

MAANDELIJKS

FEBRUARI 1946

DE

# RADIO REVUE

3

## INHOUD

Steeds meer... steeds beter.

Vibratoren.

Radiocursus — 2<sup>e</sup> lessenreeks.

Automatische afstemming.

Foto-electrisch effect.

Wij antwoorden.

Wij hebben voor U gelezen.

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



PRIJS : 35 FR.



ALGEMEENE EN TECHNISCHE BOEKHANDEL  
P. H. BRANS



PRINS LEOPOLDSTRAAT, 28 - ANTWERPEN - BORGERHOUT

*levert*

ALLE TECHNISCHE  
BOEKEN

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

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

DE specialist

der Radiotechnische uitgaven voor België en Nederland

=====

CATALOGUS en INLICHTINGEN

GRATIS



DE

RADIO

MAANDBLAD

BEHEER EN REDACTIE :  
PRINS LEOPOLDSTRAAT 28  
ANTWERPEN

REVUE

Februari 1946 — N° 3

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

## Steeds meer... steeds beter

De organisatie van den cursus en van de Radio Revue zelf heeft ons heel wat hoofdbrekens gekost, niet zoozeer omdat de zaak op zichzelf zoo ingewikkeld is, maar vooral omdat op alle denkbare manieren zooveel belemmeringen ontstonden, die weliswaar steeds indirecte gevolgen zijn van den oorlogstoestand of die verband houden met zekere nog steeds van kracht zijnde beperkingen.

Elke dag brengt nieuwe moeilijkheden maar telkens lossen wij ze weer op. Dat is het sportieve, het jeugdige, het frissche, het hoopvolle in onze onderneming en het is de waarborg voor de toekomst onzer cursisten.

Wij blijven niet bij de pakken zitten, wij blijven voor geen enkele oplossing stil staan, wij gaan ze evenmin uit den weg, wij lossen ze op.

Het groote verlangen naar spoedige resultaten, zoo vaak uitgedrukt in zoovele brieven onzer werkelijk belangstellende en overtalrijke cursisten, is mede oorzaak van onze impulsieve bedrijvigheid. Onze taak is echter zwaarder en dat beseffen allen die aan de Radio Revue medewerken. — Sommige dagen is het personeel zoo sterk overbelast dat het werk gedeeltelijk ongedaan blijft en dit geeft wel eens aanleiding tot vertraging in het eene of andere opzicht. Vooral deze vertragingen zullen onze abonneenten niet kunnen waardeeren. Daarin hebben zij gelijk. Enkele vergissingen gebeurden. Er werd over gesputterd en gereclameerd. Onze abonneenten hebben daarin weer gelijk.

Wij zijn juist aan het overwegen of wij daarvoor onze verontschuldigungen zouden aanbieden.

Persoonlijk zijn wij van oordeel, alhoewel het zeer conventioneel is en zelfs beleefd genoemd wordt, dat het toch geen aarde aan den dijk brengt, d.i. de zaak niet weder goed maakt. — Dit laatste is trouwens al lang gebeurd voor al de ons bekende gevallen en wij meenen dat het practischer en doelmatiger is dat de lezers ons even een kaartje schrijven (maar kort a.u.b.) over wat volgens hen niet in orde is.

Wij gaan dus niet conventioneel doen en geen verontschuldigungen aanbieden, maar zullen voortgaan met al de moeilijkheden op te lossen welke ons bekend worden en wij vragen U, ons hierin te willen helpen.

Een groote factor uwerzijds bij dit alles is duidelijk schrift, goed leesbare naam en vooral VOLLEDIG, maar EEN ENKEL ADRES. Doet ge dat, dan ontstaan vele moeilijkheden eenvoudig NIET.

Nu EEN PAAR BELANGRIJKE MEDEDEELINGEN die eigenlijk de titel van dit hoofdartikel rechtvaardigen. 1°) VRAGENRUBRIEK : De met vragenbons ingezonden vragen mogen alleen betrekking hebben op TECH-

NISCHE PROBLEMEN, in verband met de theorie en de practijk der Radiotechniek en aanverwante takken ; (Vragen om commercieele inlichtingen, zooals prijzen, adressen voor dit of dat, dienen afzonderlijk per brief gesteld en wij kunnen niet verzekeren dat zij steeds te beantwoorden zijn).

Onze vragenrubriek heeft niet alleen voor doel, vol-doening te geven aan den inzender der vraag ; we willen deze rubriek veeleer beschouwen als een « reservoir » voor korte behandelingen van onderwerpen en vraagstukken, die alle voor een uitvoerige bespreking niet of althans niet onmiddellijk, in aanmerking kunnen komen. De vragenrubriek moet alle lezers kunnen interesseeren. Daarom vragen wij van uw kant, de vragen zoo duidelijk mogelijk te stellen. De naam van den inzender der vraag zal slechts met de beginletters worden aangeduid. Van onzen kant kunnen wij U verzekeren dat de bijzondere organisatie, die we met het oog op de beantwoording der vragen, in het leven riepen, een volledig succes van deze rubriek waarborgt. De vragenrubriek staat ten dienste van alle abonneenten en LEZERS.

NIEUWE RUBRIEK. — Er blijkt heel wat belangstelling te bestaan voor hetgeen elders verschijnt, maar vreemde boeken en tijdschriften zijn nog zeer moeilijk te verkrijgen. Door het feit dat wij zeer uitgebreide relaties bezitten in alle europeesche landen en ook overzee, is het ons mogelijk een overzicht van de vreemde publicaties te verschaffen. Wij zullen dit onder een zeer speciaal vorm van uittreksels doen, die kunnen uitgeknipt worden om op steekkaarten te plakken, zoodat de geheele stof steeds kan gerangschikt worden naar ieders goedvinden. Wij hopen hiermede in een der eerstvolgende nummers te beginnen.

### BELANGRIJK BERICHT.

BEZOEKEN AAN FABRIEKEN. — Deze behooren tot de practijk van den cursus en voorloopig kunnen alleen de cursisten er aan deelnemen.

Midde Maart 1946 — heeft het eerste bezoek plaats. De cursisten gelieven zich voor deelneming in te schrijven vóór 5 Maart a.s. — Wellicht is het aantal liefhebbers te groot en moeten meerdere bezoeken afgelegd worden. De deelneming geschiedt in de volgorde naar gelang de toetredingen ons toekomen. — U wordt afzonderlijk nader ingelicht betreffende datum, plaats, dag en uur van samenkomst enz. (zie Cursus in dit nummer).

Hebben wij ons woord gehouden ?

(Zie verder blz 71)

P. H. B.



# VIBRATOREN

door Ing. G. DEBRABANDER.

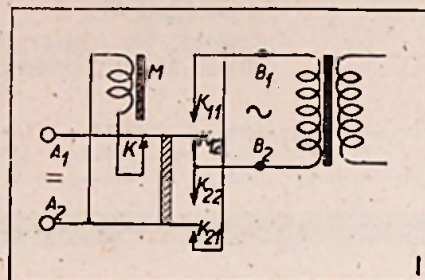
## INLEIDING.

Wanneer een universele ontvanger voor aansluiting op een 110 V-net ontworpen en ontwikkeld wordt, ondervindt men al gauw dat men af te rekenen heeft met verscheidene bezwaren. We kunnen ze in de volgende tabel samenvatten:

- 1) de gloeidraden van de buizen moeten in serie worden geschakeld. Hierdoor kunnen bromspanningen uit het net in het toestel dringen,
- 2) het is in de meeste gevallen omslachtig een voldoende isolatie tegen aanrakingsgevaar te voorzien,
- 3) het is praktisch niet te bereiken, dat het toestel op alle voorkomende netspanningen tussen 110 en 250 V even gunstig werkt.

Het derde bezwaar is het voornaamste. Eindpentoden worden ontworpen om te functioneeren met hooge of lage schermroosterspanning. Geschakeld in een universeel toestel moet men rekening houden met de lagere gering zijn. Schakelt men het toestel op hogere netspanningen dan moet men er zorg voor dragen in de schermroosterleidingen serieweerstanden te schakelen. Bij buizen zoals de CL 2 en de CL 6 die ontworpen zijn voor lage schermroosterspanning wordt bij een 110 V-net de schermrooster- en anodespanning op 90 V geregeld. Wordt het toestel nu gebruikt op een 220 V-net, dan worden schermrooster- en anodespanningen tot 100 V gereduceerd. Bij het omschakelen op de verschillende netspanningen is het ook noodig de luidsprekeraanpassing te wijzigen. Dit gebeurt door de primaire- en de secundaire van den uitgangstransformator anders te schakelen zoodat de gunstigste aanpassing kan verkregen worden.

Ter verduidelijking van dit alles brengen we hier de dynamische gegevens voor gebruik van de CL 6 als enkelvoudige eindversterkerbuis in herinnering.



bonden, die afwisselend contact kunnen maken tegen K11 en K12, resp. K22 en K21. De veeren worden bewogen door den electromagneet M, werkende op een anker dat mechanisch verbonden is aan de veeren A1 en A2. Bevindt de vibrator zich in rusttoestand en zijn de klemmen A1 en A2 nog niet met het net verbonden, dan is de veer A, door middel van het contact K verbonden met de spoel van den magneet. Wordt de vibrator nu op het net aangesloten, dan zal de electromagneet het anker aantrekken, waardoor contact gemaakt wordt tusschen A1 en B1 (via K11) en tusschen A2 en B2 (via K22). Hierbij laat het contact K los. De veeren gaan nu verder tot den maximalen uitslag, keeren dan terug, en zwaaijen ten gevolge van hun traagheid door den nulstand, om contact te maken tusschen A1 en B2, via K12 en tusschen A2 en B1 via K21. Bij het passeeren van den rusttoestand wordt de magneet weer ingeschakeld enz. Zoodoende houdt het mechanisme zichzelf aan den gang.

Het resultaat van het afwisselend contact maken bij K11 en K22 resp. K12 en K21 is, dat een spanning van

Anodespanning	$V_a =$	100 V	200 V	200 V
Schermroosterspanning	$V_{g2} =$	100 V	—	100 V
Schermrooster serie weerstand	$R_{g2} =$	—	27.000 ohms	—
Schermrooster ontkoppelkondensator	$C_{g2} =$	—	32 $\mu F$	—
Kathodeweerstand	$R_k =$	140 ohms	140 ohms	190 ohms
Negatieve roosterspanning	$V_{g1} =$	—3,3 V	—	—9,5 V
Anodestroom	$I_a =$	50 mA	45 mA	45 mA
Schermroosterstroom	$I_{g2} =$	—	4,5 mA	5,5 mA
Steilheid	$S =$	8,5 mA/V	—	8 mA/V
Inwendige weerstand	$R_i =$	12.000 ohms	—	22.000 ohms
Gunstigste aanpassingsweerstand	$R_a =$	2.000 ohms	6.000 ohms	4.500 ohms
Uitgangsvermogen	$W_a =$	2,1 W	2,6 W	4 W

De boven geschetste moeilijkheden hebben ertoe geleid, het bezwaar van de gelijkstroomvoeding te onder- vangen door de gelijkspanning met behulp van een vibrator in wisselspanning om te zetten. Door dit instrument voor te schakelen, wordt een wisselstroomontvanger geschikt gemaakt voor het voeden met gelijkstroom van hetzelfde gebied van netspanningen, zonder dat verdere constructieve wijzigingen noodig zijn. Vibratoren vinden ook nog een algemeene toepassing in auto-radio-ontvangers. Hierover verder meer.

## PRINCIPE EN WERKWIJZE VAN DEN VIBRATOR.

In dit artikel zullen we een aantal met de constructie van vibratoren samenhangende problemen bespreken.

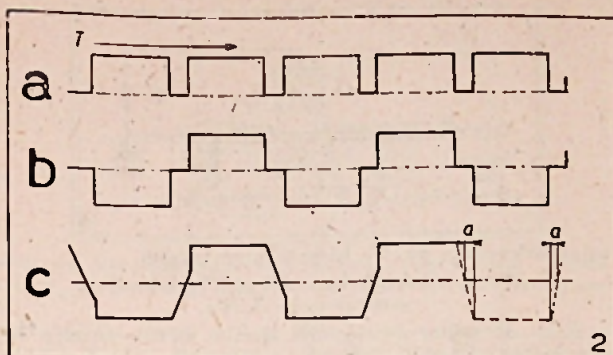
In fig. 1 is de schakeling van den vibrator schematisch weergegeven. De vibrator is op te vatten als een dubbelpolige omschakelaar, bestaande uit de veeren A1 en A2, electrisch gescheiden, doch mechanisch ver-

afwisselend teken op de primaire wikkeling van den transformator staat, waardoor aan zijn secundaire klemmen een gelijkaardige spanning kan verkregen worden. Wordt de secundaire gesloten over een weerstand dan heeft de stroom denzelfden vorm (fig. 2). De primaire stroom is aangeduid volgens 2 a.

Ten gevolge van de zelfinductie van den transformator en van de magneetspoel zou bij een schakeling volgens fig. 1 telkens tijdens het verbreken van een contact tusschen de contactplaatsen een hooge spanning optreden. De hierdoor ontstane vonken zouden den levensduur van de contacten sterk verminderen. Om deze reden worden de contacten met condensatoren overbrugd.

Dit wordt in fig. 3 nader aangeduid. We veronderstellen hier dat de trillende veer juist begint de contacten K11 en K22 te verlaten. De stroom van het net zal dan onmiddellijk worden onderbroken. De stroom van den transformator zal echter nog verder kunnen loopen



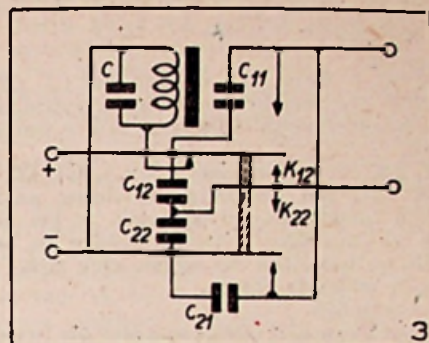


en de condensatoren C11 en C22 laden. Verder zal de stroom afvallen, op een wijze die in hoofdzaak afhangt van de belastingsimpedantie tusschen B1 en B2, de capaciteit van de condensatoren, en de zelfinductie van den transformator.

Wanneer de trillende veer de tegenoverliggende contacten K12 en K21 bereikt, wordt de overgebleven spanning van de condensatoren C12 en C21 kortgesloten. Hierbij ontstaat een sterke kortsluitstroomstoot en neemt de spanning aan de uitgangsklemmen onmiddellijk de waarde van de netspanning aan. In fig. 2 c is het verloop van de uitgangsspanning schetsmatig voorgesteld.

Het bezwaar van de zoojuist genoemde hoge kortsluitstroomsterkte is gemakkelijk op te heffen door in serie met de condensatoren een weerstand te schakelen, die de kortsluitstroom begrenst.

Om te voorkomen dat de hoogfrequente trillingen die ten gevolge van de plotselinge stroomvariatics in den triller ontstaan, tot het net of tot het ontvangtoestel kun-



nen doordringen, geschiedt de aansluiting aan het net zoowel als aan het ontvangtoestel via filters. De complete vibrator bestaat dus uit twee gedeelten en wel :

- 1) de eigenlijke triller,
- 2) het ontstoringsgedeelte.

De in ons land meest verspreide trillers dragen het merk Philips.

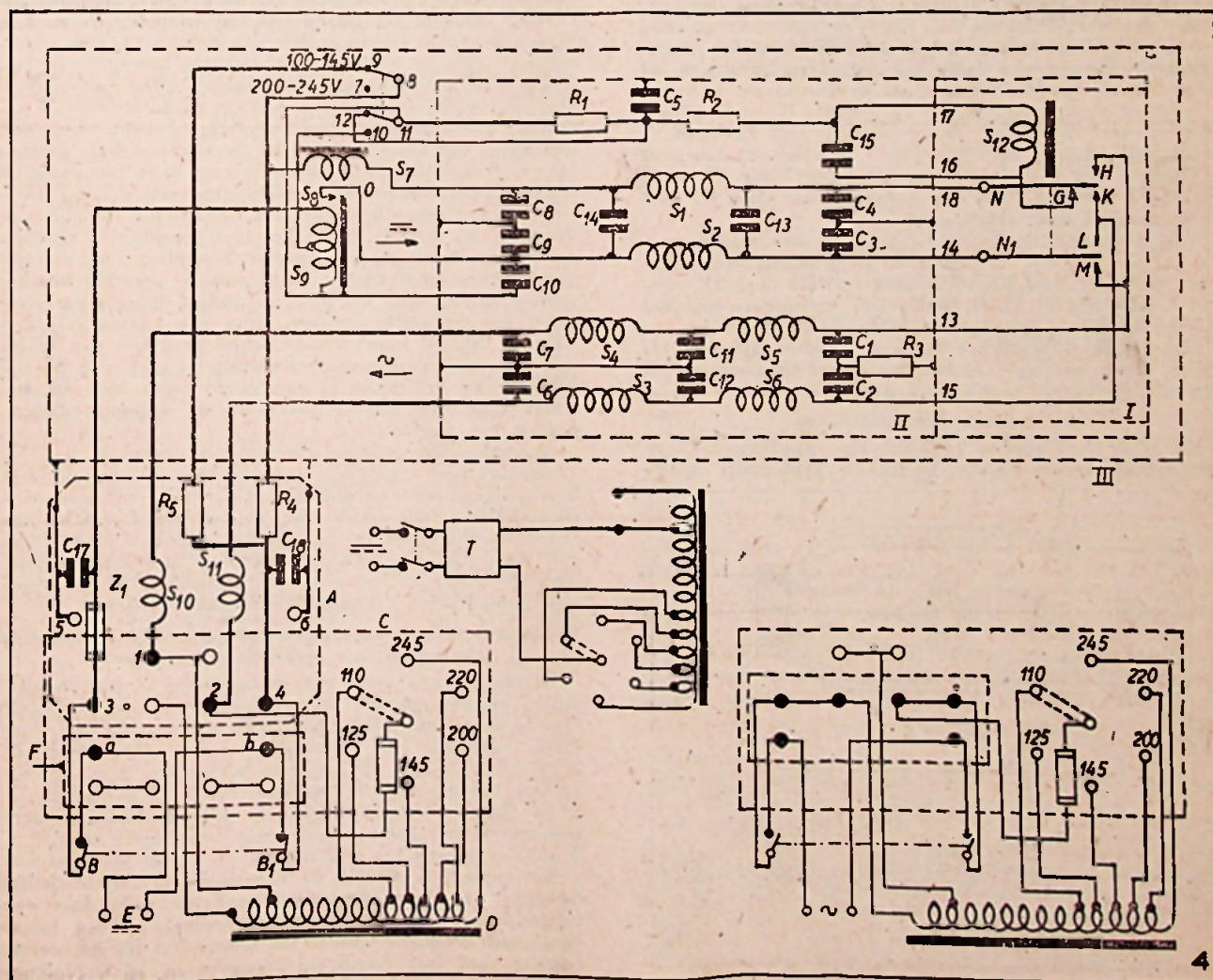
Het is dus niet van belang ontbloom op de constructie van deze trillers in te gaan.

