slagen gewonnen worden. Laten we hopen dat dit in de toekomst niet moet blijken.

Zowel als de vorming van Technische Ingenieurs vraagt ook deze van bevoegde radiotechnici een voorafgaande wiskundige vorming die maar weinig verschilt met die welke noodzakelijk is voor de vorming van Universitaire Ingenieurs. Hoe wilt ge nu, dat studenten met zulke vorming in voldoende aantal zouden gaan belang stellen in een hogere radio technische opleiding als ze hun minstens 3 tot 4 jarige studie niet bekroond zien door een officieel beschermenden titel, waardoor ze ten minste te onderscheiden zijn van een zoogenaamd radiotechnicus die misschien voor een week nog bakker of slager was.

Ze worden in de meeste gevallen trouwens precies om het gebrek aan officieelen titel van meet af achteruit gesteld gelijk ook diegenen welke drager zijn van degelijke buitenlandsche diploma's, tegenover personen die deze wel bezitten (Ingenieurs met gelijk welke specialiteit) die absoluut niet of minder gespecialiseerd zijn op radio technisch gebied, en die dus niet in staat zijn — om niet te zeggen weinig bereid — uit vrees voor concurrentie — de door hunne ondergeschikte voorgedegde verbeteringen naar waarde te schatten of te aanvaarden.

Waarom zou hier geen titel van Radio Technisch Ingenieur kunnen verleend worden.

Het is toch struisvogelpolitiek te steunen op het feit dat we nu éénmaal door het buitenland op het gebied der radiotechniek overvleugeld worden en dat alle radioprodukten nu toch in groote massa's vooral door Engeland en Amerika worden geïmporteerd om te verklaren dat we het wel stellen kunnen met een reeks radio-service-men (Dépanneurs).

Hierop kwam toch nagenoeg het advies neer, dat gegeven werd aan het Ministerie van Economische Zaken toen dit Ministerie op de hielen gezeten door zekere instanties, zijn houding in deze zaak wilde verrechtvaardigen en te rade ging bij een Universiteits Professor die in zijn vak zeer kundig is maar die over Radio-aangelegenheden niet bijster goed op de hoogte schijnt te zijn.

Met alle respect zowel voor raadvrager als voor raadgever maar het moet ons toch van het hart dat dergelijke voorvallen zeer weinig getuigen van kennis en dynamisme. Moesten alle Belgen zoo gemakzuchtig zijn dan zouden we binnen kort nog slechts onze broodjes klaar gebakken behoeven in te voeren... of ze misschien in het buitenland gaan... bedelen. (Oude spelling).

Als zij die de leiding hebben om raad vragen dan is dit op zichzelf ten eerste te apprecieeren, maar indien het gebeurt dan komt het er niet op aan raad te vragen aan één persoon hoe hoog deze zich ook bevinden mag op de maatschappelijke ladder of hoe knap hij ook moge zijn. Het verdient altijd de voorkeur meerdere adviezen in te winnen en vooral bij die personen welke in het betreffende bedrijf werkzaam zijn. Men schakelt dan meteen de kansen uit op subjectief advies, op éénzijdig advies, en op verkeerd advies wegens mogelijke belangen of om andere redenen.

Betreffende deze aangelegenheid kunnen maar alleen menschen die dagelijks in de practijk staan, bepalen hoe de leerprogramma's moeten worden opgesteld en uitge-

werkt. Zij weten toch ook uit ervaring dat een gespecialiseerd technicus van hooger graad (eventueel Ingenieur) niet gevormd wordt in één jaar, zelfs al heeft hij het studieprogramma van electrotechnisch ingenieur doorgewerkt.

Vaklieden zullen er ook hunne aandacht op vestigen dat in een modern leerprogramma voor radiotechnici geen plaats is voor vakken als centrale verwarming, weerstand van materialen enz...

Tegenover de geestloze houding der officieele instanties steekt het initiatief der Heeren BERNAERT en PALMANS dan ook des te gunstiger af.

Ze geven blijk 1° van een gezonden kijk op de zaken alleen door het feit dat ze steunen op de in den vreemde opgedane ervaring vooral in die landen waar men door de omstandigheden verplicht was in een minimum van tijd de noodige hervorming van het Radio Technisch Onderwijs door te voeren; 2° van een vooruitstrevenden durf, daar waar ze niet meer wachten op hetgeen door de besturen eventueel kan worden beslist.

Het is immers te begrijpen, dat de schrijvers, na het jarenlang gekonkel wantrouwend zijn geworden tegenover wat er van regeeringswege nog mag worden verwacht.

Opvallend echter is het, dat de schrijvers geen enkel woord reppen over sommige wantoestanden die nochtans den grondslag vormen van het mankgaan van het technisch Onderwijs in België in het algemeen. We be-doelen :

1° Het Administratief Beheer.

Sedert jaren is er een wrijving ontstaan tusschen het Ministerie van Onderwijs en dit van Economische Zaken over het beheer van het Technisch Onderwijs. Sinds 1933 staan de zaken zoo, dat onder druk der linksche kringen dit beheer gedeeltelijk in handen kwam van het eerste door oprichting van den dienst van het Technisch Onderwijs onder voorzitterschap van den Minister van Openbaar Onderwijs; gedeeltelijk bleef het in handen van den Minister van Economische Zaken, zoodat thans, naar gelang de politieke constellatie verandert nu eens de ééne en dan de andere de baas is. Alhoewel, rekening gehouden met de werkelijke belangen van dit onderwijs het beheer van het Technisch Onderwijs logischerwijze toekomt aan het Ministerie van Economische Zaken willen we dit punt op het oogenblik niet nader onderzoeken.

Het is evenwel hoog tijd om op te houden het Technisch Onderwijs afhankelijk te maken van alle politiek gedoe; men stelle een grondig einde aan dat « twee-buren systeem », waarin de ambtenaren zich om persoonlijk prestige onderling het meesterschap betwisten.

2° Het huidige toelagestelsel.

Indien er niet onmiddellijk een einde gesteld wordt aan de onregelmatige en onvoldoende bezoldiging van het Onderwijzend personeel gaat het Technisch Onderwijs een snellen dood tegemoet. Het blijkt inderdaad uit het beroep dat het Na Ra F.I. deed op de industrieën dat het Technisch Onderwijs vooral te kampen heeft met het gebrek aan goede leerkrachten en de onmogelijkheid hunne instelling te voorzien van de noodige werkplaatsen en laboratoria.

Hoe kan dit ook anders ?

Door den Staat wordt aan de Technische Scholen slechts 60 % der officieele barema's uitgekeerd; deze

zijn in de meeste gevallen niet in staat de wedde tot 100 % aan te vullen.

Zoo geniet een Universiteits Ingenieur als vast leeraar in het hogere Technisch Onderwijs een beginwedde van 27.000 Fr. per jaar, zegge circa 2.200 Fr. per maand. Een gelicencieerde in Wis- en Natuurkunde (dit diploma wordt sinds enkelen tijd niet als Universitair diploma aanzien) 22.000 Fr. per jaar, zegge 1.800 Fr. per maand.

Vergelijk nu deze wedde even met de door de regering vastgestelde minima voor een gewoon bediende, zonder speciale opleiding en zonder bijzondere kennis. Deze bedraagt 2.650 Fr. per maand, niet om wat hij kent of wat hij presteert maar eenvoudigweg omdat hij een-en-twintig jaar of ouder is. Wie er iets van begrijpt teke zijn, vinger op. Hij mag het ons komen uitleggen.

In de Middelbare afdeling van het Technisch Onderwijs zijn de bezoldigingen nog betreurenswaardiger.

Bovendien moet in het Technisch Onderwijs nog neestal beroep gedaan worden op gespecialiseerde lesgevers, die hetzij als zoodanig reeds in andere instellingen hetzij in het bedrijf werkzaam zijn. Deze personen ontvangen de aalmoes van 30 tot 40 Fr. per lesuur, maar dan mogen ze niet vast verbonden zijn aan een officieele inrichting want dan worden ze aanzien als « Cumulars » en wordt hun slechts 50 % van dit bedrag uitgekeerd. Daarvan hebben ze hun verplaatsingskosten te betalen en daarvoor moeten ze ook hun tijd geven om de lessen voor te bereiden. Wij zouden wel even willen weten wie van de vroegere, huidige en toekomstige leiders bereid zijn aan dien prijs te werken? Liefhebbers kunnen zich altijd bij ons aanbieden. Wij zullen ze eervol vermelden!

Over de toelage voor didactisch leermateriaal zullen we maar niet praten. We zijn reeds beschaamd genoeg omdat we de voorgaande regels hebben moeten neerschrijven, vooral omdat ook vele buitenlanders dit artikel onder oogen krijgen in landen waar het Technisch Onderwijs heel wat hooger staat dan bij ons... maar het moest er uit, het lag ons reeds te lang op het hart en we hebben van deze welkome gelegenheid gebruik gemaakt. Persoonlijk voelen we ons verlicht, en het ware te hopen dat we met al deze woorden geen boter aan den galg gesmeerd hebben.

P. H. BRANS.

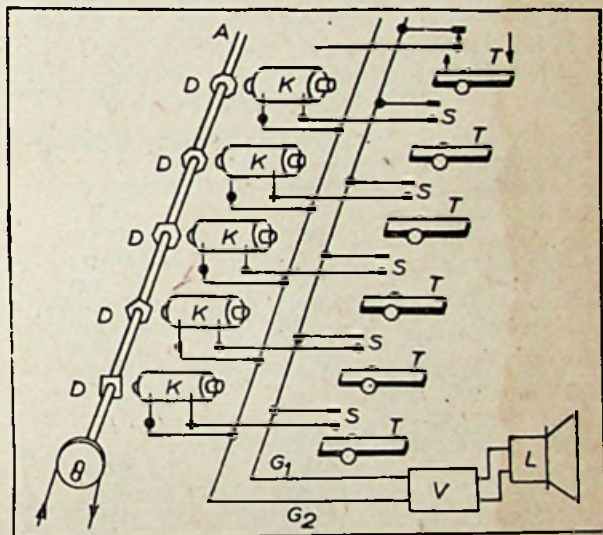
WEGENS PLAATS-
BREK MOESTEN MEER-
DERE ARTIKELS W. O. TE-
LEVISIE CURSUS TOT EEN
VOLGEND NUMMER VER-
SCHOVEN WORDEN.

WIJ ANTWOORDEN

A. S., van Warns (Holland), vraagt: Hoe werkt het Hamond-orgel?

Een orgelpijp brengt zooals men weet een onderhouden toon uit, waarvan de toonhoogte bepaald wordt door een grondtrilling, de klankkleur door de geluidsdoseering der harmonischen, m.a.w. de veelvouden van deze grondtrilling. Kent men de karakteristieken van een bepaalde orgelpijp en brengt men dan een elektrische grondtrilling van dezelfde frequentie samen met hare harmonischen, in dezelfde verhouding gedoseerd via een versterker op een luidspreker dan komt men noodzakelijkerwijze op hetzelfde effect. In het Hamond-orgel wordt dit als volgt verwezenlijkt.

Op een as, aangedreven door een motor met constante snelheid brengt men een aantal magnetisch-werkzame, veelhoekige schijven van opklimmende orde: driehoekig, vierkantig, vijfkantig, zeskantig enz. Dwars voor iedere schijf brengt men een magneet met spoel. Is alles in rust dan worden in de spoel geen spanningen op-



gewekt. Begint echter in het magnetisch veld een soortgelijke schijf te draaien dan ontstaan magnetische veldveranderingen die in de kloos stroomveranderingen opwekken. In dit geval dus ontstaan in iedere magnetische spoel elektrische trillingen waarvan de frequentie overeenstemt met het aantal hoeken van iedere schijf. Het klavier is samengesteld uit gewone orgeltoetsen. Iedere toets echter sluit bij het overslaan een schakelaar die de volle spanning, opgewekt in de magneet die trilt op den bij die toets behoorenden grondtoon, met den ingang van den versterker verbindt. Dit is echter niet voldoende. Een vernuftig uitgedacht en zeer ingewikkeld systeem brengt daarenboven alle bij die grondtrilling voorziene harmonische trillingen naar den versterker, waarbij automatisch iedere harmonische door instelbare potentiometers onder hare toegelaten sterkte doorgelaten wordt om aldus de klankkleur, eigen aan den overeenstemmenden orgeltoon weer te geven. Verscheidene elektrischsystemen laten toe alle registers in te stellen zooals tremolo, sourdine enz. zoodat men zoowel kerkmuziek als jazz op hetzelfde instrument kan spelen.

NIEUWE LAMPEN

In R. C. A. Tube Handbook News van Feb. 1946 vinden wij een reeks nieuwe lampen waarvan wij hieronder de belangrijkste karakteristieken opgeven :

6AT6 — Duo diode triode (miniature type)
 $V_f = 6,3 \text{ V}$; $I_f = 0,3 \text{ A}$; $C_{ga} = 2,1 \text{ pF}$;
 $C_{gk} = 2,3 \text{ pF}$; $C_{ak} = 1,1 \text{ pF}$

V_a	100	250 V
V_g	-1	-3 V
g	70	70
Ri	54000	58000 Ω
S	1,3	1,2 mA/V
I_a	0,8	1,0 mA
V_{fk}	90	90 V (max)

6AU6 — Pentode (HF) (miniature type)
 $V_f = 6,3 \text{ V}$; $I_f = 0,3 \text{ A}$; $C_{g1-a} = 0,0035 \text{ pF}$;
 $C_i = 5,5 \text{ pF}$; $C_o = 5 \text{ pF}$;

V_a	100	250	250 V
V_{g3}	0	0	0 V
V_{g2}	100	125	150 V
V_{g1}	-1	-1	-1 V
R1	0,6	2,5	2 $M\Omega$
S	3,9	4,45	5,2 mA/V
$V_{g1} (1)$	-4,2	-5,2	-6,2 V
I_a	5,2	7,6	10,8 mA
I_{g2}	2,0	3,0	4,3 mA

(1) $I_a = 10 \mu\text{A}$

6BA6. — Pentode (H.F. variabele μ) (miniature type).
 $V_f = 6,3 \text{ V}$; $I_f = 0,3 \text{ A}$; $C_{ag1} = 0,0035 \text{ pF}$;
 $C_i = 5,5 \text{ pF}$; $C_o = 5 \text{ pF}$

V_a	100	250 V
V_{g3}	0	0 V
V_{g2}	100	100 V
Rk	58	68 Ω
Ri	0,25	1,5 $M\Omega$
S	4,3	4,4 mA/V
$V_{g1} (1)$	-20	-20 V
I_a	10,8	11 mA
I_{g2}	4,4	4,2 mA

(1) S = 0,04 mA/V

6BE6 — Heptode (miniature type)

V_a	100	250 V
V_{g2}	100	100 V
V_{g4}	100	100 V
V_{g3}	-1,5	-1,5 V
Rg1	20000	20000 Ω
Ri	0,5	1 $M\Omega$
Sc	0,455	0,475 mA/V
Sc (1)	0,004	0,004 mA/V
I_a	2,8	3 mA
$I_{g2}, g4$	7,3	7,1 mA
I_{g1}	0,5	0,5 mA
Ik	10,6	10,6 mA

(1) $V_{g3} = -50 \text{ V}$

12AT6 — Duo-diode H.F.-triode (miniature type)
 $V_f = 1,26 \text{ V}$ $I_f = 0,15 \text{ A}$ = 6AT6

12BA6 — Pentode H.F. (miniature type)

$V_f = 12,6$ $I_f = 0,15 \text{ A}$ = 6BA6

35W4 — Enkele gelijkrichterlamp (miniature type)

$V_a \approx$	117	117	117	117 V
C_i	40	40	40	40 μF
Z_a	15	15	15	15 Ω
$I_{outp.}$	60	70	80	80 mA

50 B5 — Eindpentode (miniature type)

$V_f = 50 \text{ V}$ $I_f = 0,15 \text{ A}$

$V_a = 110 \text{ V}$	$I_a = 50 \text{ mA}$	$S = 7,5 \text{ mA/V}$
$V_{g2} = 110 \text{ V}$	$I_{g2} = 4 \cdot 8,5 \text{ mA}$	$R_a = 2500 \Omega$
$V_{g1} = 7,5 \text{ V}$	$R_i = 14000 \Omega$	d 9 %
		$W_o = 1,9 \text{ W}$

Dit zijn negen nieuwe kleine lampjes die vooral zeer dienstig zijn bij het bouwen van compacte televisie en frequentie-modulatieontvangers.

Bovendien wordt door dezelfde firma nog bericht over de

2E24 : Een zeer snel op bedrijfstemperatuur komende zendlamp met gerichte electronenbundels voor mobiele zenders. De max. anode input is 30 W in Klasse C telegrafie.

2E26 : Een kleine krachtversterkerlamp met gerichten electronenbundel voor F.M. (frequentiemodulatie) zenders, zoowel als stuurlamp dan als eindlamp kan ze dienen wanneer men geen te groote kracht wenscht. Ze kan 20 W afleveren met een anodespanning van 400 V en als Klasse C telegrafie.

6AS7-C : Een dubbele triode met geringen versterkingsfactor vooral dienstig als regulatorlamp in voedingsystemen (zie artikels in n°. 4).

6C24 : Een zendtriode met geforceerde luchtkoeling voor het gebruik bij F.M., televisie en industrieele toepassingen. Een lamp kan een vermogen van 1100 W opwekken tot op 160 MHz in Klasse C telegrafie.

6SB7-Y : Een metalen heptode Converter met hooge conversie- en oscillatorsnelheid voor F.M.-ontvangers werkend in de 88 en 108 MHz-band.

6SZ7 — Een metalen steile duo-diode-triode met $V_f = 6,3 \text{ V}$; $I_f = 150 \text{ mA}$. Zeer bruikbaar als detector, versterker en ASR-lamp in auto- en WG-ontvangers.

7C24: Een eindtriode met geforceerde luchtkoeling voor gebruik in F.M.-televisieschakelingen en voor industrieele doeleinden. Er is een volledige afscherming tusschen de gloeidraadverbindingen en de plaat. De max. anode dissipatie bedraagt 2kW.

117Z3 : Een miniatuur-enkele gelijkrichterlamp, speciaal voor draagbare W.G.-batterij ontvangers waar kleine afmetingen en geringe warmteproductie van belang zijn.

In hetzelfde genre heeft Philips een zestal nieuwe lampen op de markt gebracht.

De **D1F**, en de **D2F**, direct verhitte en de **E3F** een indirect verhitte pentode. De eerste twee voor serie- of parallelvoeding. Zij hebben de volgende karakteristieken .

De bijzondere eigenschappen dezer lampen zijn als volgt :

- 1° — Geringe afmetingen voor kleine apparaten.
- 2° — De lampen zijn gemakkelijk te vervangen zonder het apparaat te moeten openen (indien het zóó gebouwd is dat de lampen van buitenaf bereikbaar zijn).
- 3° — Deze lampjes kunnen zoowel in zenders als in ontvangers gebruikt worden.
- 4° — Ze zijn zeer licht.
- 5° — Kunnen gebezigd worden tot op golflengten van 3 m. Deze lampen hebben radikaal geconstrueerde aansluitklemmen en zijn voorzien met een greep waardoor het onnoodig wordt de speciale apparaten waarvoor ze geconstrueerd zijn te openen om de lamp tegen een nieuwe uit te wisselen.

Lampen met volkomen dezelfde karakteristieken maar zonder greep zijn resp. de **D11F** — de **D12F** — en de **E13F**.

(Wordt voortgezet).

DE FREQUENTIE-MODULATIE

door H. T. J. H. en E. P.

INLEIDING

Vóór enkele maanden verscheen bij de Société des Editions Radio het werkje: « La Modulation de Fréquence et ses Applications » door E. Aisberg, waarvan de Algemeene en Technische Boekhandel P. H. Brans, Antwerpen, een Nederlandsche uitgave bezorgde.

Aan de lovende critiek van M. D. (zie Radio Revue nr 1) hebben we niets toe te voegen.

We zullen hooger vermeld werkje dan ook als leidraad nemen voor een reeks artikels, die we aan hetzelfde onderwerp wenschen te besteden en in dit eerste artikel pogen de fundamenteele begrippen van de frequentie-modulatie te belichten alsmede een eerste belangrijke toepassing ervan: de radiotelefonie met frequentie-modulatie.

HOOFDSTUK I

DE MODULATIE: ALGEMEENE PRINCIPES

We weten dat een zuiver ongedempte sinusoidale trilling kan uitgedrukt worden door de functie:

$$i_w = I \cdot \sin(\omega t + \varphi) \quad (1)$$

waarin I , ω en φ constanten zijn. I is de amplitude, $\omega = \pi f$ de pulsatie en φ de faseverschuiving, i_w is de oogenblikswaarde. De functie (1) wordt:

$$i_w = I \sin \alpha$$

wanneer we α gelijk stellen met $\omega t + \varphi$.

α noemt men vaak de fase.

Uit:

$$\alpha = \omega t + \varphi$$

leiden we af dat

$$\omega = \frac{d\alpha}{dt}$$

en

$$d = \int \omega \cdot dt.$$

Zuiver ongedempte trillingen worden gebruikt voor telegrafie-uitzendingen. Ze dienen ook als draaggolf voor telefonie-uitzendingen. In dit geval worden ze gemoduleerd, t.t.z. dat de over te brengen L.F.-trillingen (pulsatie p) onafscheidbaar met de draaggolf (H.F.-trillingen, pulsatie ω) worden gecombineerd, zoodat zij er zich solidair mede voortplanten in de ruimte.

Men bekomt de modulatie van de draaggolf

$$y = A \sin \alpha$$

door aan één van de twee parameters ervan (A amplitude, φ fase) een periodisch verloop te geven volgens

het rythme der L.F.-trillingen.