Onder de verschillende door Philips op de markt gebrachte types willen we echter alleen het laatste model : 7882 C beschrijven, en er verder iets over vertellen. We willen dit doen aan de hand van figuur 4 die den vibrator op een gelijkstroomnet aangesloten, voorstelt.

#### ELECTRISCHE BIJZONDERHEDEN VAN DE 7882 C.

A is de aansluitplaat van den vibrator ;

C is de plaat met pennen en spanningsomschakelaar van den ontvanger ;





D stelt de primaire van den voedingstransformator voor;  
E is de netstekker;  
B is de netschakelaar;  
Z is een zekering.

S3, S4, S5, S6, S 10 en S11 vormen met C1, C2, C7, C6, C11 en C12 een ontstoringsinrichting waardoor belet wordt dat hoogfrequente trillingen in den ontvanger terecht komen.

S1, S2, S7, S8, S9 vormen met C3, C4, C8, C9, C13, C14, C17 en C18 een ontstoringsinrichting waardoor belet wordt dat hoogfrequente trillingen in het net terecht komen en storingen verwekt worden in andere ontvangers die op hetzelfde net aangesloten zijn.

N en N1 zijn trillende veeren.

G is het hulpcontact.

S13 is de spoel van den electromagneet die het anker aantrekt.

De eigenlijke triller en het ontstoringsgedeelte zijn ieder in een afzonderlijke afgeschermd ruimte, respectievelijk aangegeven met I en II, ondergebracht. Hierbuiten bevinden zich het maximaal relais en een inrichting voor het omschakelen van den vibrator voor gelijkstroomnetten met verschillende spanningen. Om dit geheel is een tweede afscherming aangebracht (III).

De vibrator is geschikt om aangesloten te worden op gelijkstroomnetten met een spanning van 220 V, zoowel als van 110 V.

Staat het spanningsomschakelplaatje van den vibrator op 110-145 V (geteekende stand) dan is de stroomloop de volgende: net, steker E, contact a, netschakelaar B (contact 3, Z1, S8, S9, R2, S12, G, N, S1, S7, R4/R5, contact 4, netschakelaar B1, contact b, steker E. S12 wordt bekrachtigd en het ankertje waarmee de contactveeren N en N1 zijn verbonden, wordt aangetrokken. (De middenveeren N en N1 zijn mechanisch met elkaar gekoppeld.) Hierdoor worden de contacten H en L gesloten en het contact G wordt onderbroken. Daar N, onder spanning staat via S2, wordt de stroomkring voor een oogenblik gesloten over de primaire van den transformator. De stroom door S12 wordt onderbroken en N en N1 veeren terug door hun ruststand tot wanneer ze contact maken met K en M, terwijl H en L onderbroken worden, waarna de stroomloop zich herhaalt.

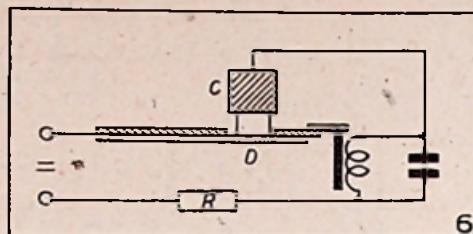
Staat de vibrator op 200—245 V geschakeld, dan gaat de stroom van het electromagneetje niet door S9 maar via S8-R1 over R2. Van den anderen kant staat R5 niet meer parallel over R4.

Van de contacten H, K, L, M is de stroomloop nu: b.v. N1, L, S6, S3, S11, contact 2, spanningsomschakelaar, primaire van de transformatorwikkeling D, contact 1, S10, S4, S5, II. N. Gedurende het andere moment zal de stroom in tegenovergestelde richting lopen.

Het relais 0 onderbreekt den stroom tijdelijk bij kleine overbelastingen, zoodat het onnoodig doorsmelten van de zekering Z1 voorkomen wordt.

#### Mechanische bijzonderheden.

De Heer J. Kuperus (Eindhoven) publiceerde over deze trillers in het Philips Technisch Tijdschrift enkele



bijzonderheden, die we hierna laten volgen.

#### De bevestiging van den triller aan het ontstoringsgedeelte.

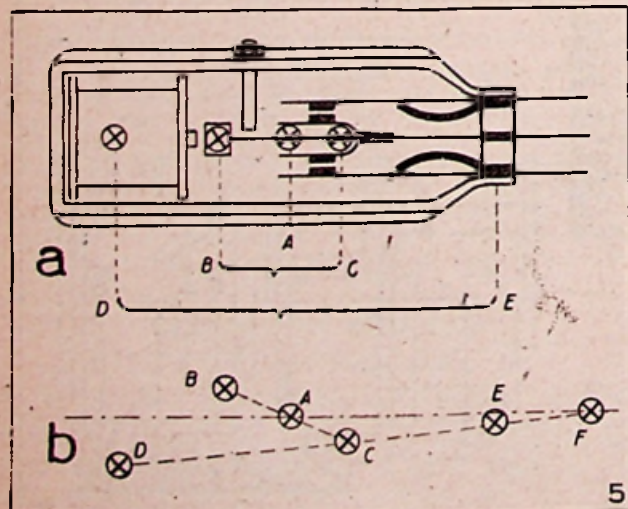
Daar de triller bewegende deelen bevat, zouden bij een starre verbinding tusschen den triller en de andere onderdeelen ook deze laatste, dus b.v. ook het omhulsel, in trilling geraten. Het gevolg hiervan zou zijn, dat geluidstrillingen op de omgevende lucht overgedragen zouden worden. Om dit te voorkomen is de bevestiging van den triller aan het ontstoringsgedeelte op een zoodanige wijze uitgevoerd, dat bij het trillen van de veeren geen beweging op het ontstoringsgedeelte wordt overgebracht. Ter verduidelijking van deze wijze van bevestiging zijn in fig. 5a de zwaartepunten van enkele deelen van den triller aangegeven. A is het zwaartepunt van den geheelen triller. Daar bij de hier te beschrijven wijze van bevestiging door de beweging, die de triller uitvoert, geen uitwendige krachten op den triller uitgeoefend worden, zal bij deze beweging het zwaartepunt A niet van plaats veranderen. Nu is met B het zwaartepunt aangegeven van de bewegende deelen (anker en veeren), terwijl C het zwaartepunt van de rest van den triller voorstelt. Deze rest bestaat uit den electromagneet met spoel (zwaartepunt D), het frame, en de bevestiging van de veeren (zwaartepunt E). Beweegt B zich nu, ten gevolge van een uitwijking van het anker en de veeren, in een bepaalde richting, dan zal, daar A op zijn plaats blijft, C zich in tegengestelde richting bewegen. In fig. 5b is deze beweging van de zwaartepunten voorgesteld. Daar het gedeelte, waarvan het zwaartepunt door B gevormd wordt, geen zuivere translatie uitvoert, maar een beweging, die in het algemeen beschreven kan worden als een translatie van het zwaartepunt B en een draaiing om het zwaartepunt, zal de beweging van de rest eveneens dit algemeene karakter bezitten, waarbij de draaiing, evenals de translatie, in tegengestelde richting geschiedt. Deze gecombineerde beweging van de rest kan beschreven worden als een zuivere draaiing om het punt F in fig. 5b. Dit punt verandert dus bij de beweging, die de triller uitvoert, niet van plaats. Bij den vibrator 7882 C heeft nu de bevestiging van den triller aan het ontstoringsgedeelte uitsluitend plaats in de nabijheid van het punt F, zoodat de beweging van den triller niet meer op de rest van het apparaat overgedragen kan worden.

Daar deze bevestiging veerend uitgevoerd is, kan bij eenigszins ruw transport van den vibrator gemakkelijk beschadiging hiervan ontstaan. Om dit te voorkomen is de eigenlijke triller zoodanig geconstrueerd, dat hij aan het ontstoringsgedeelte bevestigd wordt door middel van een voet, die overeenkomst vertoont met een huishouder. De triller kan dus bij het transport uit het apparaat genomen en afzonderlijk verpakt worden.

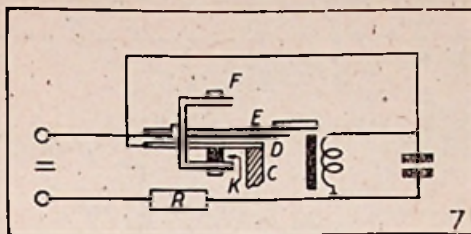
#### Verbeterde uitvoering van het contact voor het schakelen van den stroom door de magneetspoel.

Bij oudere vibratortypen is steeds het contact K zoodanig uitgevoerd, dat de aanslag voor de veer A (zie fig. 1) tevens als contactpunt dienst doet. Hierdoor ontstaat weliswaar een eenvoudige constructie, doch de bezwaren, die aan dit systeem verbonden zijn, hebben er toch toe geleid van deze constructie af te wijken.

In fig. 6 is schematisch de hier bedoelde oudere constructie aangegeven. De vast bevestigde aanslag C dient dus tevens als contactpunt en vormt tezamen met D het contact K uit fig. 1. Een duidelijk inzicht in het bezwaar van deze constructie verkrijgt men door een vergelijking met een hamer, waarmee op een zwaar aanbeeld geslagen wordt. De hamer zal na het eerste contact met het aanbeeld terugveeren en vervolgens







weer op het aambeeld vallen, welk proces zich enkele malen zal herhalen voordat de hamer tot rust gekomen is.

Hetzelfde treedt nu op bij een constructie volgens fig. 6; doordat het contact tusschen C en D «definitief» tot stand gekomen is, wordt dit enkele malen verbroken door het terugveeren van D. Het gevolg hiervan is, dat het onderbreken van den stroom door de magneetspoel een veel grooter aantal malen geschiedt dan noodzakelijk is, wat een ongunstige invloed heeft op den levensduur van het contact.

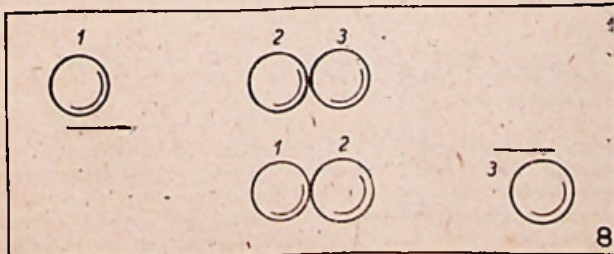
Het principe van de verbeterde constructie is in fig. 7 geschilderd. C is hier weer de aanslag voor de veer D. Nu wordt echter door de electromagneet niet de veer D aangedreven, doch de veer E, waaraan het voorkormig gedeelte F bevestigd is. Het contact K wordt gevormd tusschen dit voorkormig gedeelte en de veer D. Het contact wordt gesloten, wanneer de veer E, dus ook F, zich naar boven beweegt, dus wanneer D niet op C rust. Men zou deze constructie kunnen vergelijken met een hamer, waarmede tegen een licht beweegbaar voorwerp geslagen wordt; hierbij treedt geen terugveeren van den hamer op. Het natrillen van het contact wordt dus door deze constructie voorkomen, waardoor een veel langere levensduur verkregen wordt.

#### Verbeterde uitvoering van de contacten K11 — K22.

Ook bij de contacten, die voor het voortdurend omwisselen van de stroomrichting dienen (fig. 1: K11, K12, K21, K22), treedt vaak het hierboven genoemde ongewenste natrillen op. Het principe van de methode, waardoor men bij deze contacten het natrillen heeft bestreden, wordt het duidelijkst gedemonstreerd door een vergelijking met biljartballen. Treft de in fig. 8 geteekende bal 1, die zich in de pijlrichting beweegt, de stil liggende ballen 2 en 3, dan is het gevolg, dat 1 en 2 blijven liggen of wel zich tezamen nog slechts zeer langzaam verder bewegen, terwijl 3 alleen verder rolt. Hetzelfde geschiedt nu met de veeren van den triller. Zoals in fig. 9 aangegeven is, bevinden zich achter de z.g. zijveeren 2 de extra veeren 3. Wordt nu 2 door 1 getroffen, dan staan 1 en 2 stil of wel zij bewegen zich tezamen nog over een kleine afstand verder, waarbij het contact tusschen 1 en 2 niet meer verbroken wordt. De veer 3 beweegt zich hierbij van de veer 2 af, doch dit heeft geen onderbreking van het contact tengevolge.

#### Begrenzing van de stroomsterkte.

Tijdens het normale bedrijf neemt de vibrator uit het gelijkstroomnet een stroom op, die gegeven is door de belasting aan de wisselstroomzijde. Onder bepaalde omstandigheden kan echter deze stroom tijdelijk een veel te groote waarde aannemen. Dit kan b.v. plaats hebben, wanneer een klein metaaldeeltje tusschen één der contacten K11-K22 mocht geraken. Daar de afstand tusschen de contactoppervlakken in geopende toestand slechts 0,2 mm bedraagt, is een zeer klein geleidend deeltje reeds voldoende om te maken, dat één der contacten te lang gesloten blijft. De primaire wikkeling van

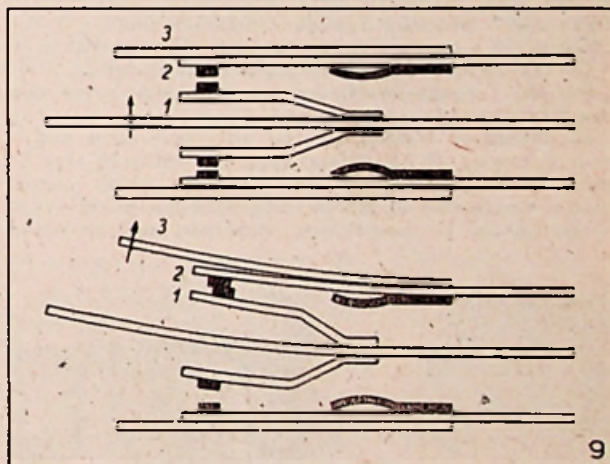


den nettransformator van het radiotoestel is dan gedurende een te lange tijd met het gelijkstroomnet verbonden, waardoor de stroom een te hooge waarde aanneemt. Om beschadiging van triller of nettransformator te voorkomen is in de verbinding tusschen deze beide een smeltveiligheid opgenomen. Daar een storing als hier bedoeld doorgaans van voorbijgaanden aard is, is het doorsmelten van deze veiligheid niet gewenscht. Om deze reden is in de vibrator een maximaal-relais opgenomen, dat bij het optreden van een te groote stroomstoot de verbinding met de contacten K11—K22 onderbreekt. De triller loopt weliswaar door, doch een overbodig doorsmelten van de smeltveiligheid wordt voorkomen. Ook bij het inschakelen van het apparaat kan een groote stroomstoot optreden, waarbij dus eveneens het maximaal-relais in werking treedt.

Op het maximaal-relais zijn drie spoelen aangebracht, die in fig. 4, waarin het volledige vibratorschema geteekend is, met S8, S9 en S7 aangegeven zijn. Wanneer de stroom een bepaald maximum overschrijdt, wordt het contact K1 verbroken. Ook dit contact is, zooals in het schema te zien is, door een condensator overbrugd. Ter begrenzing van mogelijke stroomstooten is in serie met het geheel nog een kleine weerstand R4 geschakeld, die zich in de verbinding van den vibrator met het radio-toestel bevindt.

#### Volledige afscherming.

Het is steeds zeer moeilijk een apparaat, waarin een tamelijk groote warmte-ontwikkeling optreedt, in een volledig gesloten afscherming onder te brengen. Toch is dit voor den vibrator zeer gewenscht met het oog op de sterke storing, die hij anders in de radio-ontvangst kan veroorzaken. Het is nu gelukt het in den vibrator



optredende energieverlies zoo klein te houden, dat het apparaat in een volledig gesloten afscherming, dus zelfs zonder ventilatie-openingen, kon worden ondergebracht. Om een zoo volledig mogelijke ontstoring te bereiken is de afscherming dubbel uitgevoerd. Het kleinhouden van het energieverlies, dus ook van de warmte-ontwikkeling, is bereikt door de bewegende deelen (veeren en ander) zoo klein mogelijk te maken. Hierdoor is een geringe stroom, n.l. slechts 20 mA, in de spoel van de electromagneet M voldoende om den vibrator in beweging te houden.

Het klein houden van het energieverlies komt natuurlijk ook het rendement ten goede. Dit bedraagt bij dezen vibrator ongeveer 90 %.

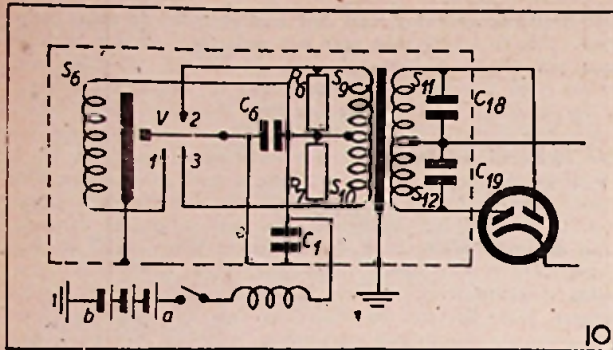
#### Trillers voor auto-radio-ontvangers.