In het eerste geval — A veranderlijk — heeft men amplitude-modulatie; in het tweede — α veranderlijk — fase-modulatie. Deze laatste kan men eveneens bekomen wanneer een periodisch verloop wordt verstrekt aan ω : in dit geval spreekt men meestal van frequentie-modulatie.

1. — Amplitude-modulatie:

De H.F.-trillingen en de L.F.-trillingen worden gecombineerd volgens een niet lineaire wet in den modulator (fig. 1).

Zij

$$i_w = I \cdot \sin(\omega t + \varphi_1)$$

de te moduleeren draaggolf; en

$$i_p = I_p \cdot \sin(pt + \varphi_2)$$

de L.F.-trillingen.

De modulatie geeft:

$$i_{w,p} = I(1 + M \cos pt) \sin \omega t$$

waarin M een coefficient is, die de modulatie diepte uitdrukt (fig. 2). Dit is dus de grondformule van de amplitude-modulatie, die we nader gaan onderzoeken.

We kunnen schrijven:

$$i_{w,p} = I \sin \omega t + I M \cos pt \cdot \sin \omega t$$

$$i_{w,p} = I \sin \omega t + \frac{I M}{2} [\sin(\omega + p)t + \sin(\omega - p)t]$$

$$i_{w,p} = I \sin \omega t + \frac{I M}{2} \cdot \sin(\omega + p)t + \frac{I M}{2} \sin(\omega - p)t$$

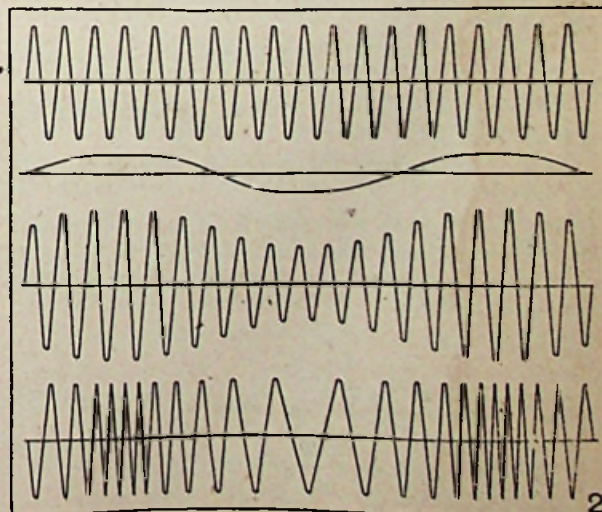
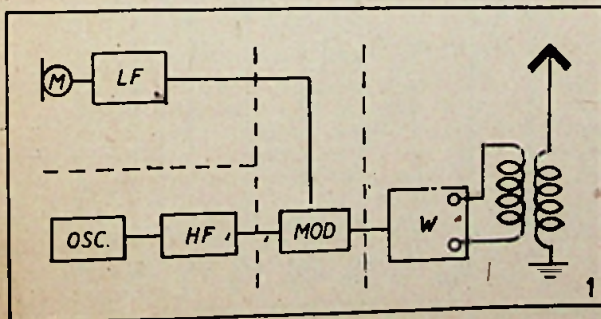
Hieruit blijkt, dat de gemoduleerde golf samengesteld is uit (fig. 3):

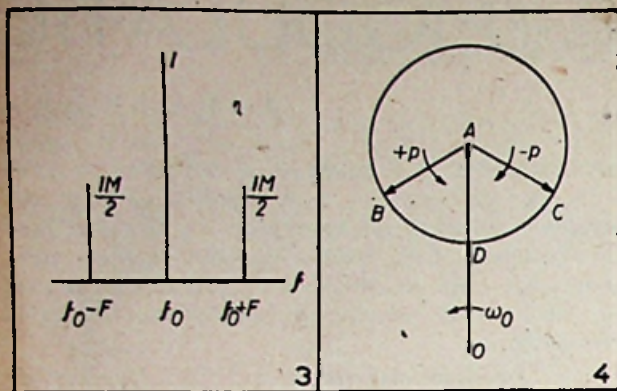
1° een H.F.-componente met pulsatie ω (frequentie f_0): de draaggolf;

2° een H.F.-componente met pulsatie $\omega + p$ (frequentie $f + F$): 1° zijgolf;

3° een H.F.-componente met pulsatie $\omega - p$ (frequentie $f - F$): 2° zijgolf.

Vectorieel kunnen we $i_{w,p}$ voorstellen door de som van drie vectoren (fig. 4): \vec{OA} (amplitude I , pulsatie ω)





+ AB (amplitude $\frac{MI}{2}$, pulsatie $\omega + p$) + AC (amplitude $\frac{MI}{2}$, pulsatie $\omega - p$). AB en AC zijn symmetrische t.o.v. OA. Het grafisch verloop van $i_{w,p}$ bekommen we opnieuw wanneer we de drie vectoren OA, AB AC op verschillende tijdstippen samenstellen: alleen de amplitude van $i_{w,p}$ varieert (fig. 5).

Wat we hiervoor zagen, had dus betrekking op de amplitude-modulatie van de draaggolf door middel van één enkele L.F.-trilling: van frequentie F. Geschiedt de modulatie door middel van een samengesteld geluid (frequenties $F_1, F_2, F_3, \dots, F_n$) dan zou de gemoduleerde golf bestaan uit

- de draaggolf f;
- de zijgolven $f \pm F_1, f \pm F_2, f \pm F_3, \dots, f \pm F_n$.

Het geheel dezer zijgolven noemt men de zijbanden. Iedere zijband strekt zich uit over een frequentiebereik, dat gelijk is aan de frequentie van de hoogste L.F.-componente.

2. — Frequentiemodulatie.

In dit geval is

$$i = I \cdot \sin \alpha$$

niet

$$\omega = \frac{d\alpha}{dt} = \omega_0 + \Delta\omega \cdot \sin pt.$$

De pulsatie ω schommelt dus rond een gemiddelde waarde ω_0 op het rythme der L.F.-pulsatie p.

We noemen:

- gemiddelde pulsatie (resp.-frequentie) de waarde ω_0 (resp. f_0);
- modulatie-amplitude de waarde Δf , amplitude der frequentievariatie;
- modulatie-frequentie de frequentie F van den veranderlijken term.

In vele toepassingen blijft deze frequentie F constant; bij de radiofonie met frequentie-modulatie bedraagt F natuurlijk al de waarden F_1, F_2, \dots, F_n van het geluidsspectrum.

We krijgen nu:

$$i = I \sin \alpha = I \cdot \sin \left[\int_0^t (\omega_0 + \Delta\omega \sin pt) dt \right]$$

$$i = I \sin \left(\omega_0 t - \frac{\Delta\omega}{p} \cdot \cos pt \right)$$

$$i = I \sin (\omega_0 t = m \cos pt)$$

waarin

$$m = \frac{\Delta\omega}{p} = \frac{\Delta f}{F}$$

de modulatiefactor genoemd wordt.

De modulatiefactor drukt dus de verhouding uit van de modulatie-amplitude Δf tot de modulatie-frequentie

$$i = I \sin (\omega_0 t - m \cos pt)$$

is de fundamentele vergelijking van de frequentie-modulatie, zooals

$$i = I (1 + M \cos pt) \sin \omega t$$

de fundamentele vergelijking was van de amplitude-modulatie.

Indien we deze uitdrukking ontbinden — zooals we deden voor de amplitude-modulatie — dan bekomen we een ingewikkelde reeks termen met Besselsche functies. In het kader van dit artikel valt hieraan natuurlijk niet te denken.

In een geval nochtans kunnen we de studie bij benadering doorvoeren, n.l. wanneer $m \ll 1$.

$$m \ll 1 \text{ beteekent dus } \frac{\Delta}{F} \ll 1 \text{ of } \Delta f \ll F, \text{ 't is te zeggen,}$$

dat de modulatie-amplitude Δf veel kleiner is dan de modulatie-frequentie F.

Dit is, in de practijk, het geval van slecht geregelde zendposten!

Strekt m naar nul dan wordt

$$i = I \sin (\omega_0 t - m \cos pt)$$

$$i = I [\sin \omega_0 t \cdot \cos(m \cos pt) - \sin(m \cos pt) \cdot \cos \omega_0 t]$$

$$i \approx I [\sin \omega_0 t - m \cos pt \cdot \cos \omega_0 t]$$

vermits voor $\varepsilon \rightarrow 0$,

$$\cos \varepsilon \approx 1 \quad \text{en} \quad \sin \varepsilon \approx \varepsilon$$

Laatste vergelijking kunnen we verder omvormen door ontbinding van het product der cos:

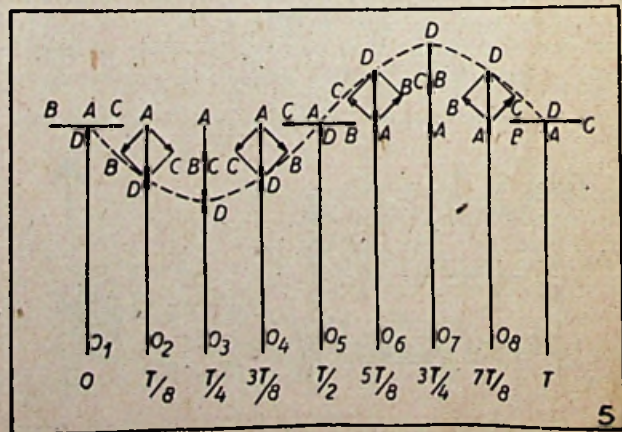
$$i = I \left[\sin \omega_0 t - \frac{m}{2} \cos (\omega_0 + p)t - \frac{m}{2} \cos (\omega_0 - p)t \right]$$

of

$$i = I \cdot \sin \omega_0 t - \frac{mI}{2} \sin \left| \frac{\pi}{2} + (\omega_0 + p)t \right| - \frac{mI}{2} \sin \left| \frac{\pi}{2} + (\omega_0 - p)t \right|$$

Zooals voor de amplitude-modulatie kunnen we in dit speciaal geval besluiten, dat de in frequentie-gemoduleerde golf bestaat uit:

- 1°) een H.F. golf met pulsatie ω_0 (frequentie f_0): de draaggolf;



2° een H.F. golf met pulsatie $\frac{\pi}{2} + (\omega_0 + p)$ (frequentie $f_0 + F$): 1^e zijgolf;

3° een H.F. golf met pulsatie $\frac{\pi}{2} + (\omega_0 - p)$ (frequentie $f_0 - F$): 2^e zijgolf.

Merken we nochtans op dat thans de twee zijgolven t.o.v. de draaggolf een verschuiving $\frac{\pi}{2}$ bezitten en voorafgegaan zijn door het minteken.

Vectorieel kunnen we de in frequentie-gemoduleerde golf opnieuw voorstellen door een vector (zie fig. 6):

$$\overline{AD} = \overline{AO} + \overline{OB} + \overline{OC}$$

\overline{AO} (amplitude I, pulsatie ω);

\overline{OB} (amplitude $\frac{mI}{2}$, pulsatie $(\omega + p)$) = $-\overline{OB'}$;

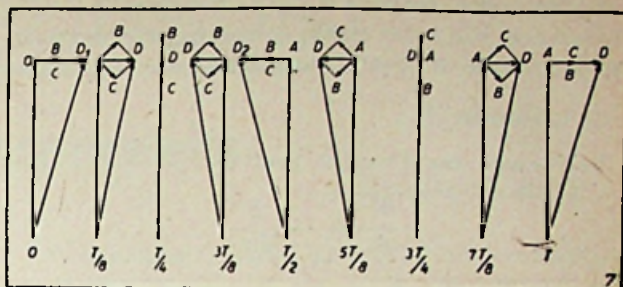
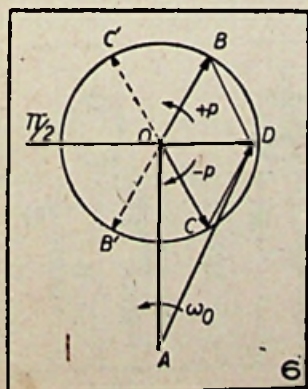
\overline{OC} (amplitude $\frac{mI}{2}$, pulsatie $(\omega - p)$) = $-\overline{OC'}$.

Het grafisch verloop van de golf bekomen we zoaals aangegeven in fig. 7. De resulterende vector schommelt tusschen twee grenswaarden AD_1 en AD_2 en we kunnen vaststellen dat we, gelijktijdig met de frequentie-modulatie, amplitude-modulatie bekomen.

Wat krijgen we in geval $m \gg 1$, t.t.z. wanneer $\Delta f \gg F$?

De ontbinding van de gemoduleerde golf met behulp van de Besselsche functies toont aan dat de golf zich uitstrekt over een frequentieband liggende tusschen $f - \Delta f$ en $f + \Delta f$, dus over een bereik van $2 \Delta f$. In sommige gevallen bedraagt deze waarde zelfs meer! Vergelijkt men deze frequentiebreedte $2 \Delta f$ met het frequentiebereik der amplitude-modulatie $2F$, dan ziet men onmiddellijk in ($\Delta f \gg F$), dat de eerste de tweede verre overtreft. Er is dus geen sprake van ruimte uit te sparen zoaals men aanvankelijk dacht, wel integendeel! Gelukkig heeft dit niet veel belang in de kortegolftechniek, waar de frequentie-modulatie hoofdzakelijk wordt toegepast.

We verwijzen tenslotte nog eenmaal naar fig. 2 waar de twee onderste krommen respectievelijk de amplitude- en de frequentie-modulatie voorstellen.



HOOFDSTUK II

DE FREQUENTIE-MODULATIE : PRACTISCHE VERWEZENLIJING

In het eerste hoofdstuk hebben we de fundamenteele vergelijkingen van de frequentie-modulatie leeren kennen :

$$i = I \sin (\omega_0 t - m \cos pt)$$

$$m = \frac{\Delta f}{F}$$

$$\omega = \omega_0 + \Delta \omega \cdot \sin pt$$

Hoe kan nu praktisch verwezenlijkt worden, dat de frequentie f van een trillingskring zou schommelen rondom een gemiddelde waarde f_0 , op het rythme der L.F.-pulsatie, zóó dat aan de derde vergelijking

$$\omega = \omega_0 + \Delta \omega \cdot \sin pt$$

zou worden voldaan ?

We weten dat de frequentie van een kring bepaald wordt door de waarde van zijn twee parameters L en C en uitgedrukt wordt door de formule van Thomson :

$$f = \frac{1}{2 \pi \sqrt{LC}}$$

De frequentie kunnen we dus regelen door L of C veranderlijk te maken. Dit moet geschieden op het rythme der L.F.-trilling.

De oplossing van het vraagstuk der frequentie-modulatie zal dus in twee stadia gebeuren :

1°) Eerst zal de L.F.-spanning omgezet worden in een veranderlijke capaciteit of zelfinductie ;

2°) De veranderlijke capaciteit (of zelfinductie) wordt in parallel geschakeld op de vaste capaciteit C (of zelfinductie L) van den trillingskring, ten einde de frequentie-modulatie te verwezenlijken.

(Een gelijkaardig vraagstuk werd behandeld in het artikel : De automatische afstemming van superheterodyne ontvangers door P. Derqover en verschenen in de nummers 2 en 3 van de Radio Revue. We verwijzen den lezer naar dit artikel, voornamelijk naar het II^e Hoofdstuk : De electronenbuis als veranderlijke weerstand, zelfinductie of condensator (blz. 43) en naar het 1^e Aanhangsel : Miller-effect. In wat hierna volgt zullen wij ons vergenoegen met de voornaamste besluiten in herinnering te brengen.)

1. — Frequentievariatie : a) C veranderlijk :

Uit de formule van Thomson :

$$f = \frac{1}{2 \pi \sqrt{LC}}$$

volgt

$$\frac{df}{dC} = -\frac{f}{2C} = -2 \pi^2 f^3 L.$$

De frequentie-afwijking is dus recht evenredig met de derde macht van f . Dit maakt de regeling van de modulatie-amplitude df tamelijk moeilijk.

b) L veranderlijk :

De formule van Thomson geeft :

$$\frac{df}{dL} = - \frac{f}{2L}$$

De regeling van L wordt echter bekomen door een veranderlijke zelfinductie L' in parallel te schakelen op L : de resulterende zelfinductie L_r bedraagt :

$$L_r = \frac{L \cdot L'}{L + L'}$$

en de zelfinductievariatie dL :

$$dL = L_r - L = \frac{LL'}{L+L'} - L = - \frac{L^2}{L+L'} \approx - \frac{L^2}{L'}$$

Dit geeft :

$$df = - \frac{f}{2L} dL = + \frac{f}{2L} \cdot \frac{L^2}{L'} = \frac{f}{2} \cdot \frac{L}{L'}$$

Hieruit volgt dat de modulatie-amplitude df in dit geval recht evenredig is met de eerste macht van f . De afwijkingen tusschen de bekomen waarden df en de gewenschte constante waarde der modulatie-amplitude zijn dus veel kleiner in dit geval en gemakkelijker te compenseren over een grootere bandbreedte. Daarom wordt meestal de voorkeur gegeven aan een regling met veranderlijke zelfinductie.

2. — Het regelement : de verschuivingslamp (regel-lamp).

De sierlijkste oplossing om C of L van een trillingskring veranderlijk te maken berust ongetwijfeld op het gebruik van een electronenbuis als veranderlijke capaciteit of zelfinductie en die we in parallel schakelen op den trillingskring.

Deze eigenschap der electronenbuis werd breedvoerig behandeld door P. Deroover in het hooger vermeld artikel over automatische afstemming. Ze berust op het MILLER-effect, dat, zooals bekend, uitdrukking geeft aan de reactie van den anodekring op den roosterkring en die te wijten is aan het bestaan der parasitaire capaciteiten tusschen de electroden der lamp.

De ingangsadmittantie van een electronenbuis bedraagt

$$G = j\omega C_{ga} \frac{1 + SR}{1 + R_a^2 \omega^2 C_{ga}^2} + \frac{1}{R_a} \frac{1 + SR_a}{1 + \frac{1}{R_a^2 \omega^2 C_{ga}^2}}$$

(zie blz. 88 Radio Revue). Deze ingangsimpedantie is equivalent met de parallelschakeling van een condensator en van een weerstand.

Indien C_{ga} klein is, herleidt zich voorgaande uitdrukking tot

$$G = j\omega C_{ga} (1 + SR_a)$$

Deze berekening hield echter geen rekenschap met de rooster-kathodecapaciteit. Indien hiermede wel rekenschap wordt gehouden, wordt de ingangsimpedantie :

$$G = j\omega [C_{ga} (1 + SR_a) + C_{gk}]$$

Uit voorgaande uitdrukking zien we, dat de ingangscapaciteit, benaderend, een lineaire functie is van de steilheid S der lamp.

Deze steilheid nu is zelf een functie van de spanning die aangelegd wordt op het rooster van een lamp : Bij gewone buizen is deze afhankelijkheid nagenoeg lineair over een zeker bereik der roosterspanning, m.a.w. de kromme (i_a, V_r) heeft een kwadratisch verloop.

Wij kunnen dus de frequentie-modulatie als volgt verwezenlijken : de L.F.-spanning sturen we naar het rooster van een buis. Hierdoor bekomen we, op het rythme der L.F.-spanningen, de variatie van de steilheid S der lamp en bijgevolg ook der ingangscapaciteit der buis. Aangezien deze laatste in parallel staat op de capaciteit van den trillingskring verandert dus eveneens de frequentie van dezen laatste.

In de practijk kunnen we, naar keuze, een der laatste vijf schakelingen van de samenvattende tabel (blz. 46 R. R.) gebruiken : de eerste drie stemmen overeen met een veranderlijke ingangscapaciteit ; de laatste twee met een veranderlijke zelfinductie in functie van de steilheid S der lamp. We zagen hooger waarom de laatste twee, over 't algemeen, de voorkeur genieten.

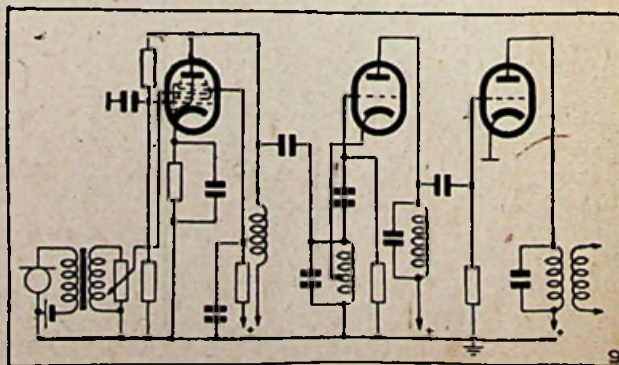
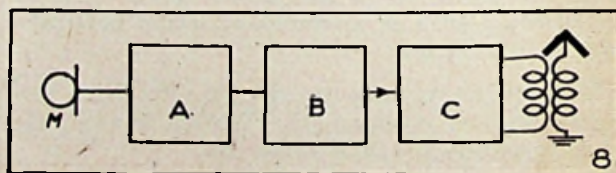
3. — De zenders met frequentiemodulatie :

Steunende op wat voorafgaat kunnen we thans, zonder verderen uitleg, gemakkelijk het blokschema begrijpen van een zender met frequentiemodulatie (fig. 8) evenals het meer uitgebreid principieel schema, dat we hieronder geven (fig. 9).

(In het werk van Aisberg vindt men, onder fig. 16, een volledig schema van een 7 watt-zender met frequentiemodulatie op 56 Mhz.)

De eerste lamp is opgesteld als verschuivingslamp ; de tweede, als E. C. O.-oscillator ; de derde, als versterker.

(Wordt voortgezet)



RADIO - CURSUS

Vijfde Lessenreeks

door E.J.M. PALMANS

BELANGRIJKE MEDEDEELING.