Een van de voornaamste problema's, die in het bijzonder de aandacht vragen van den ontwerper van een auto-radiotoestel is de stroomvoorziening.

Het toestel wordt gevoed door een 6- of 12 volt accumulator. Hieruit volgt dat de gloeidraden der autoradiolampen hiervoor geschikt moeten zijn en bovendien, dat één of andere inrichting moet worden gebruikt om de benodigde, vrij hooge gelijkspanning voor de anoden en de hulproosters te verkrijgen.

Voor het verkrijgen van de anodespanning wordt gewoonlijk gebruik gemaakt van een triller. Een dergelijke





triller heeft in meer moderne toestellen den vorm van een triller-gelijkrichter.

#### Eenvoudige triller.

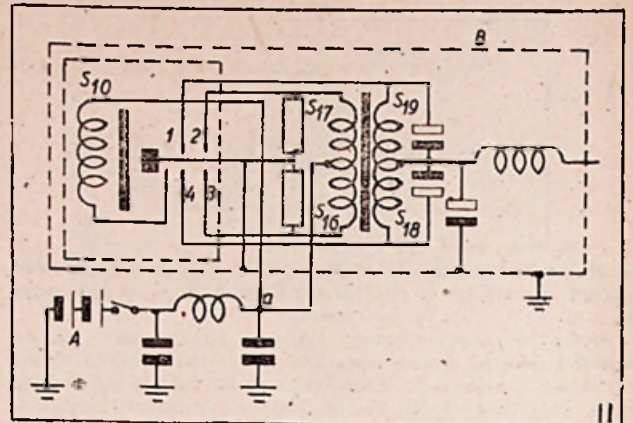
Een schematische voorstelling hiervan geeft fig. 10. De triller is geschakeld in de primaire keten van een specialen transformator en ten gevolge van de onderbrekingen die optreden in de frequentie van 50-100 perioden per seconde, levert de secundaire eene wisselspanning van  $\pm 225$  V. Deze wisselspanning wordt dan evenals dit in ontvangtoestellen voor netaansluitingen het geval is, gelijkgericht en afgevlakt.

Bijzondere maatregelen zijn dan noodig om de door de werking van dezen triller veroorzaakte radiostoringen te onderdrukken.

De triller zelf is afgeschermd. De beteekenis der letters in figuur 10 is de volgende:

- S6: magneetspoel waardoor het anker van de trillende veer wordt aangetrokken;
- S9—S10: primaire van den transformator;
- S11—S12: secundaire van den transformator;
- C1—C6—C18—C19: anti-brom condensator;
- R6—R7: Brugweerstand van de primaire van den transformator.

De klemmen van de batterij zijn verbonden aan a en b (chassis). Bij ruststand raakt de trillende veer V, het kontakt 1. Wanneer de schakelaar wordt aangedraaid, vloeit stroom door S6 waardoor het anker wordt aangetrokken. De kontaktveer verplaatst zich en vormt



sluiting met kontakt 2. Op dat oogenblik is de terugloop a — S9 — kontakt 2 — veer V — chassis gesloten.

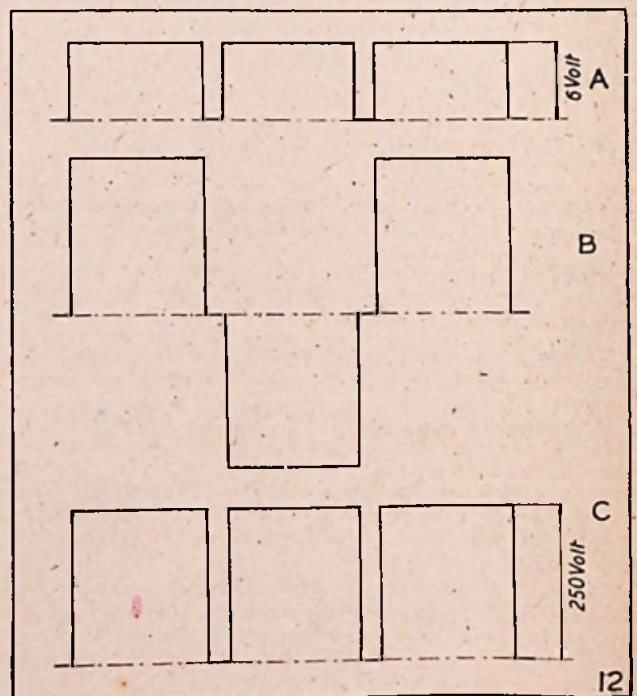
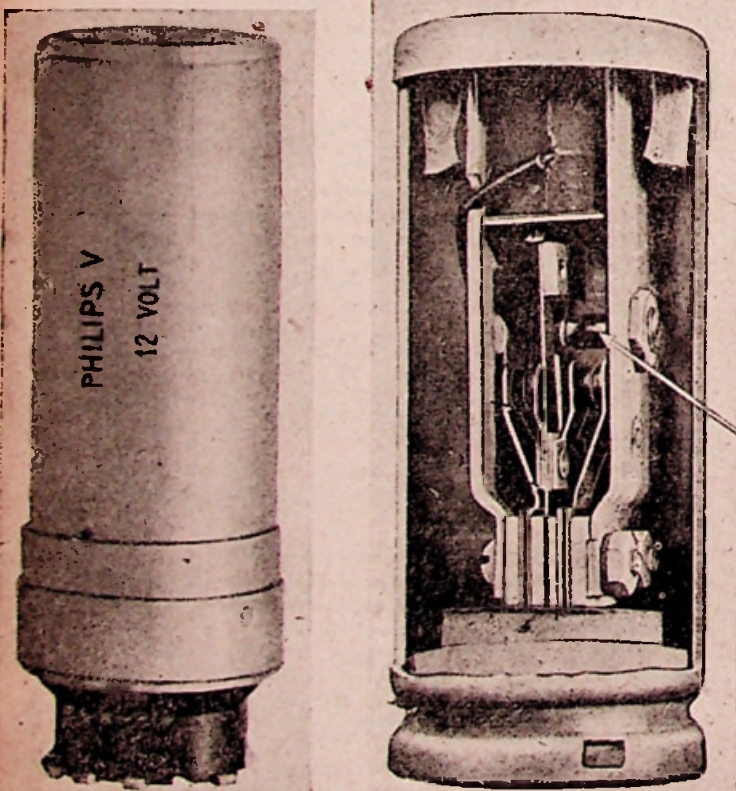
Daar de stroom in S6 onderbroken is, veert V terug en maakt sluiting met kontakt 3 — terwijl het kontakt 2 onderbroken wordt. Ook de stroom in S9 is dan onderbroken, terwijl hij in S10 tot stand komt.

Dit beurtelings tot stand komen en onderbreken van den stroom in S9 en S10 veroorzaakt in de secundaire windingen van den transformator een niet sinusoidalen wisselstroom. De transformator heeft tot doel de spanning op te voeren. Uitgaande van een batterij van 6 V, bekomt men aan de secundaire, spanningen van 250 V. Deze worden geleid over de platen van een gelijkrichterlamp die het toestel van anodestroom en -spanning voorziet. De triller bevindt zich gewoonlijk in een dubbele afscherming.

#### Triller-gelijkrichter.

Iets meer gecompliceerd is de triller-gelijkrichter die voornamelijk in den loop der laatste jaren toepassing heeft gevonden. Hierbij wordt het gebruik van een gelijkrichterlamp overbodig. Schematisch is hij weergegeven in fig. 11. Hier hebben we twee paren kontakten die met de veer sluiting kunnen maken. De stroom wordt weer toegevoerd in a. S16, S17, S18, S19 zijn de primaire en secundaire windingen van een transformator. Het mechanisme van het in beweging zetten is hetzelfde als bij den eenvoudigen triller. Langs de kontakten 2 en 3 wordt de stroom door de spoelen S17—S18 ge-

(vervolg op blz. 96)





# RADIO-CURSUS

## Tweede Lessenreeks

door E. J. I. M. PALMANS.

Errata uit de vorige lessenreeks:

1) Het teeken om een identiteit aan te geven is niet  $\neq$ . Maar wel  $\equiv$ . Het teeken  $\neq$  is intogendeel een symbool voor «is gelijk aan».

2) Fig. 1 werd verkeerd geplaatst; zij hoort thuis onder B-grafische oefeningen.

3) Tweede kolom (grafische oefeningen bl. 41, 8ste regel, lees  $LK2 \neq - 2 \text{ Kg}$ .

4) Grafische oefeningen bl. 41. 8ste regel van onder, lees: lijnsegment.

### ONZE EERSTE BEZOEKEN.

Onze eerste bezoekdag is gepland! Een bewijs te meer, dat we ons programma zoo stipt mogelijk uitvoeren en onzen Radiocursus met den meesten ernst opnemen.

Maar dan mogen we van onze cursisten ook hetzelfde verwachten. In verband hiermee herhalen we, dat er bij ons geen sprake is van diploma's ten geschenke te geven, en ons te gedragen zooals sommige firma's vóór den oorlog, door iemand «techniker» te bombarderen en een schoon ingelijst diploma, desnoods met medailje af te leveren, omdat hij bij hun goede klant was.

Daarom vestigen we er vandaag nogmaals uwe aandacht op, dat voor het oogenblik het eerste vereischte is, ons geregeld de oplossingen der opgegeven vraagstukken toe te sturen; deze zijn gedurende uw studietijd voor ons de eenige controle nopens uw regelmatig werken. (Lees daaromtrent nog eens wat we schreven in nummer 1 blz. 12). *Bedriegt echter vooral uzelf niet* bij het oplossen der vraagstukken, door ons oplossingen toe te sturen die geen «eigen werk» zijn. Dit wil weer niet zeggen, dat gij bij anderen absoluut niet moogt te rade gaan... intogendeel; maar zet zelf uw oplossingen pas op papier, en dit volgens absoluut persoonlijke gedachtengang, als ge zeker zijt het U uitgelegde volkómen te hebben begrepen. We zien nog liever een beken-tenis van «niet kunnen» dan een voor 100 % door anderen opgestelde oplossing. Ook wij kunnen U dan beter helpen.

Om nu terug te komen op onzen bezoekdag: *Zichier op de eerste plaats het programma.*

1) Ochtendbezoek: **DECCA studio's, steenweg op Jette No 218 te BRUSSEL.**

De hoofdingenieur dezer firma (Ir. F. BEGUIN) beloofde ons dit bezoek zoo interessant en zoo aangenaam mogelijk te maken. Hier zult U kennis maken met de opname en vervaardiging van fonoplaten, vervaardiging van piezoelectrische toonopnemers en microfoons, van luidsprekers enz.

*Bijeenkomst om 10 uur in de studio's zelf.* Trams: Noordstatie 7, 10, 13, 14; Beurs 86 en 87; Zuidstatie, correspondentie over Beurs.

2) Om 1 ½ bijeenkomst in het Nationaal Radio en Filmtechnisch Instituut, Victor Rousseaulaan 65, VORST, Brussel.

De bestuurder dezer instelling, Heer Ing. BERNAERT, stelde de zalen ter onzer beschikking voor het inrichten eener bijeenkomst, waarbij de cursisten nader kennis kunnen maken met inrichters en leeraars van den Radiocursus. Van die gelegenheid kunnen de cursisten gebruik maken om hen de noodige technische en administratieve vragen voor te leggen.

3) Om 2 ½ uur vertrek naar de fabrieken S.B.R. De Heer LOHEST, technisch bestuurder der fabrieken, danken wij heel bijzonder voor het belang dat hij toont in de opleiding van geschoolde belgische radiokrachten. Wij zijn er dan ook van overtuigd, dat dit bezoek op

technologisch gebied de grootste vrucht voor U zal afwerpen.

Zooals U ziet, een zeer gevulde, maar voor U uiterst interessante dag!

*Datum van den bezoekdag:* Midden Maart. Dat we deze thans met niet meer juistheid kunnen vaststellen is hierin gelegen: Het aantal ingeschrevenen op onzen Radiocursus is buitengewoon. Moesten allen aan deze bezoekdag deelnemen, dan zouden we gedwongen zijn meerdere dagen te beleggen. *We vragen U dus ons zoo haast mogelijk uwe aanvraag te doen toekomen en eventueel de dag, (niet de datum) die U het best gepast voorkomt (geen Zaterdag).* Het bezoek moet natuurlijk plaats hebben op een werkdag, aangezien 's Zondags de te bezoeken instellingen niet in werking zijn.

Nu zijn er natuurlijk vele onder U, die op werkdagen niet vrij zijn. Misschien kunnen die personen, nu ze zoo vroegtijdig verwittigd zijn, wel een dagje vrijaf bekomen; weldenkende werkgevers zullen hun dit zeker niet weigeren, en zullen intogendeel de werklust en de scholing hunner werkkrachten eerder gunstig beoordeelen en in de hand werken.

Aanvragen tot deelname dienen dadelijk gezonden te worden aan de RadioRevue die U minstens vier dagen op voorhand den juiste bezoekdag zal mededeelen samen met verdere, nuttige inlichtingen.

### ALGEMEENE ELECTRICITEIT.

(Electronica)

door E. J. I. M. Palmans.

*Samenvatting en overzicht der vorige lessenreeks.*

(Hierin verwijzen de cijfers nogmaals naar de betreffende nummers uit E. P.)

1) *Inwendige bouw der stof.*

Een stof bestaat uit moleculen.

Eigenschap- pen (4)	{	raken elkaar niet	
		zijn volkomen veerkrachtig	
		trekken elkaar aan	
		zijn steeds in beweging	
Moleculaire toestand (6)	{	gassen: moleculen volkomen vrij	
		vloeistoffen: beperkte vrijheidgrenslaag	
		vaste stoffen: Moleculen aan vaste plaatsen gebonden	kristallen amorf stoffen

*Moleculen bestaan uit atomen (13-14).*

*Atomen uit kern en electronen (17-18).*

Ion = atoom, dat één electron verloren of opgenomen heeft.

Aangeslagen atoom = atoom, waarbij een electron van zijn normale baan op een verder van de kern verwijderde baan is overgesprongen (zie tijdschrift 1<sup>e</sup> lessenreeks).

Samengestelde stoffen			
Zuivere stoffen (26)	{	Elementen (28)	{ metalen { bevat vrije electronen
		(periodieke tafel)	{ metalloïden { bevat weinig of geen vrije electronen



11) *Electrostatica* (Electronen in incoherente beweging (36)).

Wet van Coulomb

$$H = -\frac{e}{r^2} \quad (40)$$

electrisch veld H — (40)  
electrostatic veld van electron

$$H = -\frac{e}{r^2} \quad (41)$$

krachtvloed = veldsterkte  $\times$  oppervl. 1 H

$$(F = H.S. \cos \alpha) \quad (41)$$

(37)  $P = \frac{1}{2} \frac{Q Q'}{r^2}$

eenheid van lading  $\left\{ \begin{array}{l} \text{e.s.e van lading} \\ \text{Coulomb} = 3.10^9 \text{ ese} \end{array} \right.$

Potentiaal in een punt van het electrostatic veld van een geladen geleider (44)

$$V = \frac{Q}{\epsilon^1} \quad \text{eenheid van pot} \left\{ \begin{array}{l} \text{ese van potentiaal} \\ \text{Volt} = 1/300 \text{ ese} \end{array} \right.$$

Arbeid noodig om de lading + van uit het oneindige tot in een bepaald punt van een + geladen geleider, waar de potentiaal nul is, over te brengen (43)

$$A = QV$$

Arbeid noodig om een lading + over te brengen van een plaats met potentiaal naar een plaats met potentiaal (43)

$$A = Q (V - V')$$

Verband tusschen electrostatic veld en potentiaal (43)

$$H = -\frac{V}{l}$$

Capaciteit van een geleider (46)

$$C = Q/V \quad \text{eenheid van cap} \left\{ \begin{array}{l} \text{cm} \\ \text{Farad} \end{array} \right.$$

Capaciteit van een holvormige geleider

$$C = R$$

Capaciteit van vlakken condensator

$$C = \frac{\epsilon S}{4 \pi l} \quad \left\{ \begin{array}{l} S = \text{opp. plat en} \\ l = \text{afstand id.} \end{array} \right.$$

Condensatoren in parallel :

$$C = C_1 + C_2 + \dots C_n ; C = nC_1$$

Condensatoren in serie :

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} + \dots \frac{1}{c_n}$$

$$c = \frac{c_1}{n}$$

TWEDE HOOFDSTUK.

ELECTRONEN IN GEZAMENLIJKE EENPARIGE BEWEGING.

Par. I. — *Electronengeleiding doorheen metalen.*

In het voorgaande hoofdstuk hebben we de electronen beschouwd in incoherente beweging, als ware, m.a.w. de resultante van de bewegingen der electronen ten opzichte hunner omgeving nul, als ware het « electronegas » in evenwicht ten opzichte van het omringend midden. Vandaar den naam « Electrostatica ».

Thans gaan we integendeel de electronen beschouwen in een gezamenlijke beweging doorheen de middenstof.

Deze electronenbeweging kan eenparig zijn, d.w.z. dat door de electronen in gelijke tijden, dezelfde afstanden worden afgelegd of niet eenparig. Wij zullen ons in dit hoofdstuk bezig houden met het eerste geval.

13) *Electrische stroom en hare richting.*

Telkens wanneer zich de vrije electronen gezamenlijk

in eenzelfde richting bewegen, hebben we te doen met een verplaatsing, (strooming) van electriche lading of met een *electriche stroom*. Deze stroom kan in *wezen* slechts gaan van daar waar er *electronen te veel zijn*, naar daar waar er *ontbreken*; (dus van negatief naar positief geladen lichamen, en niet omgekeerd, zooals men aanvankelijk afgesproken had) (((53))).

14) *Stroomsterkte.*

Beschouwen we een geleider (koperdraad b.v.) met een doorsnede  $s$  en veronderstellen we, dat zich door dien geleider per  $\text{cm}^2$   $n$  electronen bewegen in dezelfde richting en met een snelheid  $v$  per seconde, dan zullen per sec door de doorsnede van dien geleider  $n s v$  electronen gaan. Daar ieder electron een electriche lading draagt, die we hebben voorgesteld door  $(-e)$  zal er zich doorheen de doorsnede van dien geleider per sec een hoeveelheid negatieve electriciteit verplaatsen  $q = n e s v$ .

Een verplaatsing van electriche lading noemen we een electriche stroom; we zullen de sterkte van den stroom bepalen als de verplaatste lading per eenheid van tijd (per sec)

$$I = \frac{Q}{t} \quad \text{of} \quad I = n e s v$$

De eerste formule laat ons toe onmiddellijk de eenheid van stroomsterkte te bepalen; we zullen de  $e s e$  van stroomsterkte hebben als  $Q$  is uitgedrukt in  $e s e$  van lading, de practische eenheid (de Ampère) als  $Q$  uitgedrukt is in Coulomb

1 Ampère = 1 Coulomb per seconde.

[Zie (((55))).]

Opmerking.

De snelheid waarmede de stroom door den geleider gaat is niet deze van de gezamenlijke beweging der vrije electronen, de eerste is, zooals wij later zullen zien, dezelfde als de lichtsnelheid (3.000.000 km/sec); de tweede integendeel is zeer klein; wij noemen die snelheid de *medesleepingsnelheid of driftsnelheid*. Zie eerst (57) daarna (56).

15) *Wet van Ohm.*

Een electronenverplaatsing kan slechts plaats hebben tusschen lichamen, waartusschen een *potentiaal verschil* bestaat.

Welk verband bestaat er tusschen de stroom  $I$  in een metalen geleider en het potentiaalverschil  $V$  aan de klemmen van dien geleider.

Alhoewel dit verband tamelijk eenvoudig langs zuiver electronische beredeneering kan worden bepaald, (58), wil ik U deze beredeneering besparen en bepalen ons met te zeggen, dat experimenteel kan worden aangetoond (((58 - bl. 118))) :

1° dat de stroomsterkte recht evenredig is met het potentiaalverschil  $V$ ;

2° dat de stroomsterkte  $I$  bij een bepaald potentiaalverschil  $V$  afhangt van den geleider zelf, welke in mindere of meerdere mate het doorgaan van den stroom belemmert.

De factor die afhangt van den geleider noemt men den weerstand ( $R$ ), zoodat

$$\frac{V}{I} = R \quad \text{of} \quad V = I R$$

Dit is de wiskundige uitdrukking van de wet van Ohm, (voor ons de voornaamste wet uit de electriciteitsleer).

De weerstand  $R$  van den geleider zal afhangen van de lengte, de doorsnede, en aard van het metaal. Wiskundig kan dit worden vastgelegd in de formule

$$R = C \frac{l}{s}$$

Uit

$$R = \frac{V}{I}$$

bepalen we de eenheid van weerstand,  $e s e$  eenheid en practische eenheid (Ohm)

$$1 \text{ Ohm} = \frac{1 \text{ Ampère}}{1 \text{ Volt}}$$



## 16) Toepassing der Wet van Ohm. (((60))).

a) De wet van Ohm toegepast op gecompliceerde ketens zooals (E.P. fig. 75 en 77), leidt tot de twee z.n. wetten van KIRCHHOFF.

b) Bijzonder belangrijk zijn hierbij de besluiten, betrekking hebbende op de serie- en parallelschakeling van weerstanden.

Merkt op, dat de formules die we bekomen juist andersom zijn als die we vroeger hebben gevonden voor de serie en parallelschakeling van condensatoren. Verwart dus niet!

c) De Wheatstonebrug is de basis van tal van metingen zoowel op gelijkstroom- als wisselstroomgebied. Tracht deze dus zoo goed mogelijk uit te diepen.

## 17) Specifieke weerstand.

Wanneer we in de formule  $R = C/l$  stellen  $l = 1 \text{ cm}$   $s = 1 \text{ cm}^2$ , bekomen we  $R = C$ . De weerstand van een geleider van 1 cm doorsnede bij 1 cm lengte noemen we de *specifieke weerstand*. Deze kan veranderen:

a) met de temperatuur. Deze afhankelijkheid kan «grosso modo» worden vastgelegd in de volgende formule

$$C_{(t)} = C_{(0)} \times (1 + \alpha t)$$

waarin  $\alpha$  bij benadering is  $1/250$  ((zie bl. 126))). De temperatuursafhankelijkheid vindt o.a. hare toepassing in weerstandthermometers en in bolometers. Deze meters zijn in principe niets anders dan een brug van Wheatstone, waarvan de weerstand in één tak verandert met de temperatuur;

b) de weerstand hangt soms ook af van de belichting van de stof. Dit effect vertoont o.a. selenium. Dit feit geeft aanleiding tot de z.g. *fotoweerstandscellen* (zie artikel Foto-electriciteit N° 1 der Radio Revue).

Voor wat de specifieke weerstand aangaat kan deze korte tekst volstaan.

## 18) Energie en arbeidseffect van den elektrischen stroom.

Van zeer veel belang is het nummer (((63))) waarlangs elektronischen weg de bekende en belangrijke wet van JOULE afgeleid wordt.

Hiertoe kunnen we trouwens ook als volgt geraken: We weten uit de vorige lessenreeks (zie samenvatting in dit nummer) dat  $A = QV$  of

$$A = \frac{Q}{t} V$$

en daar

$$\frac{Q}{t} = I$$

hebben we

$$A = I V t.$$

Deze formule geeft ons dus de hoeveelheid *elektrische energie*, welke in een tijdsinterval door een geleider gaat. De energie per sec of het *arbeidseffect* is

$$N = \frac{A}{t} = I V$$

$N$  is uitgedrukt in Watt, als  $I$  bepaald in Ampère en  $V$  in Volt.

In de praktijk gebruikt men meestal de Kilowatt = 1000 Watt.

De wet van JOULE legt de hoeveelheid elektrische energie vast die binnen een metalen geleider in *warmte omgezet wordt*. In geval de geheele elektrische energie in warmte omgezet wordt moeten we slechts het warmte equivalent kennen van de joule, eenheid van arbeid (zie A.P. 1° deel N° 394).

De warmte die in een geleider ontwikkeld wordt bij het doorgaan van den elektrischen stroom is een *verlies* aan arbeidsvermogen en zal dus meestal zooveel mogelijk vermeden worden door den weerstand van den geleider zoo klein mogelijk te kiezen, dus de doorsnede zoo groot mogelijk.

## 19) Toch vindt de warmteontwikkeling van den stroom ook tal van praktische toepassingen.

Onder de in (64) vermelde toepassingen is voor de radiotechniekers vooral van belang de *hittedraadsampèremeter*, een eerste toestel waarmee we kennis maken om stroomen te meten ((E. P. fig. 87)).

Voorloopig slaan we verder alle nummers over tot 69.

## Par. II. — Ionengeleiding in vloeistoffen.

20) Hebben we in de electriciteitsgeleiding doorheen de metalen een voorbeeld van een zuivere electronen verplaatsing, heel anders is het bij de vloeistoffen ((zie 69)).

Hier worden de electronen om zoo te zeggen van de ene zijde naar de andere *overgedragen* door ionen. Dit ladingstransport doorheen de vloeistoffen komt hierdoor tot stand, dat bij oplossing van een chemische stof in water de moleculen door hun onderlinge schokken gesplitst worden in ionen (men noemt dit *electrolytische dissociatie* (((70))).

Aangezien het ladingstransport hier geschiedt bij middel van ionen, gaat dit noodgedwongen gepaard met een transport van materie; dit geeft aanleiding tot z.g. *secundaire reacties* ((71 tot bl. 144, 15° regel van onder)). In ((72, opm. 1)) wordt nog eens duidelijk gewezen op het verschil der geleidbaarheid bij de metalen en de vloeistoffen.

De hoeveelheid stof, die bij die secundaire reacties wordt afgezet, wordt bepaald door de wetten van FARADAY; het ligt voor de hand, dat deze hoeveelheid afgescheiden stof evenredig zijn zal met de elektrische lading die overgebracht wordt, dus met de stroom doorheen de vloeistof en den tijd; verder zullen we van de behandeling dezer wetten voorloopig afzien.

21) De Wet van Ohm en Wet van Joule zijn geldig op de elektrische stroomen doorheen de vloeistoffen.

22) *Specifieke geleidbaarheid*. Desbetreffend geldt dezelfde bepaling als deze, die we geven bij de metalen. Onthouden moet worden dat echter hier de weerstand *niet toeneemt* met de temperatuur, maar integendeel *afneemt*.

23) Tenslotte wijs ik U nog slechts op de *practische toepassing der electrolyse* ((75)) waaronder voor U voornamelijk van belang is de *electrolytische condensator* ((bl. 156)).

## OEFENINGEN.

1) Een klos bestaande uit 1000 meter koperdraad met 0,3 mm2 doorsnede wordt in een kring gebracht, waarin de spanning 110 V is. Bereken de stroomsterkte in den kring, wetende dat de specifieke weerstand van koper is  $1,71 \cdot 10^{-6} \text{ ohm/cm}$ .

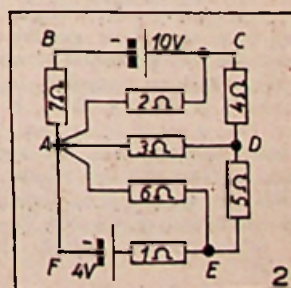
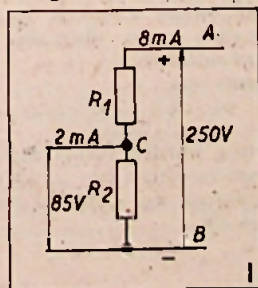
2) Bereken den weerstand van een elektrischen koperen geleiddraad van 800 m lang; de diameter van den draad is 1 mm, de specifieke weerstand van koper  $1,7 \cdot 10^{-6} \text{ ohm/cm}$ . Hoeveel grootter zou de weerstand worden bij een temperatuurverhoging van  $50^\circ \text{C}$ .

3) Een gloeilamp heeft een arbeidseffect van 75 W en staat in een net van 220 V. Bereken de stroomsterkte in de lamp en den weerstand.

4) Een stroom van 10 ampère loopt gedurende 20 sec door een koperdraad met 0,5 mm diameter en 10 m lengte. Hoeveel warmte wordt er in dien draad ontwikkeld? Hoeveel zal de temperatuur van dien draad stijgen, in de veronderstelling dat geen warmte door straling verloren gaat? (Het soortelijke gewicht van koper is  $8,9 \text{ gr/cm}^3$ , de soortelijke warmte  $0,09 \text{ g. cal.}$ , specifieke weerstand  $1,7 \cdot 10^{-6} \text{ ohm/cm}$ .

(Voor de bepaling van soortelijk gewicht en soortelijke warmte zie A.P. deel I.)

5) In de Radiotechniek zullen we dikwijls te doen hebben met z.g. potentiometerschakelingen of spanningsdeulers (zie fig. 1). Twee weerstanden  $R$  en  $R_1$  zijn in serie geschakeld over een spanning van 250 V. Bereken





$R_1$  en  $R_2$  zoo, dat tusschen C en B een spanning ontstaat van 85 V, wetende dat de stroom, die aan de stroombron ontnomen wordt 8 m A is en de kring, die in C aangesloten is 2 m A vraagt.

6) Gevraagd wordt de stroomverdeling te bepalen in de schakeling waarvan het schema geteekend is in fig. 2. (Bij de oplossing mag de inwendige weerstand van de stroombronnen worden verwaarloosd.)

**Oplossing:** We kunnen 4 kringen onderscheiden: I, II, III, IV. Duidt de stroom aan, die vloeit van A over B naar C door  $x$ ; die van A over G naar C door  $y$ ; die van A naar D door  $z$ , en tenslotte de stroom van A over H naar E door  $u$ . De wetten van Kirschhoff toepassend op de vier verschillende ketens bekomen we vier vergelijkingen met vier onbekenden  $x$   $y$   $z$  en  $u$ , die ons toelaten, de gevraagde stroomen te berekenen.

## Wiskunde en grafische oefeningen voor den Radiotechnicus

door E. J. I. M. PALMANS

(vervolg van blz. 42)

### A) — WISKUNDIGE WERKWIJZEN.

#### Par. III — De hoofdbewerkingen.

Het werken met positieve reële getallen kan voor wat de hoofdbewerkingen, optellen, aftrekken, vermenigvuldigen en deelen aangaat, wel als bekend worden verondersteld. Desbetreffend zullen we ons dan ook beperken tot de toepassing dezer bewerkingen op negatieve getallen en letters:

A. 1) **Optellen:** Een optelling van twee getallen, b.v. 2 en 3, beteekent in de grafische voorstelling der getallenreeks een voortschrijden op de getallenrechte (zie fig. 2 vorig nummer), over 3 eenheden, beginnend bij het punt + 2.

Vandaar zal de som van een negatief getal — 2 in een positief getal + 7 het getal + 5 opleveren, vermits men van —2 vertrekkend en over 7 eenheden naar rechts voortschrijdend in het punt +5 aankomt.

$$-2 + 7 = 5$$

Als som der getallen  $a$ ,  $b$  en  $c$ ; bekomt men de uitdrukking  $a + b + c$ , die we niet verder kunnen vereenvoudigen; deze uitdrukking is dus terzelfdertijd het rekenvoorschrift en het resultaat.

De volgorde der « termen » is bij een optelling willekeurig.

Zowel als  $3 + 5 = 5 + 7$  hebben we bij veralgemeening

$$a + b = b + a \quad (1)$$

B. 2) **Aftrekken:** Passen we deze eigenschap eens toe op de optelling

$$-3 + 8 = 5$$

dan bekomt men  $+8 - 3 = 5$  of korter  $8 - 3 = 5$ .

Dit resultaat bekomt men eveneens, wanneer men op de getallenrechte van het punt +8 uitgaande, over 3 eenheden naar links voortschrijdt. De aldus doorgevoerde bewerking is dus feitelijk niets anders dan een *optelling* van een positief en een negatief getal.

Komen in een berekening verschillende optellingen en aftrekkingen voor, dan schrijft men met voordeel eerst alle positieve en dan de negatieve getallen.

$$15 - 9 + 7 + 2 - 4 - 3 + 4 - 3 + 1 =$$

$$15 + 7 + 2 + 1 - 9 - 4 - 3 = 25 - 16 = 9$$

Niettemin kan gelijk bij de optelling ook hier de volgorde der termen naar willekeur worden veranderd.

$$-a - b = -b - a \quad (2)$$

#### 3) Opmerkingen:

Alleen *gelijkaardige grootheden*, dus grootheden met dezelfde dimensies kunnen worden opgeteld of afgetrokken. Zoo min als men een kat van een hond kan aftrekken, kan men liters van meters aftrekken, wel meters van kilometers, want beide zijn lengte-eenheden.

C. 4) **Vermenigvuldiging:** Deze bewerking is niets anders als een vereenvoudigde schrijfwijze voor een optelling van meerdere *gelijke* getallen; een afspraak te meer dus om de zaken te vereenvoudigen.

We schrijven namelijk in plaats van

$$2 + 2 + 2 \quad 3 \times 2 \quad \text{of} \quad 3.2$$

$$a + a + a = a \quad 4 \times a \quad \text{of} \quad 4.a$$

Ieder der getallen, die onderling worden vermenigvuldigd, noemen we een *factor*; het resultaat een *product*.

Bij de vermenigvuldiging kunnen de factoren van plaats worden verwisseld. Zoowel als

$$3 \times 4 \times 5 = 4 \times 3 \times 5 = 4 \times 5 \times 3 \text{ enz...}$$

is ook

$$a.b.c = b.a.c = b.c.a = \text{enz...} \quad (3)$$

4) **Teekens** die bij vermenigvuldiging veel voorkomen zijn de haakjes ( ).

Ge weet, dat de hoofdbewerkingen, optellen, aftrekken, vermenigvuldigen en deelen, *niet* in willekeurige volgorde geschieden mag, zooniet zouden uitdrukkingen als

$$3 + 5 \times 2 + 6$$

absoluut dubbelzinnig worden; deze zou b.v. als uitkomst kunnen hebben 19, of 22 of 43 of 64. Nochtans is 19 alleen de *juiste* uitkomst, omdat men *afgesproken* heeft een vermenigvuldiging uit te voeren vóór een optelling of aftrekking.

Willen we aan die volgorde iets veranderen, dan gebruiken we haakjes. Schrijft men

$$(3+5) \times 2 + 6$$

dan wil dit zeggen, dat de optelling van hetgeen tusschen haakjes staat eerst dient te worden uitgevoerd: het resultaat is:

$$8 \times 2 + 6 = 22$$

Zoo is

$$(3 + 5) \times (2 + 6) = 64$$

$$3 + 5 \times (2 + 6) = 43$$

5) **Merkt verder op dat**

$$(3 + 5) \times 2 \text{ of } (3 + 5).2$$

$$= 3.2 + 5.2 = 6 + 10 = 16$$

dat dus bij veralgemeening

$$(a + b) c = a c + b c \quad (4)$$

d.w.z.: een uitdrukking tusschen haakjes, vermenigvuldigd met een getal is gelijk aan de som van de producten van dat getal met iedere term tusschen haakjes.

Zoo is ook

$$(a + b) (c + d) =$$

$$(a + b) c + (a + b) d = ac + ad + bc + bd \quad (5)$$

Ga zelf maar eens na, door  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , en  $d$  te vervangen door getallen.)

6) **Vermenigvuldiging met negatieve factoren.**

Naar de bepaling van het wezen der vermenigvuldiging is het product  $2 \times -3$ , het getal, dat tweemaal zoo groot is als  $-3$ , dus  $-6$ . Bijgevolg:

$$2 \cdot -3 = -6$$

Bij veralgemeening:

$$a \cdot -b = -a.b = -b.a \quad (6)$$

Worden twee negatieve getallen  $-2$  en  $-3$  met elkander vermenigvuldigd, dan kan de uitkomst niet  $-6$  zijn, daar dat het resultaat is van  $2$  en  $-3$ . Daar deze uitkomst echter reëel zijn moet; kan het alleen positief zijn, dus

$$-2 \times -3 = +6.$$

of algemeen

$$-a \cdot -b = +ab. \quad (7)$$

Dus: *Gelijke voortekens geven een positief product.*

*Ongelijke voortekens een negatief product.*

Voor het rekenen met uitdrukkingen tusschen haakjes volgt hieruit

$$a (b-c) = ab - ac.$$

$$-a (b-c) = -ab + ac$$

De uitdrukking

$$-(a-b+c)$$

is een verkorte schrijfwijze voor  $-1 (a-b+c)$  de uitkomst hiervoor is dus:

$$-(a-b+c) = -a + b - c \quad (8)$$

Staat dus voor een uitdrukking tusschen haakjes —, dan moeten bij weglaten der haakjes alle teekens veranderd worden; + in — en — in +.