Enkele curisten zijn verwonderd hunne werken nog niet te hebben terug ontvangen. Desbetreffende hebben we hen mede te deelen, dat dit slechts gebeurt per afgesloten geheel van een bepaalden leergang. Waar de Algebra en rekenkunde als geheel uit de Wiskunde afgesloten wordt in nummer 5, moogt ge U er dus aan verwachten, dat ge binnen afzienbaren tijd uwe werken betreffende dit gedeelte zult terug ontvangen. Daarbij zal ingesloten zijn een afdruk van de oplossingen, zooals zij zouden moeten zijn, want ge begrijpt wel dat het ons onmogelijk is op ieder werk afzonderlijk de noodige verbeteringen of opmerkingen aan te brengen. Ieder curist dient dus zelf, aan de hand van de goede oplossingen, na te gaan waar hij gefaald heeft. Dit werk is van het grootste belang, omdat alleen dit U toelaten zal die zaken te ontdekken, die U verkeerd of onvoldoende begrepen hebt.

Dit dient te geschieden op de oorspronkelijke werken zelf.

Om ons toe te laten ons hiervan te vergewissen, zijn de teruggestuurde werken blad voor blad gestempeld. De werken mogen dus niet worden weggegooid maar integendeel na verbetering zorgvuldig te worden geklasseerd. Wij eischen de volledige collectie dezer verbeterde werken terug op het oogenblik der examens! Goed begrepen?!

VIJFDE LESSENREEKS ALGEMEENE ELECTRICITEIT

Samenvatting der 4^e lessenreeks.

Lorentzkracht: kracht, die een bewegend electron ondervindt onder invloed van een magnetisch veld. ((104))

Richting en zin zijn bepaald door den elektronischen rechterhandregel.

Grootte:

$$P = \frac{H e v}{c} \text{ of } H e v.$$

Invloed der Lorentzkracht

a) op de gebonden electronen (105)

Para (ferro) magnetisme en diamagnetisme ((105)).

Magnetische inductie — magnetische permeabiliteit

$$\mu = \frac{B}{H}$$

Histerisis verschijnsel ((105)).

Toepassingen ((107))

Electromagneet — electromagnetische luidspreker.

Magneetampèremeters (verandering van meetbereik).

b) op de vrije electronen (Par. III)

1^e) Werking op een stroomvoerende geleider ((107))

$$\rho = \frac{H L I}{c} \text{ (I in E. S. E)}$$

of

$$\rho = 0,1 H L I \text{ (I in Ampère)}$$

Toepassingen ((110)) Electromotoren — Draaispoelampèremeters.

2^e) Inductiestroomen ((111))

1) Richting en zin te bepalen door elektronische rechterhandregel.

2) gemoduleerde EMK:

$$E = - \frac{dF}{dt} 10^{-3} \text{ Volt}$$

(leest krachtvloedverandering op tijdsverandering).

5e HOOFDSTUK

ELECTRONEN IN VERSNELDE BEWEGING

Beschouwen we twee geleiders in elkanders nabijheid en evenwijdig van elkander opgesteld. We veronderstellen dat door de eene een gelijkstroom gaat, dat m.a.w. de vrije electronen zich in die geleider (1) gezamenlijk verplaatsen met een snelheid v . Ieder dezer bewegende electronen is dan omgeven door een electricch veld H , die een invloed zullen uitoefenen op ieder vrij electron van geleider (2). (Zie figuur 187 n° 116). De totale invloed dezer velden op al de vrije electronen van (2) is echter nul (zie 116).

En toch weten we dat er in sommige gevallen bij het doorgaan van een stroom door (1), een stroom ontstaat in (2), zoo bijv. bij het aanzetten of onderbreken van den stroom in (1). (Lees desbetreffende nog eens in 112 het geval der statische inductie).

Willen we dit verschijnsel kunnen verklaren dan moeten er dus nog andere krachten, andere electriche of magnetische velden werkzaam zijn.

Inderdaad kan men bewijzen, dat een nieuw electricch veld en een nieuw magnetisch veld zich voegt bij de reeds gekende velden, van zooaast het electron een snelheidsverandering ondergaat.

Voor wat de grootte en richting dezer velden betreft zie ((n° 115)).

De elektronische kracht die tengevolge van dit electricch stralingsveld aan de klemmen van geleider (2) ontstaat wordt ons gegeven door dezelfde betrekking die we hebben leeren kennen bij de inductieverschijnselen in de vorige lessenreeks.

Vandaar dat in de meeste leerboeken op dit wezensverschil tusschen beide inductieverschijnselen niet gezezen wordt.

(De desbetreffende berekening op blz. 292 raad ik U aan even door te werken; ze kan gemakkelijk gevolgd worden, is voor U een goede oefening en kan zelfs sommige zaken duidelijker maken).

Nu volgen twee voor den Radiotechnieker zeer belangrijke nummers, die in hun geheel dienen te worden doorgewerkt. Zij behandelen: de Wederzijdsche inductie (((117) en de zelfinductie (((118))))

119 en 120 worden overgeslagen, (121) eens gelezen. Oefeningen.

1. Een klos is 30 cm lang en telt 200 toeren met

gemiddelde diameter gelijk aan 50 mm. Bereken den zelfinductiecoëfficiënt van die klos.

2. Hoeveel toeren met gemiddelden straal gelijk aan 50 mm moet een klos van 60 cm lengte hebben opdat zijn zelfinductie 1,5 Henry zij.

PAR. III ELECTRONEN IN TRILLENDE BEWEGING of ELECTRISCHE TRILLINGEN IN GELEIDERS

Alvorens hiertoe te kunnen overgaan, zouden we in

de wiskunde gevorderd moeten zijn tot de grondbegin-
selen der trigonometrie. Daarom zullen we vanaf de vol-
gende lessenreeks tot grootste gedeelte der lessenreeks
wijden aan de wiskunde en de grafische oefeningen,
waar we dus een weinig ten achter zijn en ons onder-
tusschen voor wat de algemeene electriciteit betreft
beperken tot het stellen van een reeks uitgelezen her-
halingsoefeningen, U verplichtend het voorgaande nog
eens grondig te herhalen.

Wiskunde en grafische oefeningen voor den Radiotechnicus

door E. J. I. M. PALMANS.

(Vervolg van p. 159)

TWEEDE DEEL

DE MEETKUNDE

Handboek : Leerboek der Meetkunde van Ant. Dalle en
C. De Waele, afkorting (M). — 1^e Deel : Vlakke meet-
kunde, 16^e druk - 1945. — 2^e Deel : Stereometrie,
10^e druk - 1944.

1. — Inleiding.

De meetkunde vormt te zamen met de elementaire
rekenkunde en algebra de grondslag der wiskunde. Al
heeft de meetkunde op zichzelf voor den radiotechnicus
niet zoo'n groot belang, toch kunnen we zonder hare
kennis onmogelijk verder, vermits we zekere begrippen
noodig hebben voor de, in het derde deel, te behandelen,
trigometrie, die met het oog op de behandeling van wis-
selstroomproblemen en trillingsverschijnselen voor U
van bijzonder groot gewicht is. Ook heeft de meetkunde
voor U een zekere beteekenis, daar waar ge U zoudt
moeten bezighouden met het ontwerpen en plannen van
toestellen en toestelonderdeelen.

Voor hen, die hooger streven wordt de meetkunde veel
belangrijker, vermits zij zonder haar onmogelijk aan
hoogere wiskunde kunnen doen. Hiermede zullen we
echter voorloopig geen rekening houden.

De meetkunde kan in twee deelen worden onderver-
deeld :

de vlakke meetkunde, die zich met vlakke figuren
bezighoudt ;

de meetkunde in de ruimte of stereometrie, die de
eigenschappen van ruimtelijke figuren onderzoekt.

Naargelang den aard, waarop meetkundige vraagstuk-
ken behandeld worden, kan men nog onderscheid maken
tusschen twee methoden :

De zuivere constructieve methode, die voortgaat op
het uitteekenen der figuren en geen behulp maakt van
rekenwerk.

De zuivere rekenkundige methode bekend als analy-
tische meetkunde.

Zooals wij dat in het vorige deel hebben gedaan, zul-
len ook thans weer alleen die zaken worden behandeld
welke voor den Radiotechnicus noodzakelijk zijn. Hier-
bij zal nu eens de zuiver meetkundige, dan weer de ana-
lytische methode worden gebezigt, naarmate ze met
het oog op de Radiotechniek voor ons voordeeliger zijn.

Om plaatsruimte te winnen zal zooveel mogelijk wor-
den verwezen naar ons handboek « Vlakke Meetkunde
van Ant. Dalle en C. De Waele » (M). En om van meet-

af alle misverstanden te vermijden drukken we er op,
dat alle nummers en bladzijden betrekking hebben op de
zestiende druk - 1945, van het eerste deel, en de tiende
uitgave - 1944, van het tweede deel.

2. — Grondbegrippen der vlakke meetkunde (M) - 1^e deel.

De voornaamste grondbegrippen der meetkunde zijn
het punt en de kromme. Hieruit kunnen alle andere
meetkundige elementen worden afgeleid :

a) Een punt (in meetkundigen zin) heeft geen afme-
tingen, is dus ondeelbaar. Zij worden steeds in een
figuur gekenmerkt door hoofdletters ((24-28)).

b) Onder alle krommen, die twee punten met elkander
verbinden kunnen is de rechte lijn of rechte de kortste
verbinding ((29)).

c) Van al de oppervlakken is het platte vlak een der
voornaamste ((32 A en B)).

d) Twee rechten, die in een zelfde plat vlak gelegen
zijn vormen onderling in het algemeen een zijhoek.

Hoeken : ((36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43)).

Rechten worden, zooals ge weet, gemeten door ze te
vergelijken met de internationale lengteeenheid, de
meter of centimeter. Om ook voor hoeken een eenheid
te hebben heeft men hiervoor gekozen de « graad » (voor
« een graad » schrijft men 1°); dit is het 90^e deel van
den rechten hoek. De graad zelf heeft men weer onder-
verdeeld in 60 minuten (men schrijft 60'), de minuut
in 60 seconden (men schrijft 60").

Voor een hoek van 32 graden 20 minuten 35 seconden
schrijft men dus

$$32^{\circ} 20' 35''.$$

In de praktijk worden met voldoende nauwkeurigheid
hoeken gemeten met een z.g. gradenboog, die ge waar-
schijnlijk allen kent.

Een rechte hoek heeft dus 90°; de som van twee
nevenhoeken is per definitie 180°.

e) In één geval is het mogelijk, dat twee in hetzelfde
vlak gelegen rechten geen snijpunt hebben, dit is het
geval, wanneer zij in alle punten denzelfden onderlingen
afstand hebben. Zulke rechten noemt men evenwijdige
rechten. Evenwijdigheid wordt meestal aangegeven door
het teeken || ((101)).

3. — Vlakke, rechtlijnige figuren.

A) Rechte lijnen, evenwijdige lijnen, loodrechte lijnen.

a) Zooals wij uit onze vroegere grafische oefeningen
hebben gezien kan iedere rechte lijn in een rechthoekig

coördinatensysteem voorgesteld worden door een vergelijking met den volgenden algemeenen vorm :

$$ax + by + c = 0. \quad (1)$$

Deelen we beide leden door b , dan bekomen we :

$$\frac{a}{b}x + y + \frac{c}{b} = 0 \quad \text{of} \quad y = -\frac{a}{b}x - \frac{c}{b}$$

Stellen we $-\frac{a}{b}$ voor door b_1 en $-\frac{c}{b}$ door c_1 dan kunnen we (1) ook schrijven onder den vorm

$$y = a_1 x + c_1$$

De factor $a_1 = -\frac{a}{b}$ bepaalt de helling der lijn tegenover de x — as. Naarmate a_1 nadert tot 0 des te vlakker verloopt de lijn ; ga dat zelf nog maar eens na aan de hand van een voorbeeld. We noemen a_1 dan ook den richtingscoëfficiënt. $c_1 = -\frac{c}{b}$ geeft aan, hoe ver het snijpunt van de lijn met de x -as verwijderd is van de oorsprong. Is $c_1 = 0$. dan zal de lijn door de oorsprong gaan.

b) De vergelijkingen van evenwijdige lijnen zullen dus van elkander verschillen alleen door de waarde van c_1 . Zoo zullen de rechten

$$2y = 3x + 1 \quad \text{en} \quad \frac{x}{2} - \frac{y}{3} = 1.$$

evenwijdig zijn, daar we onmiddellijk zien dat, wanneer we beide schrijven onder den vorm (2)

$$y = \frac{3}{2}x + \frac{1}{2} \quad \text{en} \quad y = \frac{3}{2}x - 3.$$

de richtingscoëfficiënt in beide gevallen $3/2$ is. (Ga de juistheid hiervan nog maar eens na door de grafische voorstelling der lijnen uit te voeren.

c) moet een rechte, waarvan de richting aangegeven is door a_1 , y van door een punt P met coördinaten x_1 en y_1 , dan wil zeggen, dat de coördinaten x_1 en y_1 voldoen moeten aan de vergelijking van alle lijnen met richtingscoëfficiënt a_1 m.a.w. dat we mogen schrijven

$$y_1 = a_1 x_1 + c_1$$

waaruit volgt voor c_1 :

$$c_1 = y_1 - a_1 x_1$$

zoodat de vergelijking van de lijn door P wordt

$$y = a_1 x + y_1 - a_1 x_1$$

$$\text{of} \quad (y - y_1) = a_1 (x - x_1)$$

d) Zij een lijn gegeven door de algemeene vergelijking

$$y = a_1 x + c_1$$

dan zal een loodrechte op die lijn tot vergelijking hebben

$$y = -\frac{x}{a_1} + d_1$$

m.a.w. de richtingscoëfficiënt van de eene is het omgekeerde en tegengestelde van deze der andere. Wij zullen dit hier niet bewijzen ga dat zelf na door een voorbeeld; combineert bijv. de lijnen

$$y = 3x + 2 \quad \text{en} \quad y = -\frac{1}{3}x + 3$$

B) Driehoeken.

Onder alle veelhoeken ((56 - 57 - 58)) is de driehoek de voornaamste ((61 - 62 - 63 - 64)).

a) De som der hoeken van een driehoek is altijd gelijk aan twee rechte hoeken. (Tracht dit zelf nu eens

te bewijzen zonder uw handboek te raadplegen — trel daartoe door een der hoekpunten een lijn evenwijdig aan de overstaande zijde).

b) Congruentie van driehoeken ((69 - 70 - 71 - 72 - 73)).

c) Laat men uit een hoekpunt van een driehoek een loodlijn neer op de overstaande zijde dan bekomt men twee zg. rechthoekige driehoeken ((63)).

d) Leggen we twee rechthoekige driehoeken met hun hypothenusa tegen elkaar dan krijgen we een zg. rechthoek. Van zoo'n rechthoek is het oppervlak basis \times hoogte. Dit van een rechthoekige driehoek zal dus zijn

$$\frac{\text{basis} \times \text{hoogte}}{2}$$

Die zelfde formule blijft gelden voor een willekeurige driehoek ; wij kunnen immers iedere willekeurige driehoek verdeelen in 2 rechth. drieh. (Bewijs dat nu zelf maar weer eens).

e) De meest belangrijke stelling der rechthoekige driehoeken is de z.g. stelling van Pythagoras : Zij zegt dat het kwadraat der schuine zijde (hypothenusa) gelijk is aan de som van de kwadraten der rechthoekzijden. ((328)).

f) Volledigheidshalve kan nog gewezen worden op de volgende eigenschappen zonder daarvoor van U de bewijzen dezer stellingen te eischen :

1° De drie hoogtelijnen van een driehoek gaan door een zelfde punt. (150)

2° De drie bissectrices van een driehoek snijden elkander in een zelfde punt. (151)

3° Ook de zwaartelijnen van een driehoek snijden elkaar in een zelfde punt. (148)

4° In een gelijkzijdige driehoek is iedere hoek

$$\frac{180^\circ}{3} = 60^\circ \quad (67)$$

5° In een gelijkbeenige driehoek zijn de hoeken aan de basis onderling gelijk. (65)

6° Verbindt men een willekeurig punt van een cirkel-omtrek met de uiteinden van den diameter dan bekomt men steeds een rechthoekige driehoek. (209 - 210 - 211 - 212)

C) Veelhoeken

Als algemeene eigenschap dienen we allereerst te vermelden.

De som der binnenhoeken van een veelhoek is gelijk aan zooveel maal twee rechte hoeken als er zijden zijn min twee. ((124))

Onder de veelhoeken zijn voor ons nog van belang :

1° de volgende vierhoeken :

Parallelogram. ((127 - 128 - 129 - 130 - 134))

Rechthoek. ((136)), ruit ((137)), vierkant ((138))

Trapezium ((139)) (140 - 141 - 142 - 143)

Daar iedere vierhoek door een diagonaal verdeeld wordt in twee driehoeken kan voor elke vierhoek gemakkelijk het oppervlak worden bepaald.

Zie desbetreffende (306 - 307 - 308 tot 316).

2° enkele regelmatige veelhoeken.

Men noemt een veelhoek regelmatig als de zijden ondelijk gelijk en de hoeken onderling gelijk zijn (389). Iedere regelmatige veelhoek kan ingeschreven worden in een cirkel.

In iedere regelmatige veelhoek kan een cirkel beschreven worden. ((392))

(Vervolg op p. 191).

Cursus van Werkhuis- en Radio-Technologie

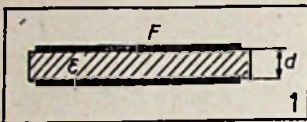
door HIPPOLYTE STRUYF

(Vervolg van bl. 146).

HOOFDSTUK III DE ELECTRISCHE CONDENSATOR EERSTE LES

1. — Algemeenheden.

Definitie: Een condensator bestaat in het algemeen uit twee geleidende elektroden van willekeurigen vorm op korten afstand van elkander geplaatst. Het spreekt van zelf dat men om ontwerp en constructie te vereenvoudigen liefst vlakke of cilindervormige elektroden zal aanwenden.



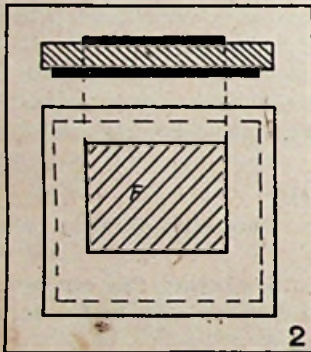
Ze kunnen in het luchtledige in een vloeistof of in de lucht worden opgesteld. Veelal wordt dan nog een vaste isolator als dielectricum tusschen de platen aangebracht. De capaciteit van dergelijk toestel kan berekend worden uit de formule (E. P. blz. 95)

$$C = \frac{\epsilon F}{4 \pi d}$$

C stelt voor de capaciteit uitgedrukt in cm.

ϵ is de dielectrische constante van de stof die zich tusschen beide elektroden bevindt (Rp. blz. 236 en RTS II, blz. 144).

F is de oppervlakte der elektroden, uitgedrukt in cm² voor zoover ze tegenover elkaar liggen (fig. 2). Zijn de



elektroden ongelijk in grootte, dan neemt men voor F de oppervlakte van de kleinste plaat.

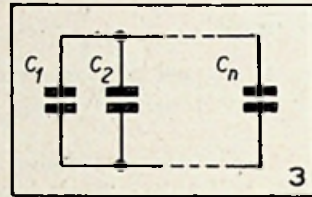
d is de afstand tusschen beide elektroden. Is d niet overal dezelfde, dan mag deze formule niet aangewend worden. (Zie verder Rp. blz. 233).

De capaciteit van een condensator is dus evenredig met een der zich tegenover elkaar bevindende oppervlakte van de elektroden, verder evenredig met de dielectrische constante en tenslotte omgekeerd evenredig met de afstand van de platen. De doseering van de drie grootheden laat ons toe een willekeurige capaciteitswaarde te bekomen. De afstand d tusschen de platen neemt men liefst zoo klein mogelijk (prijs, omvang). De minimumgrens voor d is gegeven door de doorslagspanning van den als dielectricum aangewend isolator.

Wil men nu voor groote capaciteiten een te groote omvang vermijden, dan moet d zoo klein mogelijk genomen worden. Dit bereikt men in de electrolytische condensatoren. Regelbare capaciteiten verkrijgt men door ofwel de oppervlakte F of de afstand d veranderlijk te maken.

1.2. Eenheden.

$1 \mu F = 900.000 \text{ cm} = 10^6 \text{ pF} = 10^{-6} \text{ F}$
(Rp. blz. 233)).



2. — Basis formules.

2.1. Parallel schakelen van condensatoren ((Rp. blz. 233)).

$$C_t = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

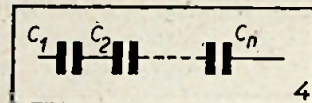
2.2. Serie schakelen van condensatoren.

$$C_t = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}}$$

Voor slechts twee capaciteiten C_1 en C_2 geldt

$$C_t = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

In (Rp., blz. 234) is een grafische methode aangegeven.



2.3. Reactantie of wisselstroom weerstand of capacitantie. Deze heeft als uitdrukking

$$Z = \frac{1}{\omega c} = \frac{1}{2 \pi f c} \quad (5)$$

waarin f de frequentie in Hertz, c de capaciteit in Farad of

$$Z = \frac{10^9}{2 \pi f c} \text{ c in } \mu F$$

of

$$Z = \frac{10^{12}}{2 \pi f c} \text{ c in pF}$$

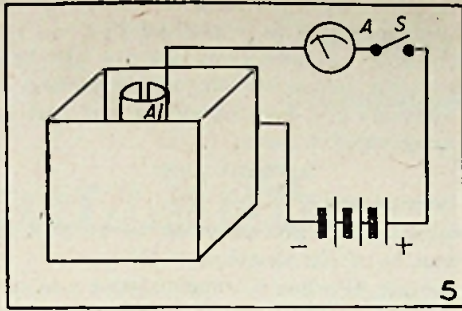
Verdere nuttige transformaties vindt u in (Rp, blz. 235).

Voor de afleiding van formule 5 (zie RTS II, blz. 568), ((RTS I, blz. 142-146)).

TWEDE LES

3. — Eigenschappen van de verschillende elementen die een condensator samenstellen.

Wij vragen de studenten de electrische eigenschappen van de isolatoren te overzien gegeven in Hoofdstuk I, deel II van onderhavigen cursus.



Deze eigenschappen bepalen de kwaliteit van den condensator. Daarom past het hier er nader op in te gaan.

3.1. Isolatie weerstand, geleidbaarheid van de niet-geleiders.

Wij weten dat in een niet-geleider op gewone temperatuur, de enkele vrije electronen of ionen die in de stof aanwezig zijn zich slechts zeer langzaam een weg kunnen banen doorheen de stof. Bij hogere temperaturen echter ontstaat een hogere bewegingsvrijheid voor de geladen deeltjes. Wij bekomen dan een meetbare stroomdoorgang door den isolator.

3.2. Oppervlakte geleidbaarheid.

Alle stoffen zijn min of meer hygroscopisch, d.w.z. de vochten opgelost in de dampkring beïnvloeden min of meer de oppervlakte der stof. Het vocht kleeft aan de stof en vormt aldus een laag van grootere geleidbaarheid.

De totale geleidbaarheid wordt dan tenslotte bepaald door dezen oppervlakteweerstand.

3.3. Doorslag vastheid.

3.3.1. Bij een bepaalde veldsterkte worden de in het dielectricum werkende krachten zoo sterk, dat het moleculair verband, eigen aan die stof, verbroken wordt. De scheikundige reactie wordt hier dus electricisch veroorzaakt. Een andere stof ontstaat die de stroom min of meer geleidt. Men spreekt hier van electricische doorslag.

3.3.2. Het kan ook gebeuren dat de minieme isolatiestroom een verwarming teweeg brengt in het inwendige van de stof, waardoor dan weer de isolatieweerstand afneemt.

Stroomdoorgang en temperatuur zullen nu voortdurend toenemen. Bij een bepaalde temperatuur treedt de scheikundige ontbinding op. Deze doorslag kan men als thermische doorslag bestempelen.

3.3.3. De aldus in een isolator verwekte warmte, dewelke een verlies daarstelt, stijgt in het algemeen met de frequentie van de op den isolator toegepaste wisselstroom. De doorslagspanning, neemt derhalve af met stijgende frequentie.

3.4. Dielectrische verliezen. Is de isolator alleen onderworpen aan een gelijkspanning, dan bepalen deze verliezen zich tot het Joule effect veroorzaakt door de inwendige en uitwendige geleidbaarheid van den niet-geleider. Bij wisselstroom daarentegen houdt men praktisch alleen rekening met de Joule verliezen veroorzaakt door wat men noemt de dielectrische absorptie. Over het wezen er van is men het nog niet eens, men heeft vastgesteld dat de niet-homogeniteit van de stof hierin een belangrijke rol speelt.

3.5. Corona effect: Wanneer men het spanningsverschil tusschen de elektroden van een condensator geleid-

delijk opvoert, treedt, zoodra men in de omgeving van de doorslagspanning komt, eerst een donkere ontlading op. Het is dus reeds een doorgang van electronen door de lucht. Het verschijnsel is hoorbaar maar niet zichtbaar. Bij verhooging van de spanning treedt een goed merkbare glimontlading op. Ze doet zich het eerst voor aan punten en scherpe bochten en randen. Wanneer men eindelijk de doorslagspanning bereikt springt plotseling een electricische vonk over.

De hoorbare en zichtbare glimontlading noemt men Corona effect. Het verschijnsel gaat gepaard met verliezen in de condensator, het heeft eveneens een ontbindende werking op het dielectricum. Het effect moet dus door een oordeelkundige bouw van den condensator vermeden worden.

3.6 Wiskundige uitdrukking van de condensatorverliezen.

Het vermogen dat in een condensator verloren gaat is gegeven door de formule

$$N = E^2 \omega c \operatorname{tg} \delta.$$

N in watt (((RTS II, blz. 572-574))).

3.7. Tengevolge van de verliezen (vooral dielectrische absorptie) neemt de capaciteit van den condensator schijnbaar af met stijgende frequentie.

Goede condensatoren moeten frequentie onafhankelijk zijn.

DERDE LES

Vaste condensatoren met vast dielectricum (Rp, blz. 247-253).

Tegenwoordig kan men ze voor wat het dielectricum betreft in 4 voornamen groepen indeelen:

- condensatoren met lucht als dielectricum,
- condensatoren met mica als dielectricum (Rp, blz. 248),
- condensatoren met geparaffineerd papier als dielectricum,
- condensatoren met ceramische dielectrica (Rp, blz. 249-250) de vorm is langwerpig of rond).

Zie ook (RTS III en IV, blz. 787).

5. — Electrolytische condensatoren.

5.1. Principe: Stellen wij ons een metalen vat voor waarin zich in het midden een aluminium electrode bevindt. Het vat is gevuld met een bepaalde oplossing (b.v. borax).

Verbinden wij de positieve klem van een hoogspanningbatterij, met de aluminium electrode en de negatieve klem met het vat. Een ampèremeter en een schakelaar (S) vervolledigen deze opstelling.

Bij het sluiten van sleutel S wijst de ampèremeter een aanzienlijke stroom aan die echter weldra afneemt en zich na korten tijd op een zeer kleine waarde (enkele mA) instelt. Wat is er gebeurd? Wel, er heeft zich onder invloed van den electricen stroom een zeer dun aluminium oxyde huidje op de positieve electrode gevormd.

Het oxydehuidje biedt een zeer grooten weerstand aan den electricen stroom. Zoodat, moest het volledig en goed gevormd de A1 electrode bedekken, de stroom praktisch tot nul zou afnemen. Nu is om het huidje in stand te houden een beperkte stroomdoorgang onontbeerlijk. Zoodat het huidje nooit volmaakt kan worden. Een ander voorbeeld hiervan is dat bij eventueelen doorslag dus plaatselijke vernietiging van het huidje dit laatste terug gevormd wordt.

Belangrijk Bericht.

HOLLAND

kende zijn lente-jaarbeurs te Utrecht. Dat was een groote prestatie op economisch gebied.

BELGIË

zal in Augustus 1946 zijn.

RADIO STUDIEWEEK

hebben. Deze wordt ingericht onder de auspiciën en in de lokalen van het

Nationaal Radio- en Filmtechnisch Instituut

te Brussel.

Het wordt een **topgebeurtenis** op kultureel gebied.

Er zijn : **Voordrachten !**
 Filmvoorstellingen !
 Experimenten !
 Tentoonstelling van speciale apparaten enz.

MEER . . . bijzonderheden in ons volgend nummer !

De redactie.

VAN ELECTROSTATICA TOT RELATIVITEITSTHEORIE

(Vervolg van blz. 135)

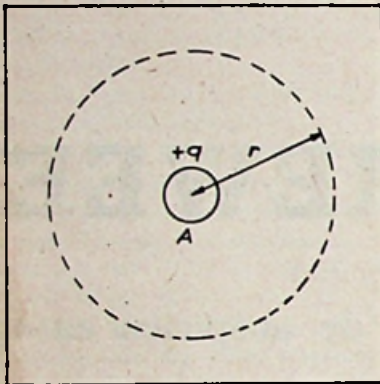
door M.T.J. HENNES

IV

**ELECTROMAGNETISCHE THEORIE
VAN MAXWELL**

Van deze grondgedachten vertrekkende gaat Maxwell enkele gewaagde hypothesen formuleeren die als grondslag moeten dienen voor zijn electromagnetische theorie.

Deze hypothesen zijn eigenlijk de veralgemeening van de wetten van OHM



$$I = \frac{\sum E}{\sum R}$$

en van BIOT-SAVERT

$$\bar{H} = k \frac{j}{r^2} \sin \alpha$$

toegepast op elektrische verschijnselen die plaats hebben in het dielectricum :

1^e Hypothese : De electriciteit is niet samenpersbaar; dus is de electriciteitsvloed door een willekeurige gesloten oppervlakte steeds nul.

Beschouwen we een geleidenden bol A omringd door een gelijkvormig dielectricum waarvan de dielectrische constante ϵ zij. (Deze dielectrische constante vervangt

$\frac{1}{k}$ in de wet van Coulomb en in de formules afgeleid uit deze wet :

Dus

$$\bar{F} = \pm \frac{1}{\epsilon} \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2}, \bar{H} = \pm \frac{1}{\epsilon} \cdot \frac{q}{r^2}$$

enz.)

Brengen we op den bol A een lading + q aan, dan moet uit een willekeurige sfeer r die A omringt, onder vorm van verplaatsingstroom, een lading + q treden. De verplaatste lading bedraagt, per oppervlakte-eenheid

$$D = \frac{q}{4 \pi r^2} \quad (1)$$

2^e Hypothese : Het dielectricum verzet zich tegen den doorgang van de electriciteit met een kracht die recht evenredig is met de doorgelaten hoeveelheid electriciteit.

Het tegengesteld electricch veld in een punt van de

sfeer r is, na voleinding der verplaatsing, in evenwicht met de kracht van Coulomb :

$$\bar{H} = \frac{q}{\epsilon r^2} \quad (2)$$

De combinatie van (1) en (2) laat ons toe te schrijven :

$$\bar{D} = \frac{\epsilon \bar{H}}{4 \pi} \quad (3)$$

Uit (3) kunnen we het volgende besluiten :

Indien in een punt van het electricch veld de veld-

sterkte verandert met een snelheid $\frac{d\bar{H}}{dt}$, dan zal men in dit punt een verplaatsingsstroom kunnen gadeslaan waarvan de intensiteit, per oppervlakte-eenheid,

$$\bar{A}_d = \frac{d\bar{D}}{dt} = \frac{\epsilon}{4 \pi} \frac{d\bar{H}}{dt}$$

bedraagt.

3^e Hypothese : De verplaatsingsstromen (in de dielectrica) bezitten dezelfde eigenschappen als de conductiestromen (in de geleiders).

Dit beteekent dus dat men op de verplaatsingsstromen de wetten uit de electrodynamica (OHM), uit het electromagnetisme (BIOT-SAVART en LAPLACE), uit de electromagnetische inductie (OERSTEDT en FARADAY) kan toepassen.

Zooals men het zich gemakkelijk kan voorstellen is deze hypothese de meest gewaagde, de verststreckende in haar gevolgen. Meest al haar consequenties werden proefondervindelijk bekrachtigd, wat haar natuurlijk een uitzonderlijke waarde verleende.

Uit voorgaande hypothesen werd onder andere de wet der voortplanting der electromagnetische golven storingen afgeleid die schitterend bevestigd werd in de practijk.

We kennen de wiskundige uitdrukking dezer wet, in afwezigheid van electriche en magnetische ladingen :

$$\text{rot } \bar{H} = - \frac{\partial \bar{B}}{\partial t} \quad (1)$$

$$\text{rot } \bar{H} = \frac{\partial \bar{B}}{\partial t} \quad (2)$$

$$\text{div } \bar{B} = 0 \quad (3)$$

$$\text{div } \bar{B} = 0 \quad (4)$$

of, eenvoudiger :

$$\square \bar{H} = 0 \quad (1)$$

$$\square \bar{H} = 0 \quad (2)$$

Deze vergelijkingen zijn van denzelfden vorm als degene die de voortplanting der geluidsgolven uitdruk-

ken. Zij toonen aan dat de voortplantingssnelheid der electromagnetische golven, in het luchtledige, gelijk is aan c , t.t.z. de voortplantingssnelheid van het licht! Ook deze uitkomst werd experimenteel bevestigd.

V. — ELECTRO-OPTICA

Dit laatste resultaat was allezins te merkwaardig opdat er louter toeval mede gemoeid was.

Er bestonden trouwens nog meerdere punten van overeenkomst tusschen de electromagnetische trillingstheorie en de trillingstheorie van het licht. Logischerwijze kwam Maxwell er toe te onderzoeken of de analogie tusschen de electromagnetische golven en die van het licht geen diepere gronden had: — of het licht soms ook niet van electromagnetischen oorsprong is? Met dit doel ging hij verscheidene eigenschappen van het licht na, uitgemeten door middel van louter optische middelen, en onderzocht of ze niet konden verklaard worden door de electromagnetische theorie en afgeleid uit de electriche en magnetische eigenschappen der lichamen.

Dit vermoeden werd bevestigd: uit een heele reeks experimenteele feiten kon worden afgeleid dat het licht inderdaad van electromagnetischen oorsprong was.

Nochtans waren er enkele afwijkingen vastgesteld geworden, waarbij de electromagnetische theorie van het licht in gebreke was gebleken.

Een eerste reeks afwijkingen hield verband met de onvoldoende kennis van de samenstelling van de stof: Zoo werd de electromagnetische theorie het vertrekpunt van de opzoekingen naar onze huidige kennissen van de samenstelling van de stof. In een volgend artikel komen we hierop terug.

Een tweede reeks afwijkingen hield verband met metingen betreffende de ether.

We weten dat de electromagnetische golven zich voortplanten in het luchtledige. Welke is dan de bemiddelingsagent van de voortplanting in dit geval? Om zijn theorie der middellijke actie te redden vond Maxwell de geheimzinnige ether uit. Dit was de eene moeilijkheid vervangen door een andere.

Over de verhoudingen ether-materie werden de meest uiteenlopende hypothesen geformuleerd. FRESNEL en FIZEAU nemen aan dat de ether gedeeltelijk meege-rukt wordt door de materie; HERTZ beweert volledig en LORENTZ hoegenaamd niet. De physici der relativiteit, EINSTEIN op kop, verwerpen de hypothese van het bestaan van de ether.... Wie staat het dichtst bij de waarheid?

VI

THEORIE DER BEPERKTE RELATIVITEIT

Thans gaan we trachten deze theorie eenigszins te benaderen.

Vooreerts moeten we opmerken dat de vergelijkingen van MAXWELL die we beknopt weergegeven hebben onder V, door LORENTZ werden uitgebreid tot de dielectriche milieu's in dewelke vrije electriche ladingen aanwezig zijn (ruimtelading ρ) en ook ladingen in geleiders (stroomdichtheid $\bar{A} = \frac{I}{s}$).

De vergelijkingen MAXWELL-LORENTZ luiden als volgt:

$$(II) \left\{ \begin{aligned} \text{rot } \bar{H} &= - \frac{\partial B}{\partial t} & (1) \\ \text{rot } \bar{H} &= \frac{\partial B}{\partial t} + 4 \pi \bar{A} & (2) \\ \text{div } \bar{E} &= 4 \pi \rho & (3) \\ \text{div } \bar{B} &= 0 & (4) \end{aligned} \right.$$

Het zijn de negatieve resultaten der proefnemingen van MICHELSON op den ether-wind, die er EINSTEIN toe gebracht hebben zijn beroemd principe der beperkte relativiteit te formuleeren (1905); later (1912) zou hij dit principe nog verder uitbreiden. Wij zullen ons echter, eenvoudigheidshalve, houden aan het eerste:

« In alle niet versnelde referentiesystemen, hebben de electromagnetische wetten dezelfde uitdrukking. »

Dit beteekent het volgende: Veronderstellen we een eerste vast assensysteem $0 (x, y, z)$. In dit assensysteem hebben de electromagnetische wetten (II) een zekere uitdrukking. Nemen we nu een tweede assensysteem $0' (x', y', z')$ dat zich, ten opzichte van het eerste, verplaatst met een eenparige snelheid v . (We zullen veronderstellen dat beide assensystemen op het oogenblik $t = 0$ samenvallen en dat de snelheid v evenwijdig loopt met de x -assen.) Moesten wij nu de electromagnetische wetten in dit tweede systeem uitdrukken bij middel van de transformatieformules van de klassieke mechanica.

$$x' = x - vt, y' = y, z' = z, t' = t \quad (III)$$

dan zouden we voor deze wetten een uitdrukking krijgen die natuurlijk verschillend zou zijn van die in het systeem $0 (x, y, z)$.

Welnu, juist daarin ligt het groote verschil van de relativistische opvatting van EINSTEIN: de nieuwe uitdrukking in $0' (x', y', z')$ moet identisch zijn aan de uitdrukking in $0 (x, y, z)$. Men zegt dat de vergelijkingen van MAXWELL-LORENTZ invariant moeten zijn.

We geven graag toe dat het niet heel eenvoudig is te begrijpen waarom dit zoo is. Maar daarover zullen we ons voorloopig niet laten struikelen. Wanneer we later een tweeden aanval op de vesting zullen wagen, zullen we dit misschien reeds een beetje klaarder inzien!...

Vermits de vergelijkingen van MAXWELL-LORENTZ invariant moeten zijn moeten we natuurlijk andere uitdrukkingen zoeken voor x', y', z' , en t' dan deze uit (III).

LORENTZ heeft bewezen dat volgende transformatiegroep aan de gestelde voorwaarden voldoet:

$$x' = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} (x - vt), y' = y, z' = z, t' = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \left(t - \frac{vx}{c^2} \right) \quad (IV)$$

De aanwezigheid van

$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

in de noemers van x' en t' toont aan dat de eenheden van lengte en van tijd verschillend zijn in de twee systemen. De begrippen absolute tijd en absolute lengte uit de klassieke mechanica verliezen hierbij natuurlijk

volledig iedere beteekenis.

Merken we verder op dat, wanneer v klein is ten opzichte van c , — ($v \rightarrow 0$) de vergelijking (IV) identisch worden aan die van (III) en we dan terugvallen in de klassieke mechanica.

Rekenschap houdende met de vergelijkingen van groep (IV) kunnen we nu verder al de stellingen der klassieke theorie herzien: massa, snelheid, versnelling, kracht...; ook de elektrische en magnetische grootheden.

We zullen ons beperken tot de twee begrippen: massa en energie. Wat het eerste betreft vinden we dat de massa niet constant is maar verandert met v en met de richting van v :

— Tegen de verplaatsingen evenwijdig met de relatieve snelheid v verzet het lichaam zich met een overlangsche massa:

$$m_l = \frac{m_0}{\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{3/2}}$$

(m_0 = massa in ruststand; v = relatieve snelheid, c = snelheid licht).

— Tegen de verplaatsingen loodrecht op v biedt het lichaam een dwarse massa:

$$m_t = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Deze eigenschappen — verandering der massa met de snelheid — worden experimenteel bevestigd: ongetwijfeld een zeer merkwaardig succes voor de beperkte relativiteitstheorie!

Berekeningen betreffende de kinetische energie leiden ons tot de uitdrukking:

$$W = (m - m_0) c^2$$

(W = energie, m_0 = massa in ruststand, m = massa voor snelheid v). De massavariatie is bijgevolg recht evenredig met de energie geleverd aan het lichaam. Wij kunnen daaruit afleiden dat de energie, zoals de materie, inertie bezit.

De kinetische energie van een lichaam waarvan de snelheid stijgt van nul tot v is dus:

$$\begin{aligned} (m - m_0) c^2 &= m_0 c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right) = \\ &= \frac{1}{2} m_0 v^2 \left(1 + \frac{3}{4} \cdot \frac{v^2}{c^2} + \dots \right) \end{aligned}$$

Ze wordt gelijk aan de eerste term $\frac{1}{2} m_0 v^2$ (waarde in de klassieke mechanica) wanneer $v \rightarrow 0$.

Wanneer we aan elke hoeveelheid energie W een zekere massa verleen = $\frac{W}{c^2}$, dan leiden we daaruit af, dat de massa van een lichaam, in ruststand, de massa is van zijn potentieele (atomische en moleculaire) energie W_0 . Deze laatste is dus gelijk aan:

$$\text{materie } W_0 = m_0 c^2$$

Voor een gram materie geeft deze uitdrukking:

$$W_0 = 9 \cdot 10^{20} \text{ erg} = 9 \text{ milliard ton . meter !}$$

Om er bij te droomen, waren daar niet de verschrikkingen van de atoombom!

VII. SLOTBESCHOUWINGEN

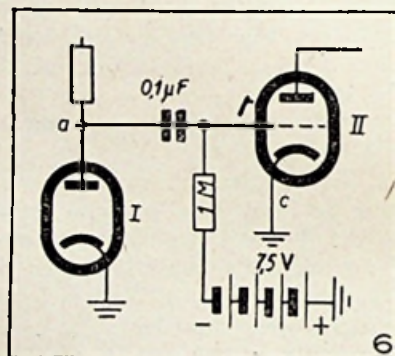
Ziezoo, beste Lezer! Daarmee komen we aan 't eind van ons artikel.

Wij ontveinzen het ons niet: het onderwerp is verre van uitgeput en heel zeker werden niet alle punten tot uwe voldoening toegelicht. Maar vergeet niet dat het onze bedoeling niet was alle moeilijkheden grondig te verklaren maar wel een algemeen overzicht, een soort panorama, te geven van de evolutie van de algemeene electriciteitsleer: van de electrostatica naar de relativiteitstheorie. Wij probeeren alleen maar uw interesse voor het onderwerp gaande te maken. Konden wij daarin slagen, welnu wat geeft het dan dat U moeilijkheden ontdekt hebt, dat sommige punten opgehelderd dienen te worden? U hebt de interesse? Trek dan op veroveringstocht in meer uitvoerige werken: U zult er, geloof ons vrij, heel wat genoeg aan beleven!

Cursus van Werkhuis- en Radio-Technologie

(Vervolg van blz. 176)

citeit gebruikt van $0,1 \mu\text{F}$. Deze condensator lekt, een ohmmeter wijst 10 megohm aan als isolatieweerstand. De spanning in het pt a is + 100 volt gemeten ten opzichte van de cathode.