### 7) Opmerkingen:

Terwijl optellen en aftrekken alleen met *gelijkaardige* grootheden konden worden uitgevoerd, is dit bij vermenigvuldiging niet het geval. Zoo b.v. :

Inhoud of volume = basis oppervlak  $\times$  hoogte.  
Het oppervlak wordt uitgedrukt in cm<sup>2</sup>, hoogte in cm.

Arbeid = kracht  $\times$  weg

kracht wordt uitgedrukt in dynes, weg in cm.

Bij vermenigvuldiging van grootheden met gelijke of andere grootheden ontstaan grootheden met *nieuwe dimensies*.

### D. 8) Deeling.

De deeling kan opgevat worden als een vermenigvuldiging van een getal met een echte breuk.

$$6 : 2 = \frac{6}{2} = 6 \cdot \frac{1}{2} = 3$$

Voor de deeling zullen dus dezelfde regels gelden als voor de vermenigvuldiging. Zoo is volgens form. 4

$$(a+b) : c = \frac{a+b}{c} = \frac{1}{c} (a+b) = \frac{a}{c} + \frac{b}{c} \quad (9)$$

En omgekeerd

$$\frac{a}{c+d} + \frac{b}{c+d} = \frac{1}{c+d} (a+b) = \frac{a+b}{c+d}$$

Volgens vergelijking (5) is

$$\frac{2}{-3} = 2 \cdot -\frac{1}{3} = -\frac{2}{3}$$

Bij veralgemeening

$$\frac{-a}{b} = \frac{a}{-b} = -\frac{a}{b} \quad (10)$$

Volgens vergelijking (7)

$$\frac{-3}{-5} = -3 \cdot -\frac{1}{5} = +\frac{3}{5}$$

of bij veralgemeening

$$\frac{-a}{-b} = +\frac{a}{b} \quad (11)$$

Bij deeling geldt betreffende de teekens dus dezelfde regel als bij vermenigvuldiging.

Het rekenen met breuken kan als bekend worden verondersteld; wij zullen desbetreffend uw geheugen wat ophelderen met twee voorbeelden :

$$1) \quad \frac{3a}{7} + \frac{4a}{9} = \frac{3 \cdot 9a}{7 \cdot 9} + \frac{4 \cdot 7a}{9 \cdot 7} = \frac{27a + 28a}{63} = \frac{55a}{63}$$

$$2) \quad \frac{11}{14x} - \frac{16}{21x} = \frac{11 \cdot 21}{14 \cdot 21x} - \frac{16 \cdot 14}{21 \cdot 14x} = \frac{231 - 224}{294x} = \frac{7}{294x} = \frac{1}{42x}$$

Bij de deeling heet het getal, dat moet gedeeld worden *Dividend*, het getal waardoor gedeeld wordt de *deeler*, de uitkomst het *quotient*. Een deeling kan *opgaan* of *niet opgaan*.

In het eerste geval zal :

$$\text{Deeltal} = \text{deeler} \times \text{quotient} \quad (12)$$

in het tweede geval blijft er ons een « rest » en geldt

$$\text{Deeltal} = \text{deeler} \times \text{quotient} + \text{rest} \quad (13)$$

Verder weet iedereen dat :

$$\text{wanneer} \quad \frac{a}{b} = \frac{c}{d} \text{ is ook } \frac{b}{a} = \frac{d}{c} \quad (14)$$

Wijzen we ook even op de bijzondere betekenis van de deeling van het getal 1.

$$1 : a = \frac{1}{a}$$

Dit is de z.g. *omgekeerde* of *reciproke* waarde van a.

De deeling  $3 : \frac{4}{5}$  geeft wanneer men  $\frac{4}{5}$  schrijft als een tiendeelige breuk :

$$\frac{3}{\frac{4}{5}} = \frac{3 \cdot 5}{0,8} = 3 \cdot \frac{1}{0,8} = 3,1,25 = \frac{5,3}{4} = \frac{5}{4} \cdot 3$$

Bij veralgemeening kunnen we dus schrijven :

$$\frac{a}{\frac{b}{c}} = \frac{a \cdot c}{b} = a \cdot \frac{c}{b} \quad (15)$$

Deeling van een getal door een breuk is dus het product van dat getal  $\times$  het omgekeerde van die breuk.

9) Opmerking. Bij deeling van grootheden door getallen ontstaan geen nieuwe grootheden.

$$\frac{10 \text{ Volt}}{2} = \frac{1}{2} 10 \text{ V} = 5 \text{ V}$$

Daarentegen ontstaat zooals bij vermenigvuldiging bij deeling eener grootheid door een andere een nieuwe grootheid :

$$\frac{\text{Spanning (Volt)}}{\text{Spanning (ampère)}} = \text{weerstand (ohm)}$$

## Par. IV. — MACHTEN EN WORTELS.

### A) Machtverheffing.

1) Volgens de wet van Ohm hebben we

$$I = \frac{E}{R} \text{ of } E = I \cdot R.$$

Het electrisch vermogen wordt gegeven door

$$N = E \cdot I$$

Willen we het vermogen uitdrukken bij middel van stroom en weerstand, dan bekomen we

$$N = I \cdot R \cdot I$$

In dat product komt de factor I tweemaal voor; dat schrijven we niet, maar we *spreken af* in dat geval I<sup>2</sup> te schrijven.

In het algemeen : Wanneer in een product een factor a b.v. n maal voorkomt schrijven we a<sup>n</sup>, m.a.w.

a<sup>n</sup> is het product van n factoren a (16)

a<sup>n</sup> noemt men de n<sup>de</sup> macht van a, n is de z.g.n. *exponent*, a de *basis* der macht.

Voor het rekenen met geheele positieve exponenten gelden de volgende regels : Deze kunnen steeds door U zelf gemakkelijk bewezen worden, indien ge maar goed in het oog houdt, dat een macht slechts een verkorte schrijfwijze is voor een product van gelijke factoren.

### 1) Optelling en aftrekking.

$$2a^2 + 3a^2 = a^2 = a^2 + 2^2 + 2^2 + a^2 + a^2 = (2+3)a^2 = 5a^2$$

dus in het algemeen :

$$p a^n + q a^n = (p+q) a^n \quad (17)$$

daarentegen

$$a^n + b^n \text{ is niet } (a+b)^n \quad (18)$$

omdat we met een verschillende basis te doen hebben.

We hebben wel

$$(a+b)^2 = (a+b)(a+b) = a^2 + ab + ab + b^2 \text{ of}$$

$$(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2 \quad (19)$$

Zoo ook

$$(a+b)^3 = a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3 \quad (20)$$

(19) en (20) zijn te onthouden als zoogenaamde *merkwaardige producten*.

### 3) Vermenigvuldiging.

$$a^2 \cdot a^3 = a \times a \times a \times a \times a = a^5$$

Bij veralgemeening hebben we dus voor een product van twee machten van een zelfde basis

$$a^n \cdot a^m = a^{n+m} \quad (21)$$

dus *exponenten optellen*



4) Deeling.

$$\frac{a^5}{a^2} = \frac{\overset{a}{\times} \overset{a}{\times} \overset{a}{\times} \overset{a}{\times} \overset{a}{\times} a}{\overset{a}{\times} a} = a \times a \times a = a^{5-2} = a^3$$

Bij veralgemeening

$$\frac{a^m}{a^n} = a^{m-n} \quad (22)$$

dus exponenten aftrekken.

5) Machtverheffing (machten van machten)

$$(a^2)^3 = a^2 \cdot a^2 \cdot a^2 = a^{2+2+2} = a^{3 \cdot 2} = a^6$$

Bij veralgemeening

$$(a^n)^m = a^{n \cdot m} = a^{m \cdot n} = (a^m)^n \quad (23)$$

dus exponenten vermenigvuldigen.

6) Machten met negatieve basis.

$$\begin{aligned} (-a)^2 &= -a \times -a = +a^2 \\ (-a)^3 &= -a \times -a \times -a = -a^3 \end{aligned}$$

Een macht van een negatief getal is *positief* wanneer de exponent even is, *negatief* wanneer de exponent oneven is.

7) Machten met exponent « 0 » en geheele negatieve exponenten.

De beteekenis van  $a^0$  volgt onmiddellijk uit de volgende redeneering:

Voor  $a^0$  kan men bijvoorbeeld schrijven  $a^{3-3}$ . Volgens (22) hebben we

$$a^{3-3} = \frac{a^3}{a^3} = \frac{a \cdot a \cdot a}{a \cdot a \cdot a} = 1$$

dus

$$a^0 = 1 \quad (24)$$

Ieder getal in een macht 0 is gelijk aan 1.

Zoo kunnen we ook de macht met een negatieve exponent als het quotient van twee machten met positieve exponent schrijven. B.v.

$$\begin{aligned} a^{-2} &= a^{3-5} = \frac{a^3}{a^5} = \frac{a \cdot a \cdot a}{a \cdot a \cdot a \cdot a \cdot a} \\ &= \frac{1}{a \cdot a} = \frac{1}{a^2} \end{aligned}$$

dus bij veralgemeening:

$$a^{-n} = \frac{1}{a^n} \quad (25)$$

8) Toepassing in de techniek.

Van bijzondere beteekenis met het oog vooral op de eenheden zijn de machten van het getal 10.

$$10^2 = 100 \quad 10^{-1} = \frac{1}{10} = 0,1$$

$$10^3 = 1000 \quad 10^{-2} = \frac{1}{100} = 0,01$$

$$10^6 = 1000000 \quad 10^{-6} = 1/1000000 = 0,000001 \text{ enz.}$$

In de physica en techniek komen dikwijls grootheden voor die zeer groot of zeer klein zijn. De snelheid van het licht bedraagt 300.000 km/sec = 30.000.000.000 cm/sec. Is het niet korter te schrijven  $3 \times 10^{10}$  cm/sec?

Positieve machten van 10 geeft een getal met zooveel nullen achter 1 als de exponent der macht bedraagt. Negatieve machten van 10, zooveel nullen voor 1 als de exponent der macht bedraagt, de nul voor de komma inbegrepen.

GRAFISCHE VOORSTELLING VAN MACHTEN.

De macht  $y = x^2$  geeft voor de verschillende waarden van  $x$ :

x =	-3	-2	-1	0	0,2	0,5	1	1,5	2	3
y =	9	4	1	0	0,04	0,25	1	2,25	4	9

Wanneer we die punten afzetten in een coördinatenstelsel, krijgen we de grafische voorstelling van de functie  $y = x^2$ .

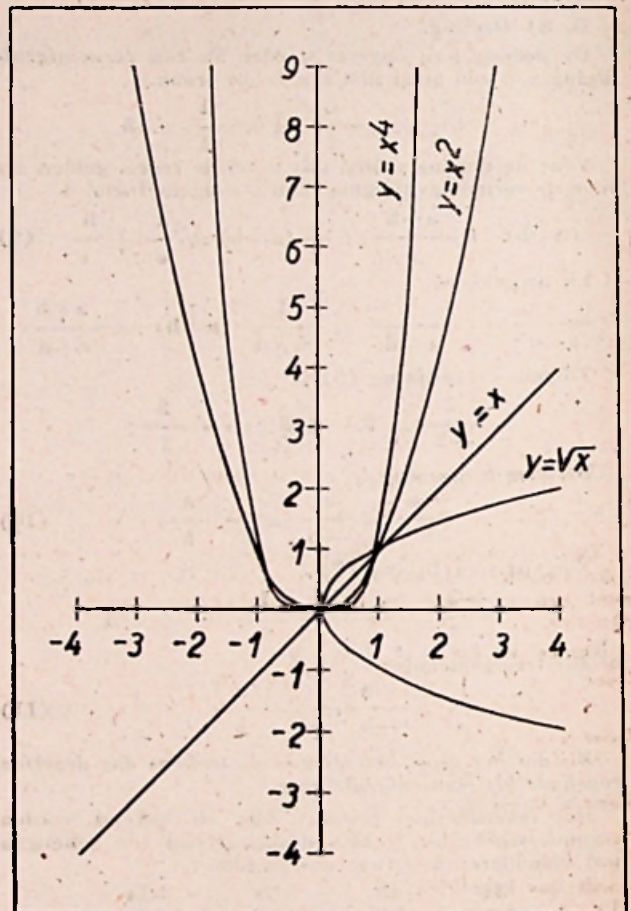


Fig. 4 toont dat bij iedere waarde van  $x$  één positieve waarde hoort van  $y$ , maar omgekeerd bij iedere waarde van  $y$ , twee waarden van  $x$ . Zoo hoort b.v. bij  $y = 2,25$   $x = 1,5$  en  $x = -1,5$ .

De omgekeerde functie van  $y = x^2$  is eveneens in fig. 4 ondergebracht, zij ontstaat door spiegeling ten opzichte der lijn  $x = y$  en geeft de waarden van  $y$  aan, die met zichzelf vermenigvuldigd de daarbij behorende waarden van  $x$  geven. Zoo behooren bij  $y = \pm 2$  de waarden  $x = 2^2 = (-2)^2 = +4$ .

Dat getal  $y$  noemt men de wortel (de vierkantswortel van  $x$  en schrijft

$$y = \sqrt{x}$$

De wortels worden onder de rubriek « werkwijzen » uitvoeriger behandeld.

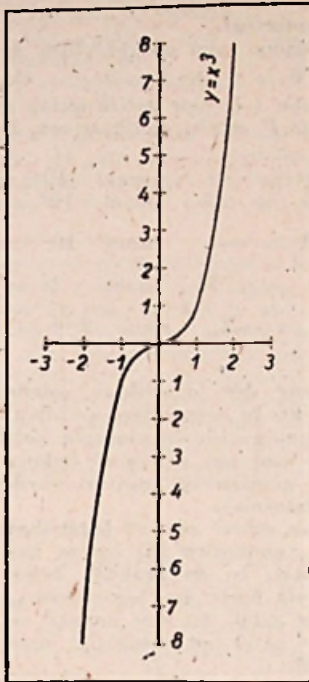
De kromme, welke wij bekomen hebben voor de functie  $y = x^2$  is een zogenaamde *parabool*, deze kromme is symmetrisch ten opzichte der  $y$ -as.

De kromme  $y = x^3$  geeft een kromme, die voor positieve waarden van  $x$  naar boven, voor negatieve waarden van  $x$  naar beneden gaat (fig. 5).

$y = x^4$  geeft weer een parabool gelijk  $y = x^2$  enz.

Heel andere krommen krijgen we voor machten met geheele negatieve exponenten, na hetgeen we reeds gezien hebben kunt U deze zelf heel gemakkelijk construeeren.





Oefening 6°. — Construeert in eenzelfde figuur

$$y = x^{-1} \quad y = x^{-2} \quad y = x^{-3} \quad y = x^{-4}$$

Van veel belang is verder de functie  $y = a^x$ . Dergelijke functies, die als basis een constante en als exponent een variabele hebben, noemt men *exponentieele functies*.

Nemen we b.v.  $y = 2^x$ .

Voor	$x = -3$	$-2$	$-1$	$0$	$1$	$2$	$3$	$4$
	$y = 1/8$	$1/4$	$1/2$	$1$	$2$	$4$	$8$	$16$

Voor  $x = \infty$  :

$$y = 2^\infty = 2 \times 2 \times 2 \dots = \infty$$

Voor  $x$  is  $-\infty$  :

$$y = \frac{1}{2^\infty} = \frac{1}{\infty}$$

wordt dus heel klein, 0.

Oefening 7°. — Construeert de functies

$$y = 2^x \text{ en } y = 3^x$$

In de exponentieele functie  $y = 2^x$  waarbij de exponent veranderlijk is behoort bij iedere waarde van  $x$  een bepaalde waarde van  $y$ .

Uit die grafische voorstelling kunnen we echter omgekeerd de waarde zoeken van  $x$ , die behoort bij een bepaalde waarde van  $y$ . We bekomen dan een functie die het omgekeerde is der exponentieele functie. Dergelijke functies noemen we *logarithmische functies*. Men schrijft ze als volgt :

Bij  $y = 2^x$  behoort als logarithmische functie  $x = {}^2\log y$ , lees :  $x$  is logarithme van  $y$  voor de basis 2.

Bij  $y = 3^x$  behoort als logarithmische functie  $x = {}^3\log y$ .

In de « Wiskundige werkwijzen » komen we hier nader op terug.

#### B. 9) Worteltrekking.

##### 1) Wortels van positieve getallen.

$$\sqrt{4} = \pm 2 \text{ omdat } (\pm 2)^2 = 4 ;$$

$$\sqrt[3]{8} = 2 \text{ omdat } (2)^3 = 8$$

Algemeen :  
wanneer

$$y = \sqrt[n]{x} \text{ is } y^n = x \quad (26)$$

Worteltrekking is dus het omgekeerde van machverheffing.

##### 2) Meerwaardigheid van wortels.

De  $\sqrt[3]{8}$  heeft echter buiten 2 nog twee andere resultaten, namelijk

$$(-1 + j\sqrt{3}) \text{ en } (-1 - j\sqrt{3})$$

want beide complexe getallen in de derde macht verheven, leveren 8 op.

De  $\sqrt[4]{81}$  heeft vier uitkomsten  $+3, -3, +3i$  en  $-3i$ , want al deze, verheven in de 4<sup>o</sup> macht geven 81.

Zoo b.v.  $(3j)^4 = 3^4 j^4 = 81 \cdot j^2 \cdot j^2 = 81 \cdot (-1) \cdot (-1) = 81$ .