Het rooster van lamp II is door een weerstand van $1 \text{ M}\Omega$ verbonden aan een polarisatiebatterij van $-7,5 \text{ V}$.

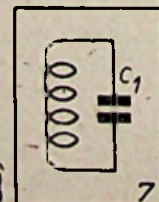
Welk spanningsverschil bestaat er hier tusschen de punten r en c?

3) Wat verstaat men onder niet inductieve condensator?

4) Veronderstel dat men in een niet afgestemde kring, een niet-inductieve condensator C , van 1000 pF vervangt door een andere ook van 10.000 pF , maar die wel inductief is. Zal de kring op dezelfde frequentie afgestemd blijven?

5) Waarom hebben afstemcondensatoren in radiozenders afgeronde randen en hoeken?

6) Hoe legt men de capaciteitsdaling uit van niet perfecte condensatoren met stijgende frequentie?



PERSBEZOEK AAN DE PHILIPSFABRIEKEN TE LEUVEN

Op 1 Juni werden wij door het bestuur der Belgische N. V. Philips uitgenoodigd tot een bezoek aan de fabriek te Leuven, waar thans een begin gemaakt werd met de fabricage van radiobuizen.

Voor een uitvoerige bespreking van al wat wij er hoorden en zagen is de Radio Revue niet geschikt en bestaat er vermoedelijk bij onze lezers niet voldoende belangstelling, daarom knippen wij uit de ons medege-deelde bijzonderheden het volgende :

Kort overzicht van de fabricage.

Zooals reeds gezegd, werd op 1 Maart 1946 in de Belgische Philips Fabrieken aangevangen met de nieuwe industrie, namelijk de fabricage van radiobuizen.

In een lichte ruime zaal op de 5^e etage dezer aan den rand van Leuven gelegen fabriek, werden de eerste apparaten en machines, bestemd voor deze bij uitstek specialistische fabricage, opgesteld en begonnen met de opleiding der eerste meisjes voor het fijne montage-werk.

Op 22 Maart werden de eerste buizen afgeleverd.

Sedert dien werd voortdurend met groote voortvarendheid aan uitbreiding gewerkt, zoodat nu reeds een regelmatige continu-fabricage ontstaan is. Van de voor deze fabricage benodigde onderdeelen wordt nog slechts een gedeelte in de Belgische Philips Fabrieken gefabriceerd. Wij zien er het maken der voetjes, bestaande uit fijne draden welke in glazen buisjes worden gesmolten, en waarop later de buis moet worden gemonteerd. Het wikkelen der roosters, waar ragfijn molybdeendraad tot subtiele spiralen wordt gewikkeld, welke later den gang der electronen in de buis moeten regelen. In de montage worden de onderdeelen geleidelijk samengevoegd, hier zien wij achtereenvolgens de gloeidraden, de kathodes, de roosters, de isolatieplaatjes, de bovenuitvoerdraden, de anodes worden door meisjes met fijne vingers en goede oogen, welke psychotechnisch voor dit fijne precisie werk zijn uitgezocht, gemonteerd. Aan het rein behandelen der onderdeelen worden de hoogste eischen gesteld.

Elk gemonteerd stel wordt door de controleuse met een loupe nagezien alvorens dit stel naar de afwerking wordt doorgegeven.

Hier wordt het glazen voetje versmolten met de glazen ballon.

Vervolgens worden de radiobuizen op de roterende pompmachine geplaatst, hierop worden deze luchtledig gehaald door speciale kwikstaalpompen, daar het vacuüm in de buis volkomen moet zijn.

Hoog frequentie energie, welke door verscheidene spoelen wordt geleid, die achtereenvolgens over de buizen worden gebracht, zorgt voor het uitgloeien der metaaldeelen in het inwendige der buizen, dit is noodig om alle onderdeelen gasvrij te maken.

Nadat zodoende alle gasresten uit de buizen zijn weggepompt, worden de pompbuisjes dichtgesmolten, en gaan de buizen over een transportband naar de machine, waar de stroomtoevoerdraden in de hulscontacten worden gestoken, de huls aan de buis wordt vastgekit en de draden aan de contacten worden vastgesoldeerd.

Op speciale brandramen worden de buizen nu proefgebrand en daarna electrisch gecontroleerd. Hierbij worden op een groot aantal precisie instrumenten, waarop de gestelde eischen zijn afgeteekend, stroom en spanningen afgelezen. Buizen welke hieraan niet voldoen worden afgekeurd en vernietigd, Philips Radiobuizen moeten voldoen aan de hoogste eischen van kwaliteit en gelijkmatigheid.

Na een laatste controle op het uiterlijk, zijn de buizen gereed voor het bespuiten met een geleidende lak en de roode verfstof, welke de naam heeft gegeven aan de wereldberoemde Philips roode « Miniwatt » radiobuizen ».

Uit de tafelrede van den Heer J. B. Vinck, Beheerder der N. V. potecren wij eenige technische beschouwingen.

Er bestaan op radiogebied twee problemen : frequentiemodulatie en televisie.

In Amerika spreekt men veel over frequentiemodulatie, waarvoor men golf lengten van 2 tot 3 meter gebruikt en waardoor men het aantal uitzenders kan vermeerderen zonder de middenband te hinderen. Wij hebben in onze laboratoria toestellen voor uitzending en ontvangst van frequentiemodulatie bestudeerd en geconstrueerd maar het is niet waarschijnlijk, dat België voor dit nieuwe systeem belangstelling zal hebben, want hiervoor zou een geheel nieuw type ontvangtoestel noodig zijn. Dit systeem is misschien voor Amerika zeer gewenscht, waar de ontvangst op de middengolven zeer slecht is, vanwege het hoge niveau der parasieten, doch het zal geen tegenspraak ontmoeten als ik beweer, dat de voorwaarden voor ontvangst in België en zelfs in Europa, oneindig veel beter zijn, zoodat het gebruik van de frequentiemodulatie veel minder wenschelijk is en onnoodig duur zoowel voor gebruikers als exploitanten zou zijn.

Wat de televisie betreft, zult U zich ongetwijfeld de door ons in België in 1937 gedane proefuitzendingen herinneren, waarbij een systeem werd toegepast dat — in groote lijnen — nauwelijks afwijkt van hetgeen thans nog in Engeland en Amerika gebruikt wordt.

Voor de toekomstige ontwikkeling van de televisie, om een grootere scherpte van het beeld te verkrijgen en voor de kleuren televisie, is het gebruik van hoge frequenties en ultra-korte golven eveneens noodzakelijk. Het invoeren van televisie in België stelt echter groote financiële problemen en de particulieren zullen dus nog verscheidene jaren geduld moeten hebben alvorens televisiebeelden bij zich thuis te kunnen ontvangen.

Ik kan hier nog aan toevoegen, dat men kan verwachten Philips op ander gebied nog nieuwe producten op de markt te zien brengen, waarover ik U nu nog geen nadere inlichtingen kan verschaffen. Ik moet echter melding maken van een nieuwe radiobuis van geheel moderne constructie die, bij gelijk rendement als onze serie roode buizen, waarmee het meerendeel onzer Europeesche radiotoestellen is uitgerust, een viermaal kleineren omvang heeft.

Het gaat hier om nieuwe buizen, bestemd om in de naaste toekomst tot de normale uitrusting van radiotoestellen te behooren en niet om speciale buizen van het knop- of eikeltype, dat Philips reeds jaren geleden fabriceerde voor experimenteel gebruik voor ultra-korte golven of televisie.

Zeker is het dat alle aanwezigen van dit bezoek den besten indruk mededroegen.

Persoonlijk hadden wij liever een minder talrijke opkomst beleefd om de fabricatie van dichterbij te kunnen volgen. Met een groot aantal bezoekers gaan vele details verloren.

Wij hopen, later, wanneer de fabriek op volle toeren draait de gunst te verkrijgen aan een minder talrijk bezoek te kunnen deelnemen.

Een puntje willen wij ten slotte nog aanstippen en omdat het aantoonde dat de firma Philips geen moeite of geen onkosten ontwijkt om een ééns opgevat plan toch door te voeren en omdat het tevens wijst op het groots gebrek aan geschoolde vaklui !

Gedurende maanden werd, tijdens de voorbereidingsperiode, personeel per autobus van Eindhoven naar Leuven gehaald om de arbeiders uit de buurt van Leuven tot hun taak op te leiden.

Dit licht schitterend de in ons hoofdartikel aangeklaagde toestanden toe.

Wie vormt met ons nieuwe vaklui ? Welke firma's nemen deel aan de opleiding ? Wij blijven graag te hunnen dienste !

P. H. B.

HET FOTO-ELECTRISCH EFFECT

door E. J. I. M. PALMANS

(Vervolg van blz. 157)

Enkele woorden over de verklaring van de
« FOTOCONDUCTIVITEIT »

Hetgeen ons bij de fotoconductiviteit voorzeker het meeste treft is het feit, dat er sommige stoffen zijn, zooals selenium enz., die dit effect in uiterst sterke mate vertoonen. GUDDEN en POHL geven hiervoor als verklaring dat tegelijkertijd met het eigenlijke **primaire fotoelectrisch effect** een **secundair verschijnsel** optreedt, dat bij de voornoemde stoffen zoo sterk is dat het tot een meervoudige versterking van den stroom leidt, maar dat in feite, vermits het slechts ontstaat tengevolge van het primaire effect, niet als fotoelectrisch effect kan worden aanzien.

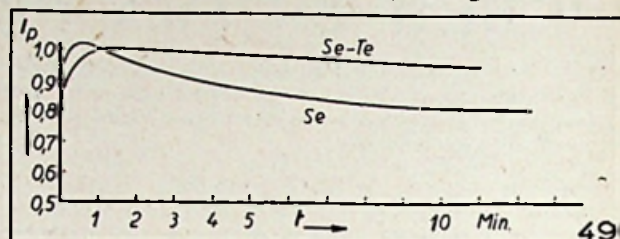
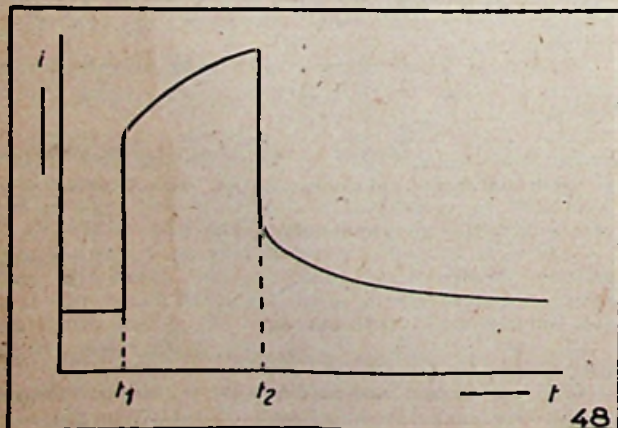
Door systematische onderzoeken op enkelvoudige seleniumkristallen (de roode isoleerende variëteit) zijn deze onderzoekers er in gelukt dit primair en secundair verschijnsel afzonderlijk van elkander na te gaan. Hierbij kwamen zij tot het besluit dat het primair fotoelectrisch effect, juist zooals het uitwendig fotoelectrisch effect traagheidsloos, lineair verloopt met de lichtintensiteit, hetgeen geenszins het geval is voor het secundaire verschijnsel; dat daarenboven de stroom doorheen de belichte stof bij een bepaalde spanning een maximumwaarde (verzadiging) bereikt.

Dit primaire fotoelectrisch effect kan als volgt worden verklaard :

U herinnert zich waarschijnlijk, dat de meeste vaste stoffen feitelijk bestaan uit een meervoud van kleine van elkander evenwijdig liggende kristalroosters. Ieder kristal, hoe volmaakt het ons ook voorkome, vertoont steeds onregelmatigheden in zijn structuur, te wijten aan submicroscopische scheurtjes of de aanwezigheid van vreemde atomen.

Ieder, door zulk kristal opgeslorpt lichtkwantum geeft aanleiding tot een ionisatieproces, d.w.z., maakt in het inwendige van het kristal electronen vrij, die nu als geleidingselectronen kunnen gaan dienst doen.

Nu weet men sinds eenigen tijd dat onregelmatigheden in de algemeene kristalroosterstruc-



tuur een zekere rol spelen bij de electronengeleiding doorheen de kristallen, en wel zoo, dat deze in het algemeen een hindernis vormen voor den stroomdoorgang.

Men heeft dan ook kunnen aantonen, dat het primaire fotoeffect door afwijkingen van de regelmatige kristalstructuur wordt beïnvloed.

Hieruit volgt, dat zelfs in de veronderstelling dat electronen in voldoende mate tot geleidingselectronen zouden zijn vrijgemaakt bij een bepaalde spanning allenszins een verzadigingsstroom zal worden bereikt.

Wat het secundaire verschijnsel betreft :

Alhoewel het ons aan quantitative gegevens omtrent het secundaire fotoelectrisch effect niet ontbreekt, heeft men het inwendige mechanisme van het secundaire verschijnsel met zekerheid nog niet kunnen doorgronden. Vermits echter de onregelmatigheden in de kristalstructuur, die voor de primaire stroom een hindernis vormden, de secundaire stroom, volgens de bevindingen van GUDDEN en POHL schijnen te bevorderen, worden we voor de volgende keuze gesteld : Wordt het aantal vrijgemaakte electronen grooter, vermeerderd hun snelheid of voegt er zich bij de oorspronkelijke electronenstroom een andere stroom?

Alleen een kritisch kwantitatief onderzoek zou ons hierop een afdoend antwoord kunnen geven. De meeste eigenschappen schijnen verklaard te kunnen worden door aan te nemen, dat de zoeven besproken onregelmatigheden in de kristalstructuur tevens plaatsen zijn, waar het gemakkelijkst electronen worden vrijgemaakt. Onder invloed van de spanning, waarop de fotoweerstand is aangesloten zetten zich de door het primaire fotoeffect bevrijde electronen in beweging; van het oogenblik, dat zij op hun weg een onregelmatige plaats passeeren, brengen zij aldaar nog een aantal los gebonden electronen in beweging, waardoor in analogie met de stootionisatie een versterking van den fotostroom optreedt.

**BIJZONDERE EIGENSCHAPPEN
DER PHOTOWEERSTANDEN****1) Traagheid der photoweerstanden**

Het traagheidsverschijnsel der photoweerstanden uit zich hierin, dat de, bij een bepaalde belichtingssterkte behoorende, waarde van den weerstand zich niet oogenblikkelijk, maar slechts

na verloop van een bepaalden tijd instelt. Het best laat zich dit weer verduidelijken door de in bijgaande fig. 48 weergegeven (stroom-tijd) krommen of zg. **traagheidskrommen**. Bij het **begin** der belichting op het oogenblik t_1 stijgt de stroom eerst zeer snel, daarna langzamer om eerst na een zeker tijdsinterval, $t_2 - t_1$ (dat naargelang den aard der cel varieren kan van een seconde tot meerdere minuten, ja zelfs uren) de normale waarde te bereiken. Bij het **einde** der belichting op het tijdstip t , valt de stroom aanvankelijk onmiddellijk, geleidelijk echter langzamer; de oorspronkelijke waarde van den weerstand bij niet-belichting herneemt de cel slechts na een tijdsinterval van de grootte van meerdere uren, weer afhankelijk van de soort van cel, duur en sterkte der belichting.

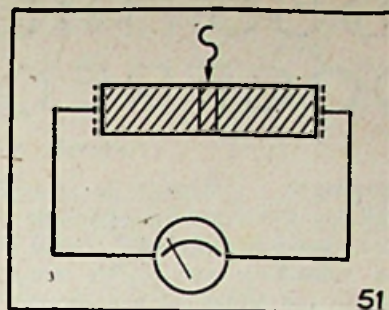
2) Vermoeienis.

Hieronder verstaan we het terugloopen van den fotostroom bij langere belichting. Deze afname wordt voor het grootste gedeelte veroorzaakt door een gestadig afnemen van den « belichtingsstroom », tegelijkertijd stijgt echter bij de meeste cellen na langdurige belichting de « stroom bij niet belichting », zoodat de eigenlijke fotostroom meer en meer begrensd wordt. Gelijk de traagheid kan ook het verloop der vermoeienis worden verduidelijkt door een kromme, welke de fotostroom aangeeft in functie van den tijd (vermoeienis kromme) fig. 49.

Deze laatste onderscheiden zich slechts van de traagheidskromme door andere tijd-afmetingen.

3) Temperatuursafhankelijkheid.

De weerstand van het lichtgevoelig materiaal bezit een tamelijk hoogen temperatuurscoëfficiënt, die nochtans in belichten en in niet-belichten toestand geheel andere waarde hebben kan en zelfs in afzonderlijke temperatuursgebieden van verschillend teken kan zijn; zij hangt daarboven in sterke mate af van de kristallisatie-toestand der laag. De weerstand bij niet belichting van het selenium heeft beneden 0°C en boven 30°C een negatieve temperatuurscoëfficiënt, terwijl deze weerstand een maximum-waarde hebben zal tusschen 0° en 30° , maximum-



waarde die nochtans verandert van de eene cel tot de andere.

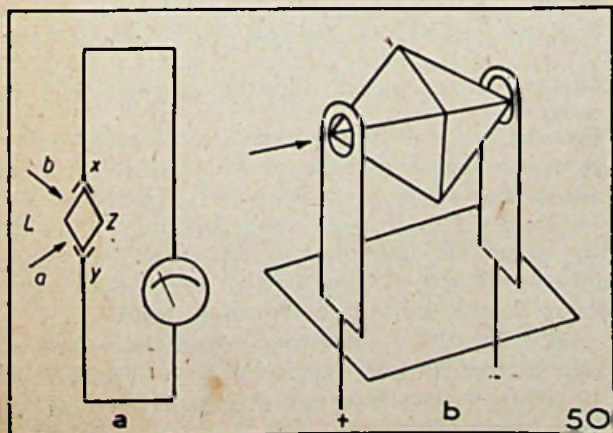
De weerstand bij belichting heeft voor de meeste seleniumcellen eveneens een maximum, dat echter bij hogere temperatuur ligt (ongev. tusschen 40° en 50°C).

Wanneer dus een selenium-cel boven kamer-temperatuur verhit wordt stijgt in het algemeen de stroom bij niet belichting terwijl tegelijkertijd de belichtingsstroom zakt; de gevoeligheid neemt dus af.

Bij cellen kan men door een bepaalde dosering van het Telluur bekomen, dat de temperatuurcoëfficiënt tusschen 0° en 40° kleiner is dan bij Seleen; bovendien ligt het maximum van de weerstand bij belichting hier meestal onder 20°C ; vandaar heeft hier een temperatuursverhoging boven kamer-temperatuur geen of slechts geringe afname der gevoeligheid tengevolge.

Deze verhoudingen worden weer het duidelijkst weergegeven door nevenstaande diagrammen, waarin occultatiestroom, belichtingsstroom en gevoeligheid in functie der temperatuur zijn uiteengezet (fig. 50).

Ook heeft de temperatuursverhoging een invloed op de traagheid der cellen en wel zoo, dat deze in het algemeen vermindert.



ERRATA

Betreft, Radio Revue n° 5, blz. 146. Herhalingsvragen.

Vraag n° 1. — Inplaats van: In een universeele ontvanger \approx is het de gewoonte... Lees: In een universeele ontvanger \approx (voor spanningen 110, 130 en 220 V) is het de gewoonte...

Vraag n° 4. — Inplaats van: We willen een shunt vervaardigen voor een milliamperemeter,... Lees: We willen een shunt vervaardigen voor het meetbereik 100 mA met een meetinstrument van 0-1 mA.

INDUSTRIEELLE HOOGFREQUENTVERHITTING

door Ing. A. Beernaert en J. Mellaerts

(Vervolg van blz. 131)

b) Toepassingen. — Wegens de mogelijkheid van snelle en gelijkmatige inwendige verhitting bestaan uitgebreide toepassingsmogelijkheden, vooral bij het verwerken en behandelen van slechte warmtegeleiders. Wordt warmte van buiten uit aangebracht, dan duurt het lang vooraleer de kern verwarmd is. Zoo bijvoorbeeld het drogen van een synthetische spons duurt ongeveer 70 uren in een convectieoven wegens de slechte warmtegeleidbaarheid van het materiaal, en de langzame diffusie van de vochtigheid. In een gepast hoogfrequent veld geplaatst duurt dezelfde bewerking slechts enkele minuten!! Zoo ook voor klei, vuurvaste steen, potten, gleiswerk, papier, weefsels, kurk, asbest enz. Bijv. spoelen waarop draad uit kunstzijde gewikkeld is, worden voor verschillende dagen in een convectieoven gedroogd. Wordt echter dielectrische verwarming toegepast, dan duurt het drogen ongeveer 30 minuten. Ook voor stoffen die zeer gevoelig zijn aan temperatuur en waarvan de oppervlaktetemperatuur een bepaalde waarde niet mag overschrijden, bijv. wol, tabak, graan, plantaardige vezels, groenten, poeders enz. kunnen met zeer goed gevolg door middel van hoogfrequentenergie bewerkt worden. Weken en dagen normale behandeling worden herleid tot uren en uren tot minuten.

In het vervaardigen van heel wat scheikundige en pharmaceutische producten waarvan den uiteindelijke vorm poeder of tabletten is, is de laatste droging de moeilijkste en de kostelijkste behandeling. In feite is het zelden dat die bewerking voldoende ver kan doorgedreven worden om te verzekeren dat, eens dat het product hermetisch verpakt is, het goed blijft in tropische streken. Ook hier heeft de hoogfrequent toepassing gevonden. De fleschjes met poeders of tabletten worden aangesloten op een vacuumpomp, terwijl een hoogfrequent veld inwerkt. De vochtigheid wordt weggevoerd naarmate het uit het scheikundig product ontsnapt en tevens wordt de luchtdruk verminderd waardoor de temperatuur bij dewelke water verdampt verlaagd wordt. Zoo is het mogelijk voor delicate producten zooals penicillin, een snelle uitdroging te bekomen aan temperaturen rond zero graden Celsius. Verder in de scheikundige nijverheid kan hoogfrequent gebruikt worden voor de snelle en voortdurende concentratie van scheikundige oplossingen die gevoelig zijn aan temperatuur boven een zekere kritische waarde.