Een wortel van de  $n^o$  macht levert dus steeds  $n$  uitkomsten.

##### 3) Wortels van negatieve getallen.

$\sqrt{-4}$  levert geen reële uitkomsten, zoo hebben we vroeger reeds gezien, maar twee imaginaire uitdrukkingen  $+2j$  en  $-2j$ .

Dit zal het geval zijn voor alle evenmachtswortels van negatieve getallen.

##### 4) Wortels kunnen geschreven worden als machten met gebroken exponenten.

Voor  $\sqrt[n]{a}$  kunnen we ook schrijven  $a^{1/n}$  want volgens (26) moet  $(\sqrt[n]{a})^n = a$  zijn. Van den anderen kant hebben we

$$(a^0)^2 = a^{1/2} a^{1/2} = a^{1/2+1/2} = a$$

zoodus is  $\sqrt[n]{a}$  hetzelfde als  $a^{1/n}$ .

Bij veralgemeening zullen we dan kunnen schrijven

$$\sqrt[n]{a} = a^{1/n} \quad (27)$$

want

$$(\sqrt[n]{a})^n = a = (a^{1/n})^n = a^{1/n \cdot n} = a$$

Hiermede hebben we alle worteltrekking uit grootheden feitelijk terug gevoerd tot de machverheffing en kunnen de betrekkingen en regels, die we daar gevonden hebben, ook hier worden toegepast.

##### 5) Optelling en aftrekking van wortels.

Bij de vermenigvuldiging konden alleen gelijknamige machten van een zelfde getal worden opgeteld.

Ook hier geldt dus, dat

$$\sqrt[n]{a} + \sqrt[n]{b} \text{ nooit gelijk is aan } \sqrt[n]{a+b} \quad (28)$$

Wel kan b.v. geschreven worden

$$2\sqrt[n]{a} + 3\sqrt[n]{b} = 5\sqrt[n]{b}$$

of bij veralgemeening

$$p\sqrt[n]{a} + q\sqrt[n]{a} = (p+q)\sqrt[n]{a} \quad (29)$$

##### 6) Machten van wortels.

$$(\sqrt[n]{x})^m = \sqrt[n]{x^m} = x^{m/n} \quad (30)$$

Inderdaad volgens hetgeen we bij de machverheffing hebben gezien geldt :

$$\sqrt[n]{x^m} = (x^{1/n})^m = a^{m/n} = \sqrt[n]{x^m}$$

##### 7) Vermenigvuldiging van wortels.

$$\sqrt[n]{a} \sqrt[n]{b} = \sqrt[n]{ab} \quad (31)$$

want

$$\sqrt[n]{a} \sqrt[n]{b} = a^{1/n} b^{1/n} = (ab)^{1/n} = \sqrt[n]{ab}$$

op analoge wijze kan b.v. bewezen worden dat :

$$p\sqrt[n]{a} = \sqrt[n]{p^n a} \quad (32)$$



8) Deeling van wortels.

$$\frac{\sqrt[n]{a}}{\sqrt[n]{b}} = \sqrt[n]{\frac{a}{b}} \quad (33)$$

want

$$\frac{a^{1/n}}{b^{1/n}} = \left(\frac{a}{b}\right)^{1/n}$$

9) Wortels van wortels.

$$\sqrt[n]{\sqrt[m]{a}} = \sqrt[nm]{a} \quad (34)$$

want :

$$\sqrt[n]{\sqrt[m]{a}} = \sqrt[n]{a^{1/m}} = a^{1/nm} = \sqrt[nm]{a}$$

Oefeningen :

Bereken of schrijf eenvoudiger

$$\frac{5^7 \cdot 5^6}{5^5 \cdot 5^2}, \quad \frac{6^4 \cdot 5^4}{4^4(5/2)^4}, \quad \frac{(a+x)^b}{a^b}$$

$$(2^3)^2; (a^4 b^2)^3; \quad \frac{a^p a^q}{a^p + q}; \quad (a^p + 3q)^0;$$

$$\{(a^n)^3\}^m; \quad \frac{(a^3 b^2)^3}{a^2 b^3}; \quad n^3 \sqrt[n]{n^2},$$

$$\frac{\sqrt[n]{a^b}}{\sqrt[n]{a^b-1}}, \quad \sqrt[n]{a \cdot b} \cdot \sqrt[n]{a}, \quad \frac{x}{y} \sqrt[n]{\frac{x^n+1}{y^n+1}}$$

$$\frac{\sqrt[4]{81}}{\sqrt[4]{625}}; \quad \sqrt[4]{\sqrt[4]{a}}, \quad \sqrt[4]{\frac{a+1}{\sqrt{x}}};$$

$$\frac{10}{\sqrt{25}}, \quad (a^{-3/4})^{-5/4}, \quad \frac{10^{2/3}}{5^{1/3}}$$

$$(y^m)^{-p/q}$$

Hiermede is dat gedeelte der wiskunde, dat van een groot deel der cursisten als bekend mag worden verondersteld, en vandaar misschien met minder belang door hen werd gevolgd, afgehandeld. Dit zal echter niet het geval zijn voor de stof die thans gaat volgen, daarom ook zal ze in meer bijzonderheden worden behandeld, maar steeds (en dit nog meer dan voorheen), aangepast aan de behoeften der Radiotechnici.

Voor degenen die omtrent het voorgaande nadere verklaringen behoeven of meer oefeningen wenschen, verwijs ik naar hun handboek : (A.)

Deel I Hfdst. II bl. 14.

Deel IV Hfdst. I bl. 288 - 301.

Hfdst. II bl. 302 - 308.

PAR. V. — LOGARITHMEN

1) Bepaling.

We hebben bij de grafische oefeningen reeds gelegenheid gehad U te zeggen dat een logarithmische functie niets anders is als het omgekeerde eener exponentiële functie.

Is  $y = a^x$  dan is  $x = {}^a\log y$ .

(35)

of in woorden : de logarithme van een getal  $y$  bij een bepaalde basis  $a$  is de exponent van de macht waartoe men  $a$  moet verheffen om  $y$  te bekomen.

Als gij deze definitie kent en steeds goed voor oogen

houdt (leert ze van buiten), dan is het werken met logarithmen kinderspel.

Uit deze bepaling volgt onmiddellijk dat :

$$1^\circ) {}^{10}\log 1 = 0 \quad {}^3\log 1 = 0 \quad {}^a\log 1 = 0$$

de logarithme van 1 is voor gelijk welke basis 0, omdat ieder getal in de 1<sup>o</sup> macht gelijk is aan 1.

2<sup>o</sup>)

$$\begin{array}{ll} {}^{10}\log 10 = 1 & \text{want } 10^1 = 10 \\ {}^{10}\log 100 = 2 & \text{want } 10^2 = 100 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} {}^{10}\log 0,1 = -1 & \text{want } 10^{-1} = \frac{1}{10} = 0,1 \\ {}^2\log 8 = 3 & \text{want } 2^3 = 8 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} {}^2\log 1/4 = -2 & \text{want } 2^{-2} = \frac{1}{2^2} = \frac{1}{4} \end{array}$$

enz...

De berekening der logarithme volgens voorgaande definitie is slechts in eenvoudige gevallen mogelijk ; de meeste logarithmen zijn irrationeele getallen, waarvan de berekening voor ons van geen belang is, omdat ze in de praktijk gewoonweg gegeven worden door tafels (z.g. logarithmetafels).

Een getal kan echter zooveel logarithmen hebben als men maar wil, aangezien bij iedere basis een andere exponent behoort. In de praktijk benut men slechts twee getallen als basis der logarithmen, namelijk het getal 10, en een getal, dat men meestal voorstelt door  $e$ . Men noemt dit getal het *natuurlijk getal* en heeft als waarde 2,71828.

De logarithmen met basis 10 noemen we de *gewone of Briggsche logarithmen* ; deze met basis  $e$  de *natuurlijke of Neperiaansche logarithmen*.

Voor de Briggsche log. van een getal  $a$  zullen we voortaan schrijven  $\log. a$  ; voor de Neperiaansche  $\ln a$  en respectievelijk de basis 10 en  $e$  weglaten.

Tusschen de Briggsche en Neperiaansche log. van een getal  $a$  bestaat de volgende betrekking

$$\ln a = \frac{\log a}{\log e} = 2,3 \log a \quad (36)$$

en omgekeerd

$$\log a = \ln a \cdot \log e = 0,434... \ln a$$

2) Beteekenis der logarithmen in Physica en Techniek.

De toepassing der logarithmen brengt, zooals wij later zullen zien, een groote vereenvoudiging mee bij de berekening van producten, machten, quotienten en worteltrekkingen. Maar dit is lang niet alles. Zij zijn geen zuivere kunstgrepen, maar hebben ook in de natuurkunde een groote *reële* beteekenis, zooals dit voor de Radiotechnici zeer belangrijke voorbeeld aantoonst :

a) Het is U waarschijnlijk bekend, dat het geluid ontstaat tengevolge van een sneltrillende beweging. (trilling van een snaar, stembanden, vlies enz.). Deze trillende beweging doet in de lucht drukingsveranderingen ontstaan, die het trommelvlies van ons oor treffen.

Tusschen den geluidsdruk  $p$  en den indruk  $c$  op ons oor bestaat een exponentiële verband.

Als een geluidsdruk van bepaalde sterkte (laten we zeggen  $2p_0$ ), op ons oor een indruk  $c_0$  achterlaat, zal een geluidsdruk, die tweemaal zoo groot is, dus  $4p_0$ , een indruk geven  $2c_0$ . Bij een indruk  $2c_0$  behoort dan een geluidsdruk  $4p_0 = 2^2 p_0$  ; bij een indruk  $3c_0$  een geluidsdruk  $2^3 p_0$ .

Bij een verhouding

$$\frac{p_n}{p_0} = 2^n$$

behoort dus

$$\frac{c_n}{c_0} = n.$$

Maar uit de eerste verhouding volgt

$$n = {}^2\log \frac{p_n}{p_0}$$

zoodat tenslotte kan geschreven worden

$$n = \frac{c_n}{c_0} = {}^2\log \frac{p_n}{p_0} \quad (37)$$



De factor  $n$ , die dus een verhouding van twee subjectieve geluidsprikkelingen aangeeft, is gelijk aan de logarithme van het quotient van de hiermee overeenstemmende geluidsdrukken  $p^n$  en  $p$ . (de basis van de logarithme wordt uitsluitend bepaald door het hierboven vooropgestelde).

Zoodoende zijn wij gekomen tot een voor ons zeer belangrijke wet; de wet van Weber-Techner. De geluidsprikkeling neemt toe met de logarithme van de geluidsdruk, m.a.w., het oor bezit een logarithmische gevoeligheid.

b) Vermits de evenredigheidsfactor  $n$  een verhouding aangeeft van twee geluidsprikkelingen, kan deze als maat dienen voor de geluidsterkte  $S$ , op voorwaarde dat men voor de sterkte een gepast nulpunt bepaalt. Welnu hiervoor wordt die geluidsprikkeling gekozen, waarbij het oor nog juist een zeer zachte, nauwelijks waarneembare toon hoort. Deze geluidsterkte heeft men aangeduid met « 0 phon » en komt overeen met een geluidsdruk  $p = 3.1.10^{-4}$  dyne/cm<sup>2</sup> bij 1000 per/sec.

$n$  is dan een getal dat de geluidsterkte  $S$  uitdrukt in phon.

### 3) Bel, Decibel, Neper.

Tengevolge van dit logarithmisch gedrag van het oor heeft men er in de Radiotechniek — zoo zullen wij elders uitvoeriger zien — voordeel bij gevonden ter vergelijking van spanningen, stroomen of vermogens, niet de getalwaarde der verhoudingen maar de logarithme dezer verhoudingen te kiezen.

Naargelang de gebruikte basis worden deze genoemd de « Bel » of « Neper ».

De Bel (symbool  $b$ ) beantwoordt gewoonlijk aan de Briggsche logarithme dezer verhoudingen en wordt in het algemeen toegepast ter vergelijking van vermogens.

$$n_b = \log \frac{N_u}{N_i} \quad (38)$$

waarin  $N_u$  en  $N_i$  respectievelijk uitgangs- en ingangsvermogen (van een versterker) beteekenen.

Daar de eenheid « 1b » dikwijls te groot is, werkt men veel met de decibel (symbool db)

$$1 \text{ db} = \frac{1}{10} b, \quad (39)$$

$$n_{db} = 10 n_b = \log \frac{N_u}{N_i}$$

De Neper (symbool  $N_p$ ) onderscheidt zich van de Bel, dat deze niet het getal 10 maar  $e$  als basis heeft. De Neper wordt hoofdzakelijk ter vergelijking van stroomen en spanningen gebruikt.

Per definitie hebben we dus :

$$n_{Np} = \ln \frac{I_2}{I_1} \quad (40)$$

$$n_{Np} = \ln \frac{E_2}{E_1}$$

### 4) Regels voor het rekenen met logarithmen.

Zooals vermeld brengt de toepassing van de logarithmen groote vereenvoudigingen mee bij berekeningen van producten, quotienten, machten, wortels.

Het kennen der volgende regels is hierbij echter onontbeerlijk; zij zijn geldig in gelijk welk logarithmestelsel.

#### a) Optelling en aftrekking.

De som van  $100 + 1000 = 1100$ ; in een logarithmetafel vinden we voor  $\log 1100 = 3,0414$ ;  $\log 100 = 2$ ;  $\log 1000 = 3$ .

Bijgevolg :

$\log 100 + \log 1000$  is niet gelijk aan  $\log 1100$ .

Bij veralgemeening mogen wij dan ook zeggen :

$$\log a + \log b \text{ is nooit } \log (a + b) \quad (41)$$

$$\log a - \log b \text{ is nooit } \log (a - b)$$

#### b) Logarithme van een product :

$\log 10 = 1$ ;  $\log 100 = 2$ ; het product der getallen 10 en 100 geeft het getal 1000 :  $\log 1000 = 3$ . Dus de som der logarithmen van twee getallen geeft juist de logarithme van het product.

$$\log 10 + \log 1000 = \log 10 \times 100 = \log 1000$$

$$\log ab = \log a + \log b \quad (42)$$

d.w.z. : De logarithme van een product is gelijk aan de som van de logarithmen der afzonderlijke factoren.

We hebben tot hiertoe de verschillende formules uit de algebra uit getallen voorbeelden afgeleid maar niet streng wiskundig bewezen.

Ten titel van oefening willen we dit wel doen voor de voorgaande betrekking, U hiermede aantoonend, dat het voldoende is de boven gegeven definitie grondig te kennen om zonder moeite met de logarithmen te kunnen omgaan.

Voorgaande formule dient bewezen te worden in gelijk welk logarithmestelsel, noemen we de willekeurige basis b.v. B, dan hebben we

$$B \log ab = B \log a + B \log b$$

Noemen we

$$B \log a = x \quad B \log a = y \quad B \log b = z$$

$$\text{dan is } x = y + z$$

en per definitie van de logarithme

$$B^x = ab \quad B^y = a \quad B^z = b$$

of daar

$$ab = a \times b$$

$$B^x = B^y B^z = B^{y+z}$$

hetgeen waar is wanneer inderdaad  $x = y + z$ .

#### c) Logarithme van machten.

Veronderstellen we in form (42)  $a$  gelijk aan  $b$  dan bekomen we

$$\log ab = \log a^2 = \log a + \log a = 2 \log a$$

en bij veralgemeening

$$\log a^n = n \log a$$

d.w.z. : De logarithme van een  $n^o$  macht van een getal is gelijk aan  $n$  maal de logarithme van dit getal.

#### d) Logarithme van een quotient.

$$\log \frac{a}{b} = \log a - \log b = \log a + \log \frac{1}{b}$$

$$\text{of} \quad = \log a + \log b^{-1} = \log a + (-1) \log b$$

$$\log \frac{a}{b} = \log a - \log b \quad (44)$$

d.w.z. : De logarithme van een quotient is gelijk aan het verschil der logarithmen van teller en noemer.

#### e) Logarithme van een wortel.

Uit (43) volgt

$$\log \sqrt[n]{a} = \log a^{1/n} = \frac{1}{n} \log a \quad (45)$$

d.w.z. : De logarithme van een  $n^o$  machtswortel is gelijk aan de logarithme van het getal gedeeld door  $n$ .

In gevolge der voorgaande eigenschappen gaat dus bij toepassing der logarithme iedere rekenkundige bewerking (uitgezonderd de optelling en aftrekking) over in een meer eenvoudige bewerking.

Vermenigvuldigen gaat over in optellen.

Deeling gaat over in aftrekking.

Machtverheffing gaat over in vermenigvuldiging.

Worteltrekking gaat over in deeling.

Dientengevolge kunnen we dus b.v. schrijven :

$$\log \frac{a^3 \sqrt{a^7}}{b^{-6}}$$

$$= \log a^3 + \log \sqrt{a^7} - \log b^{-6}$$

$$= \log a^3 + \log a^{7/2} - \log b^{-6}$$

$$= 3 \log a + 7/2 \log a - (-6) \log b$$

$$= 4 \frac{1}{2} \log a + 6 \log b$$



**Oefeningen.**

1) Neem de logarithmen van de volgende vormen :

$$a^3 b^2 c, \quad a \sqrt{b} \sqrt{c}, \quad \sqrt{a^3 b c^2}, \quad \frac{\sqrt[3]{a}}{\sqrt{b}}$$

$$\frac{a \sqrt{b}}{c^2 \sqrt{d}} \left( \frac{a \sqrt{b}}{c^2} \right) \sqrt{\frac{a^3}{b^2 c}}$$

2) Druk x uit in a, b en c als gegeven is

$$\log x = \log a + 2 \log b - 3 \log c$$

$$\log x = 1/2 (\log a + \log b) - 3/4 \log c$$

**AUTOMATISCHE AFSTEMMING**

(vervolg van blz. 89)

$$I_2 = \frac{E}{Z_2} = \frac{E_p K r \sqrt{A}}{\omega L A r (1 + jn)} = \frac{E K}{\omega L (1 + jn) \sqrt{A}}$$

De secundaire spanning is nu

$$j I_2 \omega L_2$$

$$E = \frac{j E_p K \sqrt{A}}{1 + jn}$$

of

$$E_2 = \omega L Q G m \frac{j K \sqrt{A}}{(1 + jn)^2 + K^2}$$

Maken we nu de som of het verschil van  $E_p$  en

$$\frac{E_2}{2}$$

zoo bekomen we de imaginaire uitdrukking voor de spanningen toegepast aan beide detectoren.

$$E_{\text{det.}} = \omega L Q G m \frac{(1 + jn) \pm j K \sqrt{A}}{(1 + jn)^2 + K^2}$$

$$E_{1 \text{ ste det.}} = \omega L Q G m \frac{(1 + jn) + j K \sqrt{A}}{(1 + jn)^2 + K^2}$$

$$E_{2 \text{ de det.}} = \omega L Q G m \frac{(1 + jn) - j K \sqrt{A}}{(1 + jn)^2 + K^2}$$

De scalaire waarde  $E_1$  is

$$Y = \omega L Q G m \frac{\left(1 + n^2 + \frac{K^2 A}{4} + K n \sqrt{A}\right)^{1/2}}{(1 + K^4 + n^4 + 2K^2 + 2n^2 - 2K^2 n^2)^{1/2}}$$

Nu kunnen we S berekenen (steilheid aan resonantie).