Een reeks toepassingen die nog in aantal en belangrijkheid zullen toenemen werden grootelijks ingezet door de ontwikkeling van «houten» vliegtuigen (de Mosquito bijv.). Vroeger werd in het vervaardigen van triplex plantaardig lijm gebruikt en werd het geplakte hout in een koude pers samengedrukt tot de lijm verhard was. Dit plakhout was weinig geschikt voor buitendienst. Een groote verbetering is het gebruik van sommige synthetische harsen als lijm. Deze vereischen een zeer lange tijd (van 12 tot 24 uren) om te verharden in een koude pers. Het harden wordt bespoedigd door de boven- en onderplaat van de pers met stoom te

verhitten. Voor dikten echter die ongeveer 1,5 à 2 cm. overtreffen loopt men gevaar dat de buitenste lagen te warm worden en zelfs verbranden, daar wegens de slechte warmtegeleidbaarheid een lange tijd vereischt is eer de middellagen op de vereichte temperatuur gebracht zijn. Hier echter brengt de hoogfrequent verhitting, vooral voor dikke stapels, een zeer gunstige oplossing. Het eerste groote voordeel is dat eenvoudige en goedkope koude persen kunnen gebruikt worden en het tweede voordeel: dat in zeer korten tijd stapels van 30 cm. dikte kunnen geplakt en verhard worden. Een 25 cm. dikke stapel triplex of multiplex platen van ongeveer 3 m. op 1,20 m. wordt verhard in 15 minuten. Ook in luxe plakhout kan hoogfrequent diensten bewijzen, b.v. door de velletjes fineerhout hier en daar te bevestigen door de lijm eronder over een paar vierkante millimeter oogenblikkelijk te verharden. De velletjes worden zoo op hun plaats gehouden terwijl de rest van de lijm op natuurlijke wijze verhard. In de meubelnijverheid kan, mits een soepele opstelling, een hoogfrequent-generator heel wat werk bespoedigen. Zoo voor een tafeltje dat, in eengezet, op 16 plaatsen gelijmd moest worden, werd de lijm op al die plaatsen terzelfdertijd in 3 minuten verhard.

Een verder uitgebreid toepassingsgebied biedt de industriële toepassingen en verwerken van plastische stoffen. De plastische stof in de pers aangebracht wordt verwarmd en een lichte drukking wordt erop uitgeoefend. Tijd moet gegeven worden om het materiaal week te maken vooraleer de volle drukking aangebracht wordt. Hoogfrequent vóórverhitting van het materiaal laat ons toe onmiddellijk na het opladen der pers, de volle drukking aan te brengen. Het gevolg is een tijdsparing en een betere kwaliteit wegens de gelijkmatige verhitting. Er is ook minder gevaar voor het breken van metalen deeltjes die ingemouleerd moeten worden. Verder is de slijtage van de matrijs geringer daar die op een weeke massa werkt zoohaast de pers gesloten is.

Thans begint men reeds in de kleermagazijnen rollen dun thermoplastisch materiaal te zien dat in allerlei kleuren en per loopende meter verkocht wordt. Het lijkt veel op rubber en is zeer geschikt voor het maken van regenjassen, water- en luchtdichte inpakkingen enz. Wordt echter een normaal naaimachien gebruikt dan verzwakken de naaldgaatjes zoodanig het materiaal dat 't heel gemakkelijk wegscheurt. Wordt het geplakt in plaats van genaaid, dan wordt het materiaal niet verzwakt.

Hier ook brengt de hoogfrequent een oplossing. De twee aaneen te brengen stukken worden oogenblikkelijk aaneen gelascht door ze tusschen twee wieltjes te doen loopen waartusschen een hoogfrequent veld bestaat. Het geheel kan uitgevoerd worden zoodat het veel gelijkenis vertoont met een normaal naaimachien waarin een wieltje de plaats inneemt van de naald.

IV. BESLUIT. — Hoogfrequentverhitting wordt een zeer belangrijke werkmethode in de industrie. Zooals bij iedere werkmethode zijn er begrenzingen aan zijn toepassingsmogelijkheden. Het is dan ook noodzakelijk

(Vervolg blz. 191)

LAMPVOLT METERS

door Ing. F. VERINGA.
(Rotterdam)

(Vervolg van blz. 133).

DIODE-DEMPING

Indien in plaats van een generator een afgestemde kring voor de diode is geschakeld, is het van belang te weten, wat de belasting van de kring tengevolge van de gelijkrichting is.

Zonder het energieverbruik in de diode te verwaarlozen kan voor kelinc signalen ($V_m < 0,1 V$) aangegeven worden

$$R_{HF} = \frac{V_T}{i}$$

Voor grote signalen ($V_m > 0,3 V$) geldt dan :

$$R_{HF} = \frac{1}{2} R \frac{V_m}{V}$$

Voor zeer grote signalen ($V_m > 10 V$)

nadert $\frac{V_m}{V}$ tot 1, zoodat dan geldt : $R_{HF} = \frac{1}{2} R$.

In fig. 11 is voor een lekweerstand van $0,5 M \Omega$ de HF-weerstand R_{HF} als functie van de signaalspanning V_m getekend.

Alleen voor het geval, dat de meetspanning zó groot is, dat we lineaire detectie hebben, kunnen we de diode-demping aangeven door onderstaande betrekkingen :
Serieschakeling.

Is R_d een vervangingsweerstand, die hetzelfde vermogen verbruikt als de diodeschakeling dan is

$$W_d = \frac{e^2}{R_d} \quad \text{en} \quad W_d = \frac{(e \sqrt{2})^2}{R_d}$$

ofwel

$$R_d = 1/2 R$$

Parallelschakeling.

Is $\omega C \ll R$ dan is weer $R_d = 1/2 R$ en dus is

$$R_{tot} = 1/3 R$$

Balansdetectie.

(soms bij U.H.F. toegepast)

Hierin is

$$W = \frac{1/2 e^2}{R_d} \quad \text{en} \quad W = \frac{(1/2 e)^2}{R}$$

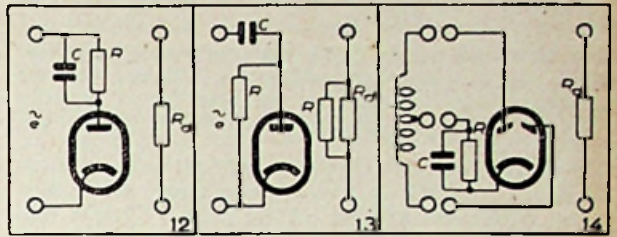
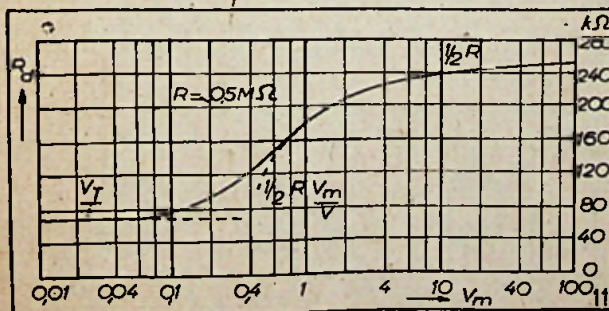
ofwel

$$R_d = 2 R$$

De demping is hier dus $4 \times$ kleiner dan in geval 1. Dit kan voor normale frequenties ook bereikt worden met schakeling 1 op een halve aftakking van L of C.

HET METEN VAN NIET-SINUSVORMIGE SPANNINGEN

Indien niet-sinusvormige spanningen gemeten moeten worden, moet een zodanige meetmethode gekozen wor-



de, dat een bepaalde eigenschap van die spanning bepaald wordt.

Soms doet men een topspanningsmeting, b.v.b. max. amplitude bij isolatiebeproeving, optreden van roosterstroom bij versterkers ea.

Indien de te meten spanningen hoog zijn, geven de eerder genoemde anode- en diode detectors de topspanning aan.

Indien men echter gegevens wil verkrijgen over energie-overdracht of warmte-ontwikkeling, dan moet men de effectieve spanning weten.

Instrumenten als hittedraadmeters en thermokoppel-meters geven een directe aanwijzing van de effectieve stroom of spanning.

Indien men metingen doet aan eenigszins vervormde spanningen, zoals deze al gauw optreden in de eindtrap van kleine versterkers of radioapparaten, moet men zeer voorzichtig zijn met het beoordeelen van de aflezing. Theoretisch zou men met een kathodestraal-oscillograaf het vervormde spanningsbeeld nauwkeurig kunnen optekenen en dan is de effectieve waarde per definitie te bepalen met behulp van de formule :

$$V_{eff}^2 = \frac{1}{2 \pi} \int_0^{2 \pi} V^2 d\omega t$$

De daarvoor gebruikte methode is vrij omslachtig en tijdrovend en dus geenszins als continuumeting te gebruiken.

In 't algemeen zijn vervormde spanningen niet betrouwbaar te meten. Elk metertype, genoemd in hoofdstuk I, reageert anders op bepaalde percentages 2°, 3° of hogere harmonischen.

Speciaal in twee gevallen onderschat men de invloed van harmonischen op de met lampvoltmeters gemeten spanningen.

Het eerste geval betreft het meten van de oscillator-spanning van een zelfbegrenzende triode oscillator. De exitatiestroom is buitengewoon vervormd, soms regelmatig onderbroken, en de kringspanning bevat een aanzienlijk percentage 2°, 3° en hogere harmonischen ten opzichte van de grondfrequentie amplitude.

In dit geval is een thermokoppel-voltmeter aan te bevelen voor het bepalen van de effectieve spanningen of een diodevoltmeter voor het meten van de piek-spanningswaarde. Men moet bijzonder letten op de door de meter veroorzaakte extra kringdemping, die een nieuw evenwicht van de oscillatorschakeling ten gevolge heeft, waardoor zowel de opgewekte spanning als het vervormingspercentage verandert.

Het tweede geval betreft het meten van output van versterkerbuizen. Indien niet de effectieve waarde gevraagd wordt of de topwaarde maar de amplitude of energie van de grondgolf (400 of 1000 Hz wordt gebruikt als standaardfrequentie bij outputmetingen) dan is men verplicht kostbare filters toe te passen om de vervorming uit te filteren.

De fout wordt dikwijls gemaakt outputmeters, die een

cuproxcel bevatten, te gebruiken, en dan nog enige waarde te hechten aan de door de meter aangegeven outputwaarde, indien de signaalspanning niet absoluut vervormingsvrij is.

Hoe een dergelijk meetsysteem, of alle andere meet-systemen met cuproxcel of lampvoltmeters zullen reageren op vervorming van de grondgolf is niet alleen afhankelijk van de grootte en samenstelling van de harmonischen afzonderlijk, maar ook van hun relatieve fase.

Men moet dus bij de ijking van alle wisselspanningsmeters, óók en vooral lampvoltmeters, uitgaan van vervormingsvrije spanningen en in geen geval gebruik maken van een « eenvoudige » oscillatorschakeling als spanningsbron.

Indien de l.v.-meter geijkt wordt bij sinusvormige spanningen, dan zal dus een meetspanning, die harmonischen bevat, de aflezing foutief maken. Het is van belang te weten, dat met een zuiver kwadratische karakteristiek de meter de effectieve waarde aangeeft van de golfvorm, onafhankelijk van de fase van de harmonischen.

In andere gevallen zal, indien de tweede (of andere even) harmonische merkbaar aanwezig is, de aflezing theoretisch verschillend zijn, als de meetspanning wordt omgepoold (dit is niet altijd mogelijk).

Heeft het gebruikte meetsysteem een naar de hogere frequenties afvallende karakteristiek (waardoor de hogere harmonischen verzwakt worden) dan is een ijking helemaal onmogelijk. Aan de ene kant is men steeds verplicht te weten waar de meetfout tgv. dalende freq. karakteristiek de max. toelaatbare waarde van 2 à 3 % overschrijdt; aan de andere kant is het mogelijk door filterschakelingen alle harmonischen tot onbelangrijke amplituden te verminderen en zodoende de grondgolf alleen te meten.

HOOFDSTUK III DIODE VOLTMETERS

De diodevoltmeter is een wisselspanningsmeter, waarin een diode voor gelijkrichting wordt gebruikt en een 100 of 200 μA meter de gelijkstroom door de diode of door de lekweerstand aangeeft als maat voor de meetwisselspanning. Bijna steeds is de meterschaal, afhankelijk van het bereik, direct in volts geijkt.

Het grote voordeel van diodevoltmeters is het bestrijken van een zeer groot frequentiegebied, waarin gemeten kan worden. Men kan met een met zorg samengestelde diodevoltmeter de ijking doen bij 50 Hz en een nauwkeurige calibratie hebben tot 20 MHz en hoger.

Bij kleine spanningsbereiken, bvb. 0—10 V heeft men een benaderd kwadratische schaal, voor hogere spanningen is dit practisch lineair, afgezien van een klein samengedrukt gedeelte aan het begin van de schaal.

Bezien we echter de demping, die dit meetsysteem op de meetspanningsbron uitoefent, dan blijkt, dat bij een 100 μA meter en 10 V bereik de lekweerstand ca 100 k Ω moet zijn, waardoor de hoogfrequentdemping ca 40 k Ω is. Dit is veel lager dan de overeenkomstige demping van een wisselspanningsmeter voorzien van een cuproxcel en eenzelfde 100 μA meter.

In verband met het aan de meetspanningsbron onttrekken van energie, moet de benodigde meterstroom, steeds zo gering mogelijk zijn. Daar 50—100 μA wel de gevoeligste typen draaispoelmeters zijn, die nog betrouwbaar zijn, mits van prima fabrikaat, verdienen deze de voorkeur boven het gebruik van 150 à 200 μA meters, bovendien verliest de diode-karakteristiek boven deze stroomwaarde zijn logaritmische vorm.

Op de invloed van de diode « anode-kathode » capaciteit bij hoge frequenties werd reeds eerder uitvoerig gewezen. Bij de montage en opstelling van diodevoltmeters moet men hierop bijzonder letten, door de onvermijdelijke bedradingscapaciteit en dielectrische verliezen in isolatiematerialen zo gering mogelijk te maken.

Men dient er verder steeds voor te zorgen, dat het meterspoeltje geshunt is door een voldoende hoge capaciteit, daar anders de mogelijkheid bestaat, dat hoogfrequentstromen het meetinstrument ernstig beschadigen,

zonder dat een naalduitslag heeft gewaarschuwd dat er overbelasting optrad. (ca 0,01 μF is meestal voldoende).

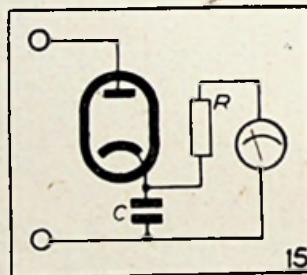
Bovendien moet de meter door een extra grote capaciteit overbrugd worden, indien zulke lage frequenties optreden, dat de rimpelstroom die, op de gelijkstroom door de lekweerstand gesuperponeerd is, de meternaald doet trillen. (In dit geval is 25 à 50 μF aan te bevelen).

Men mene echter niet, dat het gebruik van een 25 μF electrolytische condensator de toepassing van een 0,01 μF condensator doet vervallen! Wordt de diodevoltmeter zowel bij zeer lage als bij hoge frequenties gebruikt, dan is 't aan te bevelen een « goede » electrolytische condensator en bovendien een bij voorkeur mica condensator van 0,01 μF parallel aan de draaispoelmeter te schakelen. Zoals bekend vertonen de gebruikelijke electrolytische condensatoren een aanzienlijke hoogfrequentweerstand. Wordt de diodevoltmeter alléén voor hoge of alléén lage frequenties gebruikt, dan kan vanzelfsprekend de grote of de kleine parallelcapaciteit vervallen.

Bij gevoelige stroommeters en relatief lage lekweerstand is de door de temperatuurspanning van de diode veroorzaakte ruststroom een ernstige belemmering.

Niet alleen is deze afhankelijk van de gloeidraad of kathodetemperatuur (waardoor men verplicht is een accu te gebruiken of anderszins de gloeistroom te stabiliseren) maar ook veroorzaakt dit een vooruitslag, die de voor calibratie beschikbare schaalengte verkleint.

Men kan dit effect echter opheffen door het toepassen van een instelbare tegenspanning of door ruststroomcompensatie.



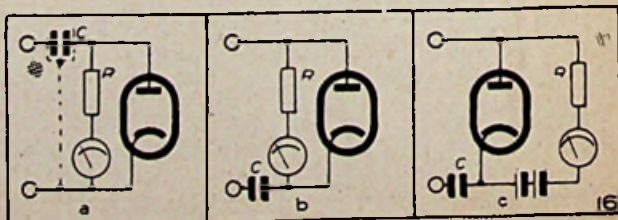
De in fig. 15 aangegeven diodevoltmeterschakeling is in het bijzonder geschikt voor het gebruik bij zeer hoge frequenties, indien een speciale miniaturdiode wordt gebruikt, zonder sokkel (bv. EA50). Er zijn echter twee beperkingen, die maken dat deze schakeling weinig wordt gebruikt:

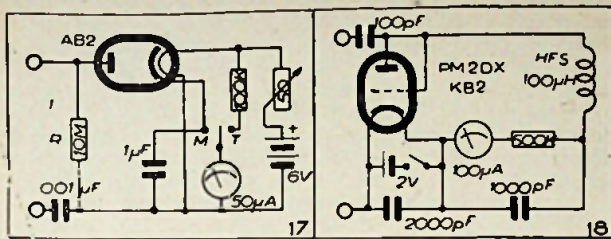
a) de inwendige weerstand (gelijkstroomweerstand) van de spanningsbron moet klein zijn t.o.v. R (bv. inductief gekoppeld spoel);

b) de meetspanning mag geen gelijkspanningscomponent bevatten, anders heeft men ofwel een vóóruitslag van de meter, ofwel een vertragingsspanning. (Dit laatste is soms gewenst bij meting van piekspanningen). De ingangsdemping bedraagt ca $\frac{1}{2} R$, bij kleine signalen minder.

Men kiest dan schakeling 16a.

Met het oog op een zo hoog mogelijk frequentiebereik is in fig. 16b de capaciteit van de metalen massa van C naar de nullijn geëlimineerd door C in de nullijn op te nemen. Deze eenvoudige wijziging vereenvoudigt de samenstelling.





Hetzelfde is in schakeling 16c weergegeven, met toevoeging van een 1 1/2 voltscel als tegen-EMK om de ruststroom op te heffen. De meter kan een 50 of 100 μA type zijn. R is afhankelijk van het gewenste meetbereik.

Dit laatste metertype is zeer eenvoudig, betrouwbaar en voor praktisch alle voorkomende frequenties geschikt.

In fig. 16 bedraagt de ingangsdemping ca 1/3 R, bij lagere spanningen dan 10 V minder! De capaciteitswaarde van C kan voor hoogfrequent meten 0,01 μF bedragen, voor laagfrequent 1 à 2 μF bij R = 0,1 MΩ. Bij lagere R moet C natuurlijk groter zijn, volgens de reeds eerder behandelde regels.

De voeding van de gloeidraad kan het best uit enkele droge elementen bestaan, men kiese bij voorkeur een diode met lage gloeidraadenergie. Ook komt een kleine transformator in aanmerking. Daar de gloeidraad- of kathodetemperatuur de ruststroom door de diode beïnvloedt moet de gloeistroom zoveel mogelijk constant worden gehouden. In fig. 17 is hiervoor een eenvoudig controlemiddel aangegeven.

De maximale toelaatbare anodespanning van een diode mag volgens den fabrikant 200 V niet overschrijden, dwz. de max. effectieve meetspanning is dus

$$\frac{200}{\sqrt{2}} = 141,5 \text{ V.}$$

Meestal kiest men 150 V_{eff} als max. spanningsmeetbereik.

Enkele uitvoeringen.

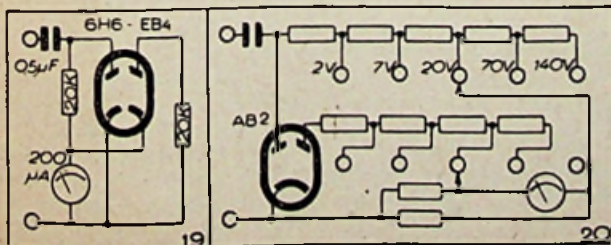
Een eenvoudig samen te stellen diodevoltmeter is aangegeven in fig. 17. Met de schakelaar op stand T (test) wordt de gloeispanning op 4 V ingesteld, wat aangegeven is met een rode streep op de meterschaal. Op stand M (meten) kan men dan meten. De grootte van R bepaalt het spanningsbereik.

Een diodevoltmeter, speciaal voor het gebruik bij een zender of hoogfrequentversterker, is schematisch in fig. 18 aangegeven. Een 2 V diode kan ook vervangen worden door een triode met dezelfde gloeispanning, waarvan rooster en plaat doorverbonden zijn.

Ruststroomcompensatie.

Gewoonlijk maakt men geen gebruik van een extra batterijcel als tegen EMK om de ruststroom op te heffen. De enkele schaaldelen vóór uitslag worden opgeheven door de mechanische nulinstelling van de meter zodanig in te stellen, dat de meter normaal op nul staat (zg. meter met onderdrukt nulpunt). Gebruikt men echter lage lekweerstand in het diode circuit dwz. is de ruststroom betrekkelijk hoog (vooral indien men gevoelige stroommeters gebruikt) dan kan men de vooruitslag van de meter compenseeren door de ruststroom van een tweede diode.

De in fig. 19 gegeven schakeling behoeft geen nadere



toelichting. De ruststromen van beide dioden vloeien zodanig door de meter dat ze elkaar opheffen. Deze methode wordt met succes gebruikt achter een meetversterker, waardoor men een gevoelige wisselspanningsmeter kan construeren, die niet overbelastbaar is. Een trapsverzwakker aan de ingangsklemmen verschaft dan de gewenschte spanningsmeetbereiken, zie ook fig. 34.

De Siemens diodevoltmeter heeft volgens opgave een frequentiebereik van 30 Hz-50 MHz, met max. 3 % afwijking beneden 100 Hz en ca 10 % afwijking boven 20 MHz. Voor volle schaal-uitslag van de meter zijn 2, 7, 20, 7 en 140 V als bereiken gekozen. De ingangsimpedantie bedraagt voor freq. tot ca 10 kHz 11-800 kΩ. Op hogere frequenties wordt de ingangscapaciteit van ca 10 pF maatgevend. De ruststromen, die sterk afhankelijk zijn van de gloeispanning, geven geen vooruitslag van de meternaald. De gloeidraadvoeding wordt geleverd door een universeel transformatorpje met ca 3 watt verbruik.

TRIODE VOLTMETERS

Triode voltmeters zijn hoofdzakelijk in gebruik voor het energieloos meten van wisselspanningen.

Gelijkspanningen kunnen eveneens met de meeste schakelingen gemeten worden, de meterschaal moet daarvoor echter speciaal geijkt worden en er treden slechts complicaties op, indien de spanningsbronnen een zeer hoge inwendige weerstand hebben. Bij dergelijke metingen wordt bij voorkeur de gewone lekweerstand weggelaten, om mogelijke bijverschijnselen te vermijden (spanningsdeling door inwendige weerstand van spanningsbron, belasten van een niet belastbare spanningsbron). Dergelijke metingen zijn bv. PH metingen, lading van electrometerbladen, schermrooster of anodespanningen, negatieve roosterspanningen, spanningen van een A.V.C. circuit enz. Bij voorkeur zal men bij gelijkstroommetingen de polariteit van de spanningsbron zó kiezen, dat de meetspanning als negatieve roosterspanning wordt geschakeld, de anodestroom van de triodevoltmeter daalt dus. Dit is van belang om overbelasting van de meter te voorkomen en om het punt, waar de roosterstroom begint, te vermijden.

Vooral bij gevoelige triode-voltmeters met hoge roosterweerstand is de invloed van de roosterstroom niet te verwaarlozen! Men mense niet, dat bij 2 V of meer negatieve roosterspanning geen roosterstroom vloeit! Enkele micro-amp. door een 2 of 5 Megohm weerstand heeft een merkbare invloed op de plaatstroom. Zoals men weet, treedt er een roosterstroom op, indien de lekweerstand een bepaalde waarde (opgegeven door den fabrikant) overschrijdt, ook al heeft het rooster een voldoende hoge negatieve voorspanning ten opzichte van de kathode. Men controleert dit eenvoudig als volgt: Men sluit de lekweerstand kort, neemt de plaatstroom dan toe, dan vloeit er roosterstroom.

Er zijn speciale, zg. «electrometertriodes» in de handel, waarbij door een speciale constructie de roosterstroom uiterst gering wordt gehouden, bovendien bezitten deze typen meestal een benaderd kwadratische karakteristiek (Philips 4060, Geovalve A 577).

De oorzaken van roosterstroom bij hoge roosterweerstand zijn samen te vatten onder de volgende punten:

- a) thermische emissie; bij verdamping van de kathode doet het neerslag op het rooster het door de warmtestraling verhitte rooster emitteren; (bij voorkeur kiese men dus een triode met een weinig energie verbruikende kathode);
- b) ionisatie van gasresten doet de ionen naar het rooster gaan (dit is het punt van het laagste potentiaal in de triode) waardoor het rooster meer positief wordt;
- c) isolatielek op de glaskneep tussen de electronensteeunen en tussen de sokkelaansluitingen;
- d) foto-electrische emissie door licht en röntgenstralen, die ontstaan door electronenbotsingen op de anode (bij voorkeur lage anodespanningen gebruiken en de triode in het donker plaatsen).

Normaal is een roosterstroom van <1 μA toelaatbaar, doch bij niet geijkte triodevoltmeters of onge-

voelige typen zijn bovengenoemde voorzorgen van minder of geen belang.

Uit een en ander volgt dus, dat bij gevoelige triode voltmeters zeker niet ieder type triode in aanmerking komt, deze moet met zorg gekozen worden.

Om de schaalvorm van een als anodestroom gebruikte draaispoelmeter zoveel mogelijk lineair te krijgen, moet de dynamische karakteristiek recht zijn; men neemt dus in de plaatkring buiten de meter nog een voldoende hoge weerstand op.

Voorbeeld gelijkspanningsmeting :

Sluit de ingangsklemmen kort, regel R tot de anodestroom bv. 2 mA is (volle schaal) en verwijder de kortsluiting. De schaal is nu te ijken voor de aangelegde negatieve meetspanning.

De schaalcalibratie loopt dus terug en wordt nabij $I_n \approx 0$ zeer ineengedrongen. De anodespanning kan laag zijn (bv. 45 V). Bij openrooster moet men de meter behoeden voor overbelasting door shunten of kortsluiten van de meter. Ook kan een 10 MΩ roosterweerstand blijken te voldoen.

Voor het meten van wisselspanningen kan men kiezen uit :

a) plaatdetectie : hoge ingangsdemping, ongevoelig, een kwadratische karakteristiek gewenst.

b) roosterdetectie : demping als bij een diode detector, veel gevoeliger dan plaatdetector, maar ook kleiner bereik.

c) diode detector, gevolgd door gelijkspanningsversterker, deze wordt tegenwoordig steeds meer gebruikt wegens de elektrische en constructieve voordelen.

d) triodeversterker, gevolgd door diodevoltmeter. Hierbij wordt de hoge ingangswaerstand van een gewone weerstandsversterker gecombineerd met de gunstige diode detectie.

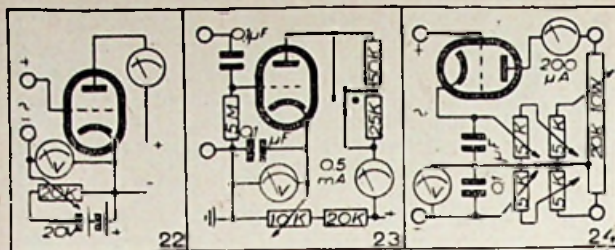
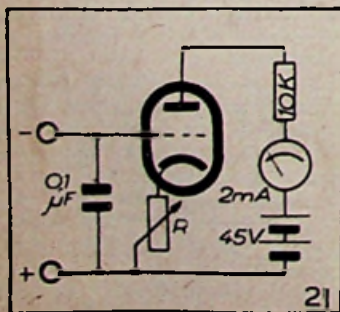
Bij plaatdetectie loopt de gemiddelde anodestroom op bij toenemende roosterwisselspanning (denk aan de meter !); bij roosterdetectie neemt de plaatstroom af.

Bij plaatdetectie is het begin van de schaal enigszins gedrongen, bij de roosterdetector is het eind van de schaal (bij $I_n \approx 0$) samengedrukt. Soms bouwt men een stroommeter voor roosterdetector-voltmeters zo, dat het mechanische nulpunt van de wijzer rechts op de schaal ligt, bij volle schaaluitslag staat de wijzer dan geheel links, zodat de calibratie van links naar rechts loopt. Een wezenlijk voordeel is het niet, na enig gebruik blijkt een « omgekeerde » schaalverloop even vlot af te lezen.

Hoe gevoeliger de stroommeter wordt gekozen, des te kleiner worden ook de spanningen, die met nauwkeurigheid gemeten kunnen worden. Tegelijkertijd komen allerlei oorzaken aan het licht, die een merkbare invloed op de aanwijzing hebben, niet alleen de invloeden, die met roosterstromen samenhangen, maar ook de invloed van veranderlijke gloei- en anodespanningen.

Soms biedt het voordelen, indien de anoderuststroom niet door de meter vloeit, zodat de mA meter alléén de plaatstroom « verandering » aangeeft (zg. meterstroom-compensatie). In dat geval, dat nog uitvoerig zal worden besproken, kan de meter aanzienlijk gevoeliger gekozen worden. Men moet dan in het bijzonder waken voor het verlopen van het compensatiepunt of van de aanwijzing.

De gebruikelijke meetschakelingen voor triode-voltmeters zijn te splitsen in twee groepen :



1^o methode : met Volt- en Ampèremeter, zonder gebruik van een ijkkromme (alleen voor plaatdetectie) ;

2^o methode : met geijkte plaatstroommeter of gebruik van een ijkkromme (plaat- of roosterdetectie).

Opmerking : het gebruik van pentoden heeft geen wezenlijk voordeel t.o.v. trioden, tenzij speciale pentoden met grote steilheid gebruikt worden. Men kan een pentode altijd als triode schakelen, door het 2^o en 3^o rooster met de anode te verbinden. Men bedenke echter, dat de grotere gevoeligheid, die bereikt kan worden door het gebruik van pentoden met grote steilheid volkomen bedorven wordt door het nadeel, dat de calibratie gelijk met die steilheid verloopt, en dat dergelijke steile buizen snel verouderen, mag toch wel bekend worden verondersteld.

1^c methode : met volt en mA meter (zonder ijkkromme).

Het systeem is schematisch in fig. 22 voorgesteld. Het principe is als volgt : men stelt d.m.v. een regelbare negatieve roostervoorspanning een triode praktisch in op het afknijppunt, door de plaatstroom tot een bepaald gering bedrag te laten dalen (bv. 2 schaal-delen of 15 μA). Daarna legt men de te meten wisselspanning aan het rooster (dat bij de vorige instelling natuurlijk tijdelijk aan de tweede ingangsklem was verbonden) of indien men gelijkspanning meet wordt de positieve pool aan 't rooster gelegd. De anodestroom neemt dan toe. Men verhoogt nu de negatieve voorspanning zoveel, dat de anodestroom weer tot de vorige merkstreep, resp. stroomwaarde, is teruggebracht en leest de daarvoor benodigde spanning op een voltmeter af. Men neemt dan aan, dat dit bedrag gelijk is aan de amplitude van de meetspanning. Natuurlijk kan de voltmeter die het verschil van de twee negatieve spanningen meet, ineens in piek, dan wel in effectieve waarden worden geijkt.

De nauwkeurigheid is in de orde van 1 volt, bij nauwkeurige metingen is een correctie nodig. Deze schakeling vereist een gevoelige mA-meter, die niet geijkt hoeft te zijn (100 of 200 μA type) en een (geijkte) gelijkspanningsvoltmeter. De triode werkt als zuivere plaatdetector en heeft dus een zeer hoge ingangsimpedantie (bij speciale trioden ca 20 Megohm).

Het meetbereik wordt uitsluitend bepaald door de grootte van de regelbare voorspanning, deze is meestal niet groter dan 20 à 40 Volt, doch kan zonder bezwaar voor de lamp tot ca 200 V verhoogt worden (dwz. een effectieve spanning van 150 V is nog veilig te meten).

De gevoeligheid en nauwkeurigheid is bij kleine meetspanningen gering.

In een Amerikaanse uitvoering van dit principe is de triode (6F5) met een lang snoer (behoeft niet afgeschermd te zijn) aan het voedingkastje met de meter verbonden. De rooster-topaansluiting wordt direct als meetstift gebruikt, om lange roosterverbindingen te vermijden, daarbij wordt dan een triode exemplaar voorgeschreven, waarbij de roosterisolatie in calit is uitgevoerd. Bij metingen op hoge frequenties is dit zeer nuttig. Een smaakvol geheel verkrijgt men in dit geval, door de speciaal hiervoor (o.a. door Triplett) ontworpen meter te gebruiken, waarin de twee meetsystemen in één rechthoekige meterdoos zijn ondergebracht.

Aan de hierboven genoemde meetprocedure moet alleen toegevoegd worden, dat men voor het beveiligen van de μA meter beter doet, na het instellen op de « nulstreep » en vóór het verbreken van de ingangsklemmenkortsluiting de negatieve voorspanning geheel

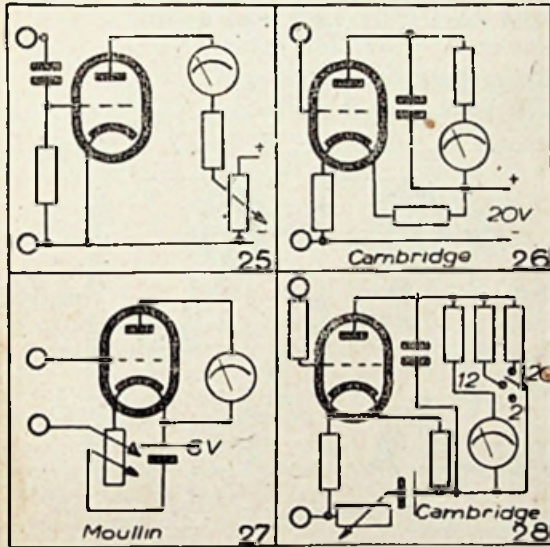
op max. te zetten. Een weerstand van 5 of 10 M Ω , eventueel wegneembaar, moet het rooster-circuit gesloten houden, om te voorkomen dat bij « open rooster » de anodestroommeter beschadigd wordt. In dat geval stelt de triode zich automatisch in op het punt, waar geen roosterstroom vloeit (bij prima isolatie). De daarbij behorende anodestroom kan noodlottig zijn voor de veel gevoeliger stroommeter. Daarom : pas op de anodestroom-meter !

2e methode: Lampvoltmeter met geijkte anodestroom-meter.

Bij dit systeem gaat men uit van een bepaald werkpunt met een anoderuststroom, de anodestroom-verandering is een maat voor de aangelegde roosterwissel- of gelijkspanning. Hierdoor is steeds een ijk-kromme noodzakelijk ofwel gebruikt men een gecalibreerde meter-schaal.

Heeft men meer dan twee meetbereiken, die niet samenvallen (afgezien dan van een constante factor 10 of 3) of een extra grote meterschaal, dan kan de meter-calibratie nog duidelijk worden aangebracht, in andere gevallen is men verplicht voor elk bereik ijk-krommen te tekenen op grafiekenpapier en dit bij de meter te bewaren.

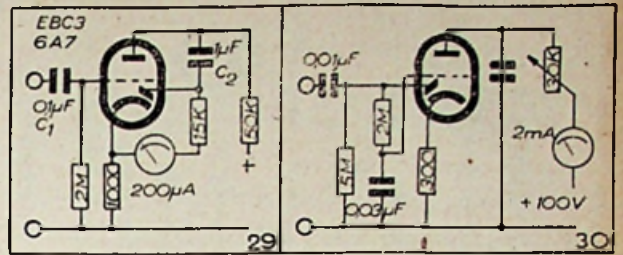
We onderscheiden naar de werkwijze :



a) Plaat-detector ; reeds eerder meer uitvoerig besproken. Grote ingangswaerstand, geringe ingangscapaciteit, geringe gevoeligheid ; meter is overbelastbaar, doordat de anodestroom bij meten toeneemt. Men moet erop letten, dat het werkpunt goed vastligt. Bovendien is een regelmatige controle van de calibratie wel gewenst, tenzij dit type alleen dient om een bepaald maximum aan te geven (afregelen van kringen, bepalen van resonantie-punt ca.)

b) Roosterdetector. Bij toenemende roosterwisselspanning zal de anodestroom dalen dus is de anodestroom-meter niet overbelastbaar. Men zal bemerken, dat bij steeds toenemende stuurspanning de meterstroom, na nul te zijn geweest, weer toeneemt ! (plaatdetectie !) Men moet dus in onzekere gevallen even controleren, of bij toenemende stuurspanning de meterstroom rustig daalt. Reeds eerder werd gewezen op de grotere gevoeligheid t.o.v. plaatdetectie, de ingangsdemping, die niet altijd verwaarloosd kan worden en de frequentie-afhankelijkheid van het RC koppellement, terwijl voor de fraaiheid het metersysteem (draaispoel-balansveren) anderom kan worden gemonteerd, zodat het nulpunt van de calibratie links op de schaal ligt. Het begingedeelte van de schaalcalibratie zal vrijwel direct lineair verlopen, het heeft hier dus zin, in dit geval compensatie van de meterstroom toe te passen, hetgeen in een volgend hoofdstuk nader wordt besproken.

Tenslotte kan nog opgemerkt worden, dat om nauwkeurig te kunnen interpoleren de ijk-krommen zo mogelijk recht moeten zijn, daarom heeft het soms zin loga-



rithmische schaalverdeling toe te passen. Bovendien moet de meetfout nagegaan worden voor lage en hogere frequenties, indien daarbij metingen worden uitgevoerd.

Enkele speciale toepassingen.

LAMPVOLT METERS MET DIODE EN TRIODE

Er bestaan vele uitvoeringen van lampvoltmeters, waarin zoowel een diode als een triode worden gebruikt, we kunnen dan twee systemen onderscheiden :

1. de triode dient als wisselspanningsversterker, waarachter de diode als detector staat geschakeld ; de diodestroom is een maat voor de meetspanning. De ingangsdemping kan ca 2 M Ω zijn.

2. De diode dient als detector, de triode als gelijkspanningsversterker ; de anodestroomverlaging is een maat voor de meetspanning. De ingangsdemping is niet altijd te verwaarlozen, het frequentiebereik kan bij zorgvuldige constructie zeer uitgebreid zijn. Men gebruikt meters van 1, 2 of 3 mA. Om een grotere gevoeligheid te bereiken is de meterstroom te compenseren.

Van de onder 1) genoemde combinatie is nog het volgende te zeggen :

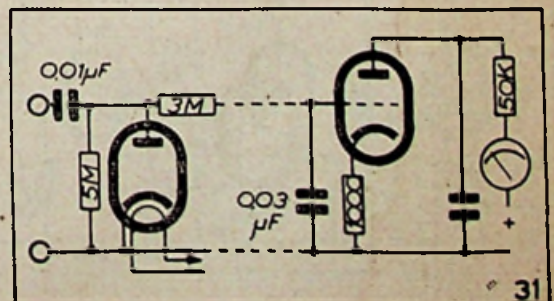
In 't algemeen is als diodestroommeter een zo gevoelig mogelijk type te kiezen. De wisselstroomenergie, die de EBC3 (6Q7) kan leveren bij de geringe anodeinpedantie (diodelekweerstand, parallel met anodeveerstand) is slechts gering zodat men zal bemerken, dat bij toenemende roosterwisselspanning de diodestroom een max. bereikt. Daardoor is bij een anodeveerstand van 50 k Ω en een diodelekweerstand van 15 k Ω een diodestroommeter van 200 μ A aan te bevelen. De kathodeveerstand is niet ontkoppeld om een rechte frequentie-karakteristiek te krijgen (stroomtegenkoppeling). Daarbij is de capaciteit van C₂ zo hoog mogelijk, bv. 1 μ F.

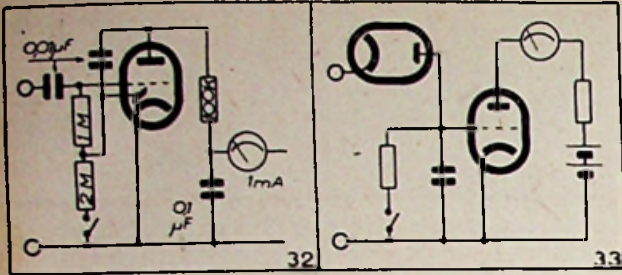
Om het trillen van de meternaald bij lage frequenties te verminderen, moet de meter geshunt worden door een voldoende hoge capaciteit (bv. 25 μ F).

Om de diode-ruststroom te verminderen kan de ene zijde van de meter, inplaats van met de kathode, aan een aftakking van de kathodeveerstand worden verbonden. De gevoeligheid bedraagt ca 0,3 V_{eff}.

Voor vele doeleinden is deze lampvoltmeter zeer handig en voldoende gevoelig. Zie ook fig. 65.

Het systeem, genoemd onder 2) wordt in vele vormen uitgevoerd. In fig. 31 is aangegeven, hoe de diode-detector apart is gemonteerd in een verliesarm huis voorzien van geschikte contactstiften of pennen. De triode gelijkspanningsversterker met het voedingsapparaat is dan met de meter in een ander kastje ondergebracht, dat met de diodedetector gekoppeld is met een





3-draadsnoer (behoeft niet afgeschermd te worden). Zie ook fig. 69.

Om de beschikbare schaalengte van de meter te vergroten en bovendien een grotere gevoeligheid te bereiken, kan de anoderuststroom gecompenseerd worden hetgeen in hoofdstuk IV meer uitgebreid is beschreven.

Dit type lampvoltmeter wordt in vele laboratoria gebruikt, wegens de prettige constructie en groot frequentiebereik (tot 30 Mc). De « diode-meetkop » is direct met de hoogfrequent-spanning voerende punten te verbinden. Om geen variabele spanningsdeling te introduceren, moet de isolatiweerstand van de (ontkoppeld met een mica condensator) roosterleiding zeer hoog zijn.

Rest nog een speciale toepassing van lampvoltmeters met diode en triode, die gebruikt worden als piek-voltmeters voor laagfrequentmetingen.

In fig. 32 en 33 zijn twee verschillende schakelingen aangegeven waarvan de kenmerkende eigenschap is de zg. « slow return ».

Deze methode wordt bij voorkeur gebruikt als « niveaumeter » bij het snijden van gramfoonplaten, als bioscoop-geluidscontrole enz. Bij het sluiten van de schakelaar is dit vertragende effect opgeheven.