Uit de definitie van n volgt dat

$$dn = 2 Q \frac{df}{f}$$

waaruit

$$S = \frac{4Q}{f} \cdot \frac{dY}{dn}$$

Wordt y nu afgeleid naar n en n = 0 gesteld, zoo bekomen we bij resonantie

$$\frac{dY}{dn} = \omega L Q G m \frac{K \sqrt{A}}{(1 + K^2) \left(1 + \frac{A K^2}{4}\right)^{1/2}}$$

$$S = 4 \frac{Q^2}{f} \cdot \omega L G m \frac{K \sqrt{A}}{(1 + K^2) \left(1 + \frac{A K^2}{4}\right)^{1/2}}$$

$$S = 8 \pi Q^2 L G m \cdot \frac{K \sqrt{A}}{(1 + K^2) \left(1 + \frac{A K^2}{4}\right)^{1/2}}$$

**Documentatie :**

Proceedings of the Institute of Radio Engineers

N° 10 vol. 23 Oct. 1935,

N° 3 vol. 25 March 1937.

Philips technisch tijdschrift

N° 51, 52, 53, 54 (1939).

Funktechnische Monatshefte N° 5 en 4 (1938).

**RADIOTECHNOLOGIE**

(vervolg van blz. 83)

16. *De draaibank* : Raadpleeg Rp. b 412, 1<sup>e</sup> alinea 415, fig. 251.

17. *De spoelhoikkelmachine* : Raadpleeg Rp. b 231, 2<sup>e</sup> alinea/232.

18. *De aanslijpmolen* : Raadpleeg Rp. b 392, fig. 237. De overzetting moet er op berekend zijn, dat de amarilsteen, wanneer men normaal draait, een groote snelheid verkrijgt.

19. *De gatenpons* : Deze pons is niets anders dan een doorslag. De eigenlijke doorslag bestaat uit het deel A één uitmakend met de centerpin D. Men bore in de plaat dan ook een gat met diameter D. C is de plaat waarin aldus een gat kan geslagen worden met dezelfde diameter als de doorslag A. Het onderstel B is, evenals A, cilindervormig en uit staal vervaardigd.

Een flinke slag met een stevige hamer op den kop van deel A volstaat om het gat te vormen. In den handel maakt men deze ponsen voor drie diameters, 18 mm, 30 mm en 38 à 42 mm. Zie bijgevoegde figuur alsmede CC. D.) bl. 38, fig. 20.

4<sup>e</sup> Vierde les (4<sup>e</sup> week).

4.1 : Het is natuurlijk niet noodig zich bij een eerste contactname met radioconstructie een volledig stel werktuigen aan te schaffen.

Men kan beginnen met de volgende groep : een soldeerbout van 100 W, een kniptang, een telefoontang met ronde bekken, een telefoontang met platte bekken, een electricienstang, en een stel van drie schroevendraaiers (3 mm, 6 mm en 10 mm breed).

4.2 : *Herhalingsvragen* :

2.1 : Welke isoleerstoffen laten zich gemakkelijk tot alle vormen bewerken ?

2.2 : Welke der vermelde werktuigen worden het meest gebruikt ? Waarom ?

2.3 : Welke werktuigen heeft U noodig bij het maken van een chassis zooals aangegeven in Rp. b 335, fig. 192 a ?

2.4 : Welke eischen dienen gesteld te worden aan een soldeerpunt, van radiotechnisch standpunt uit gezien ?

2.5 : De schuifpasser, afgebeeld in Rp. b 382, heeft een graduatie in engelsche duimen. De nonius heeft, zooals U ziet acht deelstreepjes. Met welke nauwkeurigheid kan men hiermede een maat uitdrukken in engelsche duim ?



# Cursus van Werkhuis- en Radio-Technologie

door HIPPOLYTE STRUYF

## VOORWOORD.

De werkhuis-techniek, zooals zij door de radiotechnici wordt opgevat, maakt deel uit van de mechanische technologie en omvat alle bewerkingen en methodes die aangewend worden in de constructie-werkhuizen voor radio en aanverwante vakken.

In hetgeen volgt, zullen wij vooreerst alleen de hoogst noodzakelijke werktuigen bespreken, zooals zij noodig zijn voor den bouw van eenvoudige radio-electrische apparaten (ontvangers, versterkers, kleine zenders, meetinstrumenten).

Als handleiding nemen wij, zooals aangegeven op blz. 10 en 11 van nr. 1 van dit tijdschrift, het handboek «Radio praktijk» van Wiesemann.

Hier te lande onderschat men meestal het belang van de praktische bedrevenheid in het verwezenlijken van een ontwerp. De theoretische geschoolde technici, die een leidende rol spelen in een constructiebedrijf, bezitten vaak niet de minste praktische bedrevenheid in het samenstellen van hun ontwerp. Zij aanzien dit zelfs als een minderwaardige bezigheid.

De gevolgen van deze onkunde liggen voor de hand. Eerstens is hun ontwerp noodzakelijk gebrekkig uitgewerkt en moeten zij meermaals wijzigingen aanbrengen in de volgorde der uit te voeren bewerkingen. Hierdoor verliest men veel tijd waardoor ook de kostprijs toeneemt.

Zeker kunnen op deze wijze geleide inrichtingen niet wedijveren met gelijkaardige instellingen in andere landen. Wij noemen slechts de Vereenigde Staten van Amerika, Engeland en Duitschland, waar vele ingenieurs zelfs tot hoogeschool professoren, toe, hun eigen uitvindingen praktisch verwezenlijken in hun eigen wel ingericht werkhuis.

Sommige firma's besteden maandelijks enorme bedragen aan publiciteit en winnen daardoor vele klanten bij. Even snel echter spelen zij deze weer kwijt, daar de gegeven opdrachten slordig en gebrekkig worden uitgevoerd. De leiding van zulke firma's ziet niet in dat dit te wijten is aan:

1° technici die geen of te weinig praktische ervaring bezitten;

2° gebrekkige inrichting hunner laboratoria en werkhuisen.

Laten wij verstandiger zijn en bedenken dat de spreuk «goed gereedschap is half werk» een wijze spreuk is.

Waarom zouden wij, die in het buitenland om onze vlijtige koortsige werklust bekend staan, de achterstand niet kunnen inloopen en gelijken tred houden met den vreemde ook op technisch gebied? Wij hoeven slechts hun voorbeeld na te volgen.

Het tweede deel van deze cursus, onder de titel «Radiotechnologie» bestudeert enerzijds de grondstoffen waaruit alle elektrische en radio-electrische onderdelen en toestellen vervaardigd zijn, anderzijds bestudeert zij de voor de nijverheid belanghebbende eigenschappen van de onderdelen zelf. Uit de beschouwing van deze eigenschappen leidt zij af hoe, waarom en wanneer die bepaalde stof met voordeel kan aangewend worden.

Jaren geleden reeds heeft men vastgesteld, dat men om, in den tijd duurzame en nauwkeurig werkende apparaten te verwezenlijken, men volledig moet ingelicht zijn over de gedraglijn van deze grondstoffen en onderdelen.

De studie van de materialen wordt nog steeds en met toenemende belangstelling voortgezet. Hierdoor is men er de laatste jaren in geslaagd stoffen voort te brengen die, vele van oudsgekende producten op gunstige en voordelige wijze vervangen en deze zelfs zullen doen

Een voorbeeld hiervan zijn de kunstmatige isoleerstoffen.

De Radiotechnologie beschrijft en bestudeert ook elektrische weerstanden, condensatoren, spoelen, schakelaars en behandelt de handelsdocumentatie van de radiolampen, zoodat een oordeelkundige aanwending mogelijk wordt en verzekerd is.

Het is daarom wenschelijk en logisch, dat men met de theoretische studie der radio-electrische verschijnselen tevens aanvangt met de studie der materialen en der onderdelen. Dit kan men zonder verdere moeilijkheden doen, omdat een groot deel der stof van beschrijvende aard is en men, waar het noodig is, slechts gebruik maakt van grafische voorstellingen en eenvoudige algebraïsche bewerkingen.

Ook diegenen die weinig of niets afweten van wetkunde, kunnen dezen cursus met vrucht volgen.

Deze cursus, waarvan het 1<sup>e</sup> hoofdstuk hierna wordt aangeboden, maakt deel uit van de in het eerste nummer van dit tijdschrift aangekondigde leergang in radiotechniek. De richtlijnen aangegeven in het inleidend artikel van het 1<sup>e</sup> nummer gelden ook voor den onderhavigen cursus.

De werken die voor het volgen van den cursus dienen geraadpleegd te worden behooren bijna allen tot de uitgaven van den uitgever van dit tijdschrift:

- a) de Radio-technische school van Günther en Richter vooral het deel III en IV;
- b) Radiopraktijk van Wiesemann;
- c) Ontwerp en constructie van weerstanden — Lucas;
- d) Ontwerp en constructie van spoelen — Lucas;
- e) Radiolampen Vade Mecum 1945.

Wij wenschen verder onze studenten van harte succes bij hunne studie en ook bij het examen.

## WERKHUISTECHNOLOGIE.

De stof voor deze eerste bijdrage is ingedeeld in 4 lessen of 4 weken. Ook in het vervolg zal de bijdrage van elke maand in 4 lessen onderverdeeld zijn.

Wij raden U aan methodisch te werk te gaan en dus elke week niet meer maar ook niet minder dan één les in te studeeren.

§ 1. — Eerste les (1<sup>e</sup> week).

1.1: *Houtbewerking*: Als inleiding raden wij U ten zeerste aan de daaraan besteede tekst te lezen in Wieseman's Radiopraktijk. (Rp — blz. 353/374).

Deze stof moet niet ingestudeerd worden, maar het volstaat een klaar begrip te hebben over de samenstelling van radiomeubels en koffertjes.

1.2: *Bewerking van Isoleerstoffen*: Men stelt vast dat, voor wat de mechanische bewerking betreft, elke stof haar eigen werkwijze heeft met een eigen vorm van de werktuigen, die soms zelf uitsluitend voor die bepaalde stof werden ontworpen.

Lees en herlees hiervoor Rp. b 374/379.

1.3: *Metaalbewerking*: De metaalbewerking speelt een belangrijke rol bij de constructie van radio-electrische toestellen. Daarom is het zaak zich hiermede vertrouwd te maken. De beste leerschool is hier de praktische beoefening. Nochtans heeft de bijna honderdjarige ervaring ons een schat van praktische gegevens bezorgd die in boekvorm zijn vastgelegd. De werktuigen zelf zijn een gevolg van die ervaring. Aldus is een cursus opgebouwd, die ons toelaat in den kortst mogelijken tijd een stevige praktische bedrevenheid te verwerven.

Daartoe lees en herlees aandachtig Rp. b 380/428.

§ 2. — Tweede les (2<sup>e</sup> week).

2.1: Herlees en studeer.

Dat wil zeggen de bewerkingswijzen voor de belangrijkste isoleerstoffen uit het artikel afzonderen en onthouden. Zich ook een beeld vormen van de te gebruiken werktuigen.

2.2: *Metaalbewerking*: Herlees en studeer Rp. b 380/428.

Af te zonderen:

- a) reinigings (afbijt)methodes voor metalen;
- b) polijst- en slijpprocédés voor metalen;



- c) procédés en werktuigen aangewend voor het boren, doorsnijden, doorzagen, afvijlen, soldeeren van metalen. Alsook draadsnijden in gaten en op staven.

### § 3. — Derde les (3<sup>e</sup> week).

Nu wij uit de voorgaande studie hebben bevonden, dat wij het niet zonder werktuigen kunnen doen, past het een afzonderlijke bespreking te houden van de voor een kleinen constructeur onontbeerlijke werktuigen.

De werktuigen kunnen volgens hun bestemming onderverdeeld worden in :

- a) meet en traceergereedschap ;
- b) eenvoudige handwerktuigen.

Wij geven eerst een eenvoudige opsomming en daarna de bespreking van elk in het bijzonder.

#### 3.1 : Lijst der werktuigen.

##### a) Meetgereedschappen :

1. De meter of lengtemaat,
2. de schuif of coulisspasser,
3. de micrometer,
4. de gradenboog of hoekmaat.

##### b) Traceergereedschap :

1. afteekpunt,
2. dopper of puntslag,
3. winkelhaak 90°,
4. moerhaak (zeshaak) 120°,
5. zwaaihaak,
6. vlakplaat,
7. puntpasser,
8. afschrijfblok.

##### c) Eenvoudige handwerktuigen :

1. De bankschroef,
2. de handschroef,
3. de hamer,
4. schroevendraaiers,
5. beitels (platte beitel, kroonmuurboor), slagletters en cijfers,
6. tangen (universeel electriekertang, radiotang, kniptang, telefoontang met platte bekken, telefoontang met lange ronde bekken,
7. moersleutels (stel platte sleutels, engelsche sleutel en potsleutels),
8. aanbeeldje,
9. metaalschaar,
10. metaalzaag en metaalzaagboog,
11. vijlen, vijlenborstel,
12. boren, boormachine met de hand of electrisch gedreven,
13. schroefdraad, tappen, draadsnijblokken (filière),
14. soldeerbout, soldeer,
15. de werkbank,
16. de miniatuur draaibank,
17. de spoelwikkelmachine,
18. gatenpons of doorslag voor gaten van 18 mm tot 40 mm,
19. aanslijpmolen.

3.2 : Bespreking van de werktuigen : Deze bespreking neemt den vorm aan van een uitweiding over de samenstelling (vorm) degelijkheidsvoorwaarden, nazicht en gebruik van het werktuig.

#### 3.2.1 : Meetgereedschap : De meter of meetlat (lengtemaat).

Het is een dunne stalen lat met groote veerkracht. De doorsnede rechthoekig. Door haar geringe dikte is zij zeer buigzaam. De meest gebruikte maten zijn : 100 — 200 — 305 mm tot 1 m lengte. Gewoonlijk dragen zij een dubbele verdeeling. De eene uitgevoerd in millimeters, en de andere in engelsche duim (1" = 25,4 mm). De meest gebruikte latten zijn die van 100 en 305 of 1 en 12 engelsche duim.

**Degelijkheidsvoorwaarden :** De lat moet uit gehard staal zijn vervaardigd en zeer buigzaam zijn. De verdeeling moet fijn en regelmatig zijn (dikte der kraslijn 0,2 mm) en in het metaal gegraveerd of gekrast (zie graduering schuifpasser Rp. blz. 382, fig. 230).

**Nazicht :** De meetlat moet recht zijn, daar zij als afschrijflinaal dienen moet. Daar men aanvankelijk niet over een vlakplaat beschikt (zie 3.2.2 b) legge men de lat op een blad teekpapier dat bevestigd is op een tafelpaak. Met een in mesvorm aangeslepen potlood (zie technisch teekenen) trekt men een lijn langs de lat.

Daarna draait men de lat over 180° — niet omkeeren, d.w.z. de gegradeerde zijde blijft naar U toegekeerd). Trek dan een tweede lijn over de eerste. De lat is recht wanneer beide lijnen in alle punten samenvallen.

#### 3.2.1.2 : De couliss of schuifpasser :

Samenstelling : Zie Rp. b 382, fig. 229 en 230.

Verdere bijzonderheden over het principe vindt U in Rp. b 292, fig. 173 a en b.

De goede schuifpassers zijn vervaardigd uit gehard staal. Let op de regelmatigheid der deelstrepen. Fig. 230. Deze worden ingesneden of ingekrast met een verdeelmachine.

De figuur laat ook de dubbele schaalverdeling zien. onderaan in millimeters en boven in zestienden van een engelsche duim. Wij raden U tenslotte aan een gekend merk te kopen.

#### 3.2.1.3 : De micrometer :

Samenstelling : Het instrument is volledig uit hardbaar staal vervaardigd. Sommige deelen, o.a. de meetvlakken, waartusschen het werkstuk geklemd wordt, zijn gehard. De beschrijving vindt U in Rp. b 219, fig. 131.

De figuur laat de dubbele graduatie zien links in millimeters op de bus, die vastzit aan het U-vormig lichaam. De gekartelde trommel rechts is in 100 deelen verdeeld. Uiterst rechts zien wij de veiligheids- of gevoelschroef. Is deze schroef aanwezig, dan zal men voor de instelling de gekartelde trommel niet aanraken maar het instrument manipuleeren met duim en wijsvinger en aan de gevoelschroef. Aldus behoedt men het instrument voor beschadiging.

Wanneer het instrument slechts moet dienen om draaddikte te meten, kan men het stellen met een eenvoudiger uitvoering zonder gevoelschroef vaak «Palmer» genoemd. Deze laatste zijn veel goedkoper dan de eerste uitvoeringen.

3.2.1.4 : De gradenboog of hoekmaat : Iedereen is zeker wel vertrouwd met de gradenboog als teekengereedschap. Zie Rp. b 297, fig. 178 a.

In het werkhuis gebruikt men een stalen uitvoering.