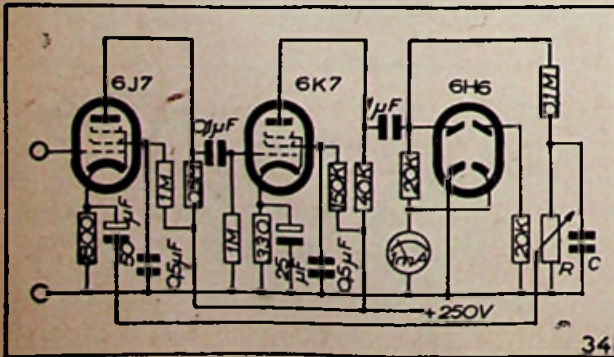
LAMPVOLTMETERVERSTERKERS

Heeft men behoefte aan een grotere gevoeligheid, d.w.z. wil men spanningen meten, die te klein zijn voor het laagste bereik van de lampvoltmeter, dan lijkt het logisch een versterkertrap toe te voegen. We introduceren dan tegelijk enkele factoren, die de meting zeker onbetrouwbaar en soms waardeloos maken. Deze factoren zijn :

1. constantheid van versterking, invloed van ouderen, schommelende voedingsspanningen, verhoging van brom- en ruisniveau enz.
2. versterking afhankelijk van frequentie ; bij lage frequenties t.g.v. de koppelcondensatoren, bij hoge frequenties t.g.v. de parallelcapaciteiten.

Het is echter mogelijk om een voorversterker te bouwen met steile pentoden en lage anodeimpedanties, die tot ca 10-30 MHz binnen enkele dB. constant versterken. De anodeimpedanties worden dan gedeeltelijk inductief uitgevoerd teneinde resonantie te krijgen iets voorbij de meetfrequentiegrens. Dit is echter een dure oplossing, die een zorgvuldig overwogen montage en voortdurende nauwkeurige controlemetingen vereisen.

Voor toonfrequentmetingen is door het gebruik van tegenkoppeling een volkomen rechte frequentiearakteristiek te bereiken, terwijl de onder 1) genoemde factoren practisch hun betekenis verliezen.



In fig. 34 is een dergelijke schakeling aangegeven, bestaande uit twee pentode-versterkertrappen met spanningstegenkoppeling, gevolgd door een diode-voltmeter met ruststroom-compensatie. De stand van potentiometer R geeft gelegenheid de totale gevoeligheid op een bepaalde waarde te corrigeren en de grootte van condensator C is zo gekozen, dat de hoge tonen (20-25 kHz) versterking gelijk is aan de versterking bij bv. 50 Hz. Voorzien van een grote meter-schaallengte (metertype 1mA) en een goede ingangsverzwakker (zie fig. 60) geeft dit geheel een robust, betrouwbaar en nauwkeurig wisselspannings-meetinstrument, dat niet overbelastbaar is, en met een lineaire schaalcalibratie.

In fig. 35 is een uitstekend type meetversterker aangegeven, voorzien van vaste spanningstegenkoppeling over twee pentode-versterkertrappen.

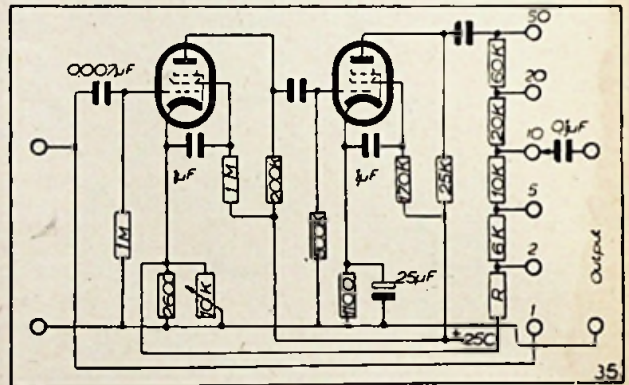
De maximale versterking is 50 maal, en de output is afgetakt op 20, 10, 5 en 2 maal versterking. De weerstand R wordt ingesteld op 4000 ohm van punt 2 naar de nullijn.

Met dit schema zijn metingen uitgevoerd, met de volgende frappante resultaten :

- versterkingval bij 40 Hz en 20.000 Hz : < -1 % ;
- versterkingsvariatie als + B wordt veranderd van 250 V tot 140 V resp. 400 V : < -0,5 % resp. < +0,5 %
- versterkingsvariatie als de gloeispanning wordt veranderd van 6 V tot 7,5 V resp. 5,3 V : < 1 % ;
- maximale onvervormde output : 3 V_{eff}.

Tegengekoppelde schakelingen :

Een bekende en steeds meer gewaardeerde lampvolt-



meterschakeling biedt ons de van ouds bekende « power detector ». De gevoeligheid is gering te noemen ten opzichte van roosterdetectie en zelfs plaatdetectie, maar er zijn enkele zeer belangrijke voordelen aan verbonden.

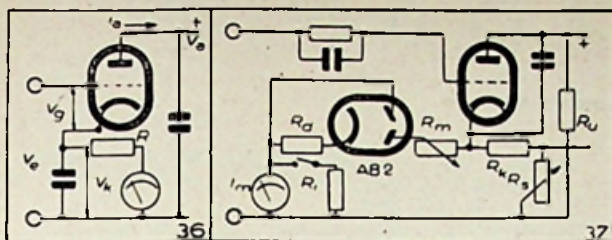
Allereerst kan men door de sterke tegenkoppeling, die veroorzaakt wordt door een hoge kathodeweerstand, een lineaire schaalcalibratie en een vast nulpunt bereiken. Bovendien wordt de aanwijzing zeer weinig beïnvloed door variërende voedingsspanningen, zodat een nauwkeurigheid van 2 % van de eindwaarde goed bereikbaar is.

Het meetbereik wordt slechts begrensd door de doorslagvastheid van de gebruikte versterkerbuis, dit is voor seriebuisen ca 1000 volt !

Men moet echter letten op de gloeidraad-kathode isolatie ; van elke kathode type kan de fabrikant de maximaal toelaatbare isolatiespanning opgeven, en het is niet altijd mogelijk een gloeidraadpen met de kathode te verbinden.

Noemen de we ingangsspanning V_e met de positieve kant aan het rooster (zie fig. 36) de anodestroom. I_a en de belastingsweerstand R, dan zal het kathode potentiaal zich verhogen met toenemende V_e, tot het rooster weer ca V_g negatiever is dan de kathode.

Beschouwen we R met de kathodestroom-meter als



een voltmeter, waarover een spanning V_K ontstaat, dan is af te leiden, dat

$$V_K = \frac{V_a + V_c}{\frac{R_a}{R} + g + 1}$$

Als V_a constant is en

$$R \gg \frac{R_a}{g + 1}$$

wordt dit

$$V_K \approx \frac{V_c}{1 + \frac{1}{g}} + \text{const.}$$

dwz. V_c en V_K zijn recht evenredig! en men verkrijgt een lineaire schaal! Bij voorkeur gebruikte men trioden met grote versterkingsfactor (g) en niet te hoge inwendige weerstand R_a (ca 10 k Ω) zoals RE 904 en AC 2.

Door de sterke tegenkoppeling is de gevoeligheid gering en bedraagt 10-100 V voor volleschaal uitslag van de meter. Dit is bij uitstek geschikt voor gelijkspanningsmetingen. Voor metingen van wisselspanning wordt door de parallel aan E_K liggende capaciteit de topwaarde van de wisselspanning gemeten. De grote mate van onafhankelijkheid van een schommelende voedingspanning blijkt uit het feit, dat een verandering van de anodespanning van 120 tot 240 volt de schaaluitslag slechts 3% veranderde.

Een grotere gevoeligheid is met deze schakeling in principe te bereiken door meterstroom-compensatie toe te passen.

De spanningsafhankelijkheid is dan echter aanzienlijk groter. Nog beter is het een kunstmatig potentiaalpunt te vormen door een tweede triode met kathode-weerstand. Een en ander wordt onder het hoofdstuk « Meterstroom compensatie » nader besproken. Bovendien is aan het eind van dit geschrift een praktische toepassing gegeven van dit principe. Zie fig. 70.

Een bijzondere schakeling wordt toegepast in een lampvoltmeter van de Berliner Physikalischen Werkstätte G.m.b.H.

Om de door de niet-lineariteit van de karakteristiek van de triode ontstane meetfouten op te heffen, wordt de schakeling zodanig veranderd dat de stroom door de parallelweerstand R_K vloeit. Deze schakeling is ook voor wisselspanningsmetingen geschikt. De diodetak (met AB_2) is aangebracht om bij meting van wisselspanningen geen tegenstroom door de draaispoelmeter te laten vloeien. De parallelweerstand R_1 vermindert de gevoeligheid bij gelijkstroommetingen zoveel tot dezelfde

de schaal voor gelijk- en wisselspanningsmetingen (van sinusvormige spanningen!) wordt bereikt. De aanloopspanning van de diode wordt opgegeven door de weerstand R_d .

Deze meetschakeling is bruikbaar tot ca 10 kHz, is niet overbelastbaar, en heeft één lineaire schaal tot 100 Volt.

(Wordt voortgezet).

INDUSTRIEELLE HOOGFREQUENT- VERHITTING

(Vervolg van blz. 184).

die te kennen en de mogelijke toepassing der hoogfrequentverhitting voor een bepaalde werking te vergelijken met de meer klassieke verhittingsmethodes. In vele gevallen zullen verschillende methodes mogelijk zijn en kennis van zaken is vereischt om de meest geschikte aan te raden en te ontwerpen. Het vertrouwen der industrielen moet gewonnen worden voor deze nieuwere methodes, niet door spektakulaire toepassingen maar door resultaten die, van het economisch standpunt gezien, de bepaalde toepassing verrechtvaardigen in vergelijking met de oudere verhittingsmethodes.

Dit nieuw toepassingsgebied der radiotechniek zal heel wat pseudo-bevoegden aantrekken. Ze kunnen echter hier meer schade berokkenen dan in het gewone radio-bedrijf, want één slecht ontworpen hoogfrequent inrichting kan radioontvangst storen over honderden kilometers. Ongetwijfeld zal ook in ons land de bevoegde PTT-dienst kritisch de inrichtingen onderzoeken alvorens een vergunning verleend zal worden.

WISKUNDE EN GRAFISCHE OEFENINGEN

(Vervolg van blz. 173).

Het oppervlak van een regelmatige n -hoek is het n -voud van het oppervlak van een driehoek met het middelpunt van den in- en omschreven cirkel als toppunt en de zijde als basis. Noemen we de hoogte van dien driehoek h dan is het oppervlak gelijk aan

$$n \cdot \times \frac{a \cdot h}{2}$$

(a zijnde de basis).

Zie ook nog (396 - 397 - 398 - 399 - 403 - 404 - 405 - 406 - 407).

INSTITUUT VOOR RADIOTECHNIEK

SCHRIFTELIJKE OPLEIDING TOT HET OFFICIEELE DIPLOMA
RADIOTECHNICUS. ALLE INLICHTINGEN EN GRATIS PROEFLES
OP AANVRAAG.

DEN BURGHSTRAAT, 17, VOORBURG (NEDERLAND)

BIBLIOGRAFIE

3) *The Tapered Transmission line.**Afgetakte transmissielijn.*

(J. W. Milnor, Trans. Amer. Inst. Elect. Engrs. June 1945. Vol. 64, n° 6, blz. 345-346.)

Een afgetakte sectie op een transmissielijn speelt den rol van een transformator, waarbij verscheidene punten van den kring met verschillende impedanties vereenigd kunnen worden, zonder gevaar van fout in de belasting. Ontwerpen voor exponentieele aftakking en fractioneele aftakking zijn beschreven.

4) *Calculating Antenne — Radiation Patterns.**Het berekenen van Antenne stralingskrommen.*

(H. L. Krauss & R. W. Cronshey. Electr. Engrs. N. Y. March 1945. Vol. 64, n° 3, blz. 131-132.)

Geeft enkele wijzigingen, aan te brengen in de mathematische oplossing in 789 van 1945 (Cronshey) welke daarom de grafische voorstelling niet tegenspreken.

5) *The theory of transmission lines.**Theorie omtrent de transmissielijnen.*

(E. N. Dingley Jr. Proc. Inst. Radio Engrs., N. Y. Nov. 1945. Vol. 33, n° 11, blz. 810-812.)

Geeft een bespreking betreffende 1748 van 1945.

ANTENNESTRALING EN TRANSMISSIELIJN

6) *A very high-frequency Aircraft Antenna for the reception of 109 megacycle Localizer Signals.*

Een antenne voor ontvangst van ultra-hooge frequenties van de orde van 109 MHz.

(B. E. Montgomery. Proc. Inst. Radio Engrs., N. Y. Nov. 1945. Vol. 33, n° 11, blz. 767-772.)

Een U-vormige antenne voor 108,3—110,3 MHz-band wordt beschreven. De antenne was bedekt met 3/4 polystyrene om den invloed van water te verminderen. Het verwijderen van dezen « mantel » veranderde de afstemming over 3 MHz, met als gevolg een verminderde ontvangst van 9 db. De ontvangst was 6 db. in alle richtingen en niet meer dan 10 db. beneden een gewone standaard dipoolantenne. De dynamische luchtdruk was 2,5 kg bij 320 Km per uur.

ACOUSTIEK

*Piezo-electrische microfoon.**Electrische microfoon.*

(Wireless World, November 1945, blz. 345.)

Behandelt de invloed der microfoondoos op de microfoonweergave.

2) *The stereophonic soundfilm system, General theory.**Relief klankfilmsysteem.*

(H. Fletcher, J. Soc. Mot. Pic. Engrs., Oct. 1941. Vol. 37, n° 4, blz. 331-352.)

Behandelt een ideaal opname-reproductie-systeem voor 'n gewone zaal. Geluidssterkte en frequentiekrommen zijn weergegeven. De aanpassingen, wegens het zaalgeruis, zijn in detail beschreven. Een opname met drie opnamebanden werd gebruikt om een goede weergave voor een breed tooneel te verkrijgen. De middenband kan gebruikt worden voor « solowerk », indien verlangd. De reden, waarom men eerder met veranderlijke oppervlakte dan met veranderlijke lichtsterkte werkt, werd breedvoerig uitgelegd. Een sterktebereik van 80 db. moest worden samengedrukt onder 50 db. wegens ruimtebeperking op de film. Het ideale verband tusschen ingangssignaal en compressorwinst wordt afgeleid uit stoorgevoel waarbij men een constante aanwinst verkrijgt voor de eerste 50 db. en een winst omgekeerd evenredig met het ingangssignaal, voor de overblijvende 30 db. De noodwendigheid van een stuurkanaal om de winst te sturen, is aangegeven. Het stuurkanaal controleert de drie signaalbanden. Elk kanaal is aangesloten op een magnetischen toongenerator, waarvan de amplitude gestuurd wordt door het peil van het geluid in dat kanaal.

3) *On the playback-loss in the reproduction of phonograph Records.*

(Voortzetting uit Nr. 5).

Omtrent het verlies der opnamen bij de weergave.

(O. Kornci, J. Soc. Mot. Pict. Engrs. Dec. 1941. Vol. 37, n° 6, blz. 569-590.)

Ontleding van verlies in hooge tonen bij weergave van zijdelings gesneden platen opgenomen door middel van een snijnaald met ronde punt, gesneden in V. Het weergaveverlies is onafhankelijk van de amplitude bij de opname. Verliezen kunnen verminderd worden, wanneer men met constante groefsnelheid werkt.

7) *High-Fidelity Headphones.**Koptelefoon voor goede weergave.*

(L. J. Anderson, J. Soc. Mot. Pict. Engrs. Sept. 1941. Vol. 37, n° 3, blz. 319-323.)

De acoustische eigenschappen van trilspeel-koptelefoonen worden behandeld. Lage frequentieweergave wordt verbeterd door het verlies te verminderen welke optreedt achter de « oorkap » (de telefoon dus). Verliezen werden nagegaan door rookproeven. Mechanische vereischten en weergavekrommen worden in het artikel weergegeven.

5) *Multiple-Speaker reproducing systems for motion-pictures.**Weergave-inrichtingen met meerdere luidsprekers voor bioscoop.*

(H. I. Reiskind, J. Cos. Mot. Pict. Engrs. Aug. 1941. Vol. 37, n° 2, blz. 154-163.)

Beschrijft inrichtingen met afzonderlijke, toegevoegde luidsprekers buiten het scherm om een natuurlijke weergave te bekomen. Zulks is niet aan te raden voor spraak. Een inrichting wordt aangegeven, in dewelke men bespreekt hoe, door middel van een veranderlijke lichtvlek aangebracht op de film en gecontroleerd door een fotocel, de amplitudeschommelingen van den uitgang en het volume van de extra-luidsprekers bepaald wordt.

6) *Vita-sound.**Realistische bioscoopweergave.*

(N. Levinson & L. T. Goldsmith, J. Soc. Mot. Pict. Engrs. Aug. 1941. Vol. 37, n° 2, blz. 117-152.)

Steunt op het in werking brengen van verschillende luidsprekers geplaatst achter het scherm en gevoerd door een versterker, gecontroleerd door middel van een fotocel. Deze ontvont lichtvariatics van een speciale strook opzij van den filmband. Ook zijn luidsprekers aangesloten, die vóór het scherm staan.

7) *Inverted speech.**Omgekeerde spraakmodulatie.*

(A. W. Ladner, Marconi Rev. Jan.-Maart 1945. Vol. 8, n° 76, blz. 32-35.)

Tweede reeks beschouwingen, welke het verband nagaan tusschen omgekeerde spraakmodulatie en normale spraak. Proeven werden gedaan waarin enkelvoudige klanken omgezet werden in 1500 Hz en de herkenning ervan door verscheidene luisteraars nagegaan. De meeste klinkers en medeklinkers waren onherkenbaar en de reden hiervan vindt men weergegeven in het energie-frequentie-spectrum. Voor het 1^e deel, zie n° 78 van 1945.

8) *The duplex Loudspeaker.**De « Duplex » luidspreker.*

(J. B. Lansing, J. Soc. Mot. Pict. Engrs. Sept. 1944. Vol. 43, n° 3, blz. 168-173.)

Het is een luidspreker gebruikt voor spraak en muziek. Het gebruikte vermogen is 25 W. Een hoorn voor weergave van hooge tonen is voorzien. Geeft zeer goede geluidsverspreiding tot 15.000 Hz. De hoorn voor hooge tonen heeft een verspreidingsruimte van 60° horizontaal en 40° vertikaal.

(Vervolg op 2° omslagbladzijde).

BON

(Voor de Redactie).

In welke artikels stelt U het meest belang?

Welke onderwerpen zoudt U graag behandeld zien?

.....

.....

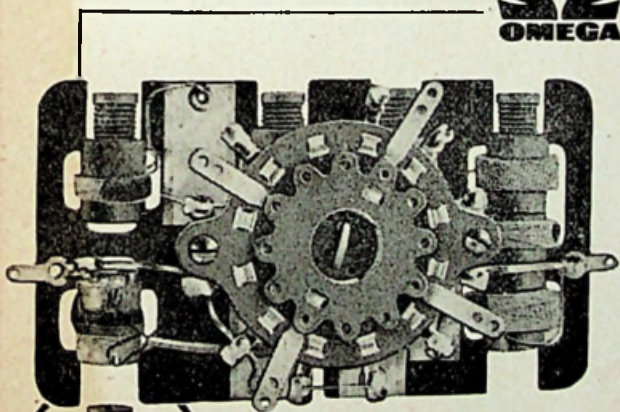
.....

.....

.....

.....

.....



★ ISO FER
Noyau magnétique
à réglage progressif
et freiné.

Equipe aussi
ISO MF 44

ISOBLOC 245

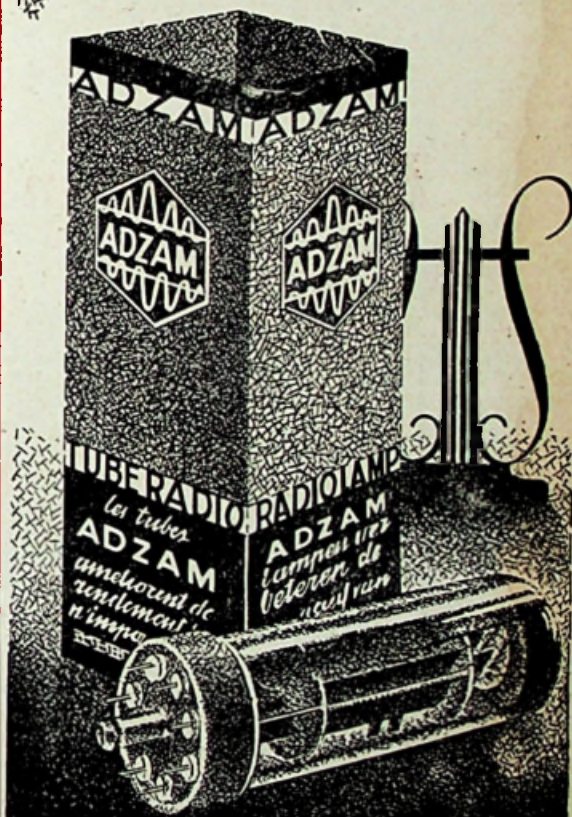
Bloc 3 gammes à
5 circuits réglables
par noyau ISO FER.

SOCIÉTÉ OMEGA

15 rue de Milan, Paris-9^e - Tr 17-60
11-13 rue Songieu, Villeurbanne - Vit 89-90

R.-L. Dupuy.

GEBRUIKT ADZAM LAMPEN IN UWE APPARATEN



ADZAM

A.P.I.

in **UW VAK** GEBRUIKT U

Meetzenders
Meetbruggen
Universele meters
Oscillografen
Lamp testers

Ze vervaardigen is **ONS VAK**

Laboratoria **VANDAMME**

AMERIKALEI, 188

ANTWERPEN - TEL. 751.59