#### 3.2.2 : Traceer of afschrijfgereedschap :

##### 1. De afschrijf of afteekpunt (kraspen).

Het is een stalen stift met gehande punten, die zeer spits zijn aangeslepen. Ongeveer 20 mm lang en 3 à 5 mm dik. Hij is gemakkelijk zelf te vervaardigen uit stalen veerdraad. Het aanslijpen gebeurt na harding op den amaril-slijpmolen.

##### 2. Dopper of puntslag (centerpons).

Raadpleeg Rp. b 322 vanaf de laatste zeven regelen (fig. 231 nr. 4).

##### 3. Winkelhaak 90°.

Stof : staal — slechts matig gehard.

Het wordt gebruikt voor het meten van rechte hoeken en bij het afschrijven van werkstukken.

**Nazicht :** De winkelhaak wordt gelegd op een vlakplaat of teekenplank. Tegen een der beenen legt men een rechte lat. Het tweede been is nu loodrecht op de lat. Men trekt nu met een scherp potlood of afteekpunt een lijn langs dit tweede been. Dan keert men de winkelhaak om, zoodanig dat het eerste been weer tegen de lat ligt maar in anderen zin. Men trekt nu een tweede lijn over de eerste langs het tweede been alleen. Vallen nu beide lijnen volledig samen, dan is de winkelhaak juist, zoniet moet hij, ofwel vervangen worden ofwel bijgewerkt tot het gewenschte resultaat verkregen wordt.

##### 4. De moerhaak of zeshaak :

Hiervoor geldt hetzelfde als voor de winkelhaak, met dit verschil, dat de beenen hier een hoek vormen van 120° inplaats van 90°.

Men gebruikt hem voor het nameten van zeskanten.

##### 3.2.2.5 : De zwaaihaak.

Samenstelling : Hij wordt vervaardigd uit hardbaar staal (koolstofstaal) en bestaat uit twee beenen die rond een articulatiepunt scharnieren. Beide beenen kunnen aldus een hoek vormen tusschen 0° en 180°. Sommige uitvoeringen zijn bovendien van een gradenboog voorzien.

6. De vlakplaat : Het is niets meer dan een plaat vervaardigd uit gegoten ijzer of gegoten staal. Zij moet aan één zijde volkomen vlak zijn en dik genoeg uitgevoerd, opdat geen vervorming zou kunnen optreden.



**Nazicht :** Wanneer men een recht lineaal in een wilkeurigen stand op de vlakplaat legt, moeten lineaal en vlakplaat elkaar in alle punten raken. Er mag dus nergens licht doorschemeren tusschen lineaal en plaat.

**Gebruik :** De werkstukken worden op de vlakplaat opgesteld en afgeschreven, veelal met behulp van een afschrijfblok (zie 3.2.2.7).

7. **De puntpasser :** Hij heeft dezelfde functie als de passer uit de passerdoos. Hij is echter uit staal vervaardigd en veel zwaarder uitgevoerd. Beide punten zijn gehard. Men gebruikt hem bij het afschrijven van werkstukken.

8. **Het afschrijfblok :** Het bestaat in principe uit een kraspen, gemonteerd op een gestel. Men kan aldus het geheel op de vlakplaat verschuivend evenwijdige lijnen trekken aan het vlak van de vlakplaat. Middelen zijn voorzien om de hoogte tusschen de evenwijdige en het vlak willekeurig te wijzigen. Het toestelletje is uit staal vervaardigd. Het wordt gebruikt bij het afschrijven van werkstukken.

### 3.2.3 : Onderhoud van meet- en traceerinstrumenten :

De meetinstrumenten hebben in nieuwen toestand meestal een zuiver blank, glad afgewerkt uitzicht. De instrumenten, die meestal met de blanke hand worden aangevat, gaan, wanneer men geen voorzorgen neemt, na een tijdje roestvlekken vertoonen, en ten laatste wordt de gansche oppervlakte met een donkere oxydelang bedekt.

Men kan de inwerking van het lichaamszweet voorkomen door de werktuigen, na ieder gebruik, af te wrijven met een in smeerolie gedrenkte doek. Roestvlekken, vooral op de gegradeerde deelen, kan men verwijderen met zeer fijn amaril-schuurpapier.

Aan sommige instrumenten, zooals schuifpasser, micrometer, gradenboog, mag nooit schuurpapier gebruikt worden. Het instrument gaat daardoor spelen vertoonen, waardoor de nauwkeurigheid snel afneemt. Hier dus alleen het in olie gedrenkte doek gebruiken.

### 3.2.4 : Eenvoudige handwerktuigen :

1. **De bankschroef :** Raadpleeg Rp. b 388, beginnende met de laatste acht regels. Zie ook fig. 244 b. 399.

Practisch volstaat voor ons een gemiddeld model. Met een klauwbreedte van maximum 10 cm. De goede uitvoeringen zijn uit gegoten staal vervaardigd en mechanisch veel sterker dan deze die uit gegoten ijzer zijn samengesteld (gietijzer).

Eerstgenoemde zijn echter veel duurder. Het is nuttig tevens te beschikken over een klein model van het type dat met een enkele stelschroef op gelijk welke plank kan worden vastgezet en evenvlug weer kan worden weggenomen (zie fig. 245).

2. **De handschroef :** Hetzelfde als een bankschroef. Alleen kan zij niet ergens op vastgeschroefd worden. Men klemt er kleine stukken in vast, die moeten gespen, geboord of aaneen gesoldeerd worden, en houdt dan het geheel in de hand tijdens de bewerking van het werkstuk.

3. **De hamer :** Heel nuttig is een kleine hamer, type electricien van 200 gram, en een zwaarder type van 800 gram voor het grovere werk. De hamer is uit staal vervaardigd. Voor het afmonteren van toestellen is het nuttig ook nog te beschikken over een hamer uit zacht rood koper of uit lood vervaardigd.

### 4. Schroevendraaiers :

Hier kunnen wij nog bijvoegen een zwaarder type van 10 mm breedte. Allen moeten zij uit hardbaar staal zijn vervaardigd, en aan het werkende uiteinde (maakt contact met de schroeven) redelijk hard.

Bij het trimmen van radio-ontvangers gebruikt men een volledig niet-metalen schroevendraaier, of ten minste een model waar alleen voor het werkende uiteinde een kort stukje staal is gebruikt, dat vastgeklemd zit in een lang handvat uit een of ander isolatiestof (bv. bakeliet).

5. **Moersleutels :** Raadpleeg Rp. b 415/416, vanaf 2<sup>e</sup> alinea. Voor engelsche sleutel, zie Rp. b 383, fig. 231 nr. 6.

6. **Beitels :** Raadpleeg Rp. b 385, 1<sup>e</sup> alinea, fig. 231 nr. 5. Voor slagletters en cijfers, zie Rp. b 386, 1<sup>e</sup> alinea fig. 234.

De kroonmuurhoor is een lange holle cilindervor-

mige beitel met een getand (kroonvormig) uiteinde. Hij wordt veel gebruikt voor het kappen van ronde gaten in muren.

7. **Tangen :** Raadpleeg Rp. b 421. Onder bedrading fig. 255. De knijptang, fig. 255 nr. 5, wordt practisch niet gebruikt. Wij vervangen ze door de universele electricienstang. De klinktang. Zie Rp. b 398, fig. 241.

8. **Aanbeeldje :** Raadpleeg Rp. b 380, laatste alinea, fig. 239. Wij geven de voorkeur aan een exemplaar van 5 à 10 kgr.

9. **De metaalschaar :** Raadpleeg Rp. b 384, 2<sup>e</sup> alinea, fig. 233. De tang is natuurlijk uit hardbaar staal vervaardigd, zooals bijna alle degelijke werktuigen.

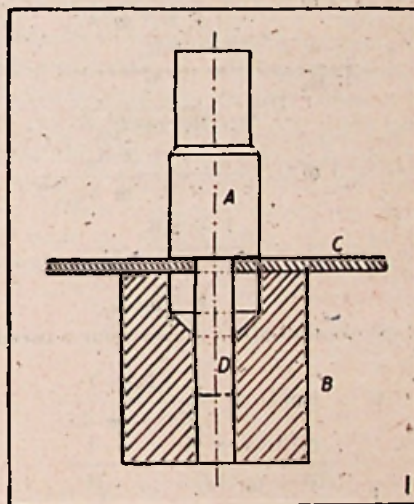
10. **Metaalzagen en zaagboog :** Raadpleeg Rp. b 383, 1<sup>e</sup> alinea, en b 384, fig. 232. Goede zaagbogen zijn uit staal vervaardigd en stevig uitgevoerd, zoodat ze, wanneer de zaag gespannen is, practisch niet kan vervormen. Sommige zaagbogen kan men op verschillende lengten instellen.

11. **Vijlen — Vijlenborstels :** Raadpleeg Rp. b 389, vanaf b 388, laatste alinea tot 391, zie fig. 232.

12. **Boren — boormachines :** Voor boren zie Rp. b 387, fig. 238. Voor boormachines zie Rp. b 378, fig. 235.

13. **Schroefdraad — tappen — draadsnijblokken :** Voor schroefdraad zie Rp. b 398, laatste twee regels/399.

Draadsnijden in een gat gebeurt met draadsnijtappen. Zie fig. Rp. b 398/400, fig. 243 en 244. Draadsnijden op een staaf gebeurt met draadsnijkussens of draadsnijblokken. Raadpleeg Rp. b 400, 1<sup>e</sup> alinea/401. Fig. 245 en 246 geeft ons een model aan.



Een tweede model, dat hier ten lande meer wordt gebruikt, is de filière zooals zij afgebeeld is in fig. 243 rechts. Zij is cilindervormig en wordt gevat in een aangepast wringijzer. Met dit soort snijblok wordt de schroefdraad in eens op maat gesneden.

14. **De soldeerbout — soldeer :** Raadpleeg Rp. b 402, 1<sup>e</sup> alinea/412.

In het algemeen gebruikt men hier ten lande soldeer onder vorm van een 2 tot 4 mm dikke draad met een harskern. Wij geven verder de voorkeur aan electrische soldeerbouten. Wij bevelen een model aan van 100 W voor licht werk (bedrading enz.), en een model van 250 à 300 W voor de grotere stukken (massa verbindingen). Men geve beslist de voorkeur aan een uitvoering, waarin de weerstand + element gemakkelijk te vervangen is. Cilindrische vormen stralen minder warmte uit. Maar het is moeilijker de koperen soldeerstift te vervangen, tenzij men reserve onderdeelen bij de hand heeft.

15. **De werkbank :** Hieraan zijn dezelfde eischen gesteld als aan de timmermanswerkbank. Zij moet geschikt zijn voor zwaar werk. Zij hebben een zwaar tafelblad en is verder stevig en onvervormbaar uitgevoerd. Men kan er schuiven in voorzien om het gereedschap en onderdeelen in op te bergen. Zij kan uit hout of ook uit ijzer samengesteld zijn.

(vervolg blz. 80)



# De automatische afstemming van Superheterodyne ontvangers

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

## ERRATA.

Blz. 45, na (8), leest :

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

in plaats van

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

Blz. 47. Invloed op de demping van den oscillator-kring.

Leest : De andere schadelijke weerstand is veroorzaakt door het feit dat de faseverschuiving tusschen  $I_n$  en  $E_n$   $< 90^\circ$  in plaats van :

.....  $I_n$  en  $C_n < 90^\circ$ .

In de tabel.

Millereffect.

Leest :

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

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

De lamp als veranderlijke condensator : tweede geval.

Leest :

$$G = j \omega L \times \frac{SR - 1}{R^2 + \omega^2 L^2} + \frac{\omega^2 L^2 S + R}{R^2 + \omega^2 L^2} + \frac{1}{R_1}$$

in plaats van :

$$G = j \omega L \times \frac{SR - 1}{R^2 + \omega^2 L^2} + \frac{\omega^2 L^2 S + R}{R^2 + \omega^2 L^2} + \frac{1}{R_1}$$

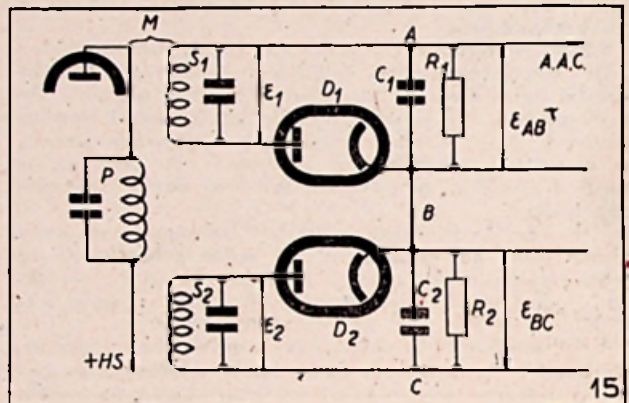
We zullen twee typen discriminatoren beschrijven :

1° **Discriminator met zijbandkringen** (zie fig. 15).

In de plaat van de laatste M.F.-lamp of beter van een bijkomende lamp, waarvan het rooster het M.F.-sein ontvangt, staat kring P. Deze dient als primaire voor de beide secundaire kringen  $S_1$  en  $S_2$ .  $S_1$  is afgestemd op een zeker aantal kHz boven de M.F. en  $S_2$  op hetzelfde bedrag eronder. De spanningen, geïnduceerd in  $S_1$  en  $S_2$  worden gedetecteerd door de diodes  $D_1$  en  $D_2$  zoodat tusschen de punten A en C het verschil der spanningen ontstaat. De spoelen  $S_1$  en  $S_2$  zijn onderling niet gekoppeld.

Wanneer de spanning  $E_1$  grafisch wordt voorgesteld in functie van de frequentie, bekomen we een kromme als in fig. 16.  $E_2$  is in dezelfde grafiek geteekend.

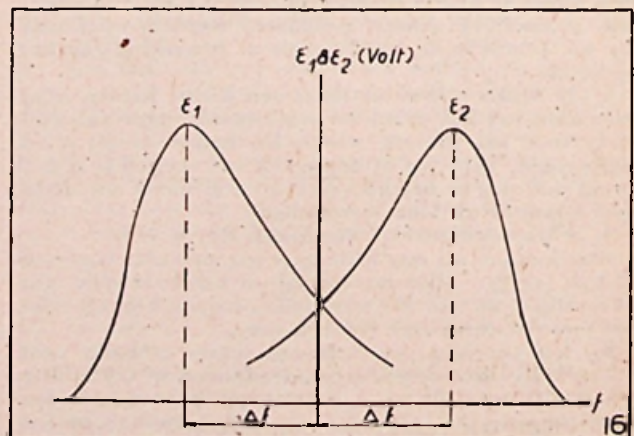
Zij nu de frequentie van het sein gelijk aan de



M.F. dan zijn de spanningen  $E_1$  en  $E_2$  gelijk, zoodat geen spanning ontstaat tusschen A en C. Zetten we het verschil tusschen de gelijkgerichte spanningen  $E_1$  en  $E_2$  uit, in functie van de frequentie, dan bekomen we een figuur als in fig. -7 (gestippelde lijn E).

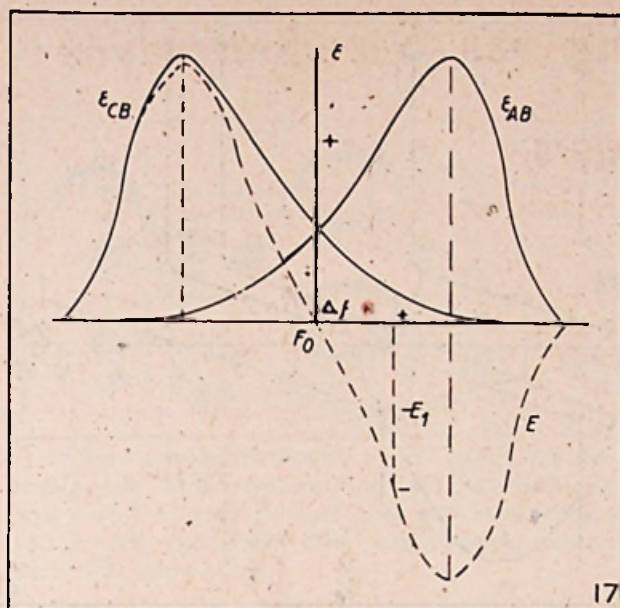
We zien, dat deze verschilspanning gelijk nul wordt voor  $f = F_0$ , positief voor  $\Delta f$  negatief en negatief voor  $\Delta f$  positief. Deze afhankelijkheid kan gewijzigd worden door de diodes aan te sluiten op den anderen kring.

Met deze kromme kunnen we onmiddellijk aflezen welke controlespanning geleverd wordt



voor een frequentie-afwijking. Deze spanning wordt naar het controle-orgaan teruggevoerd en zal naar gelang diens karakteristiek, de frequentie-afwijking vergrooten of verkleinen. De gevoeligheid van den discriminator kunnen we definiëren als de voortgebrachte spanning per kHz-

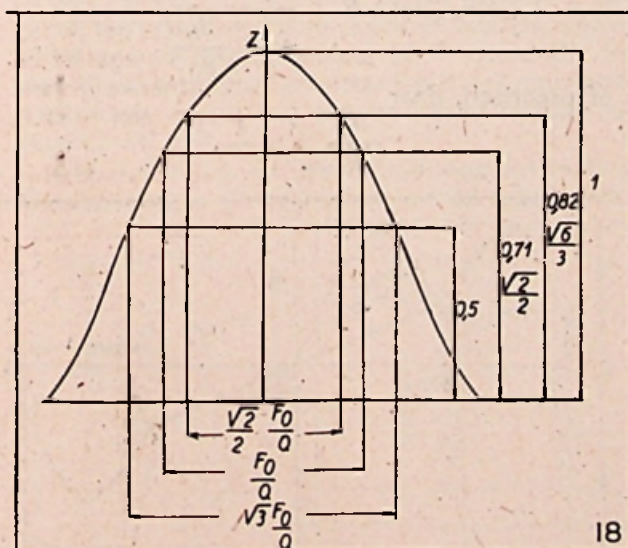




afwijking per volt ingangsspanning (hetzij b.v. de spanning over P).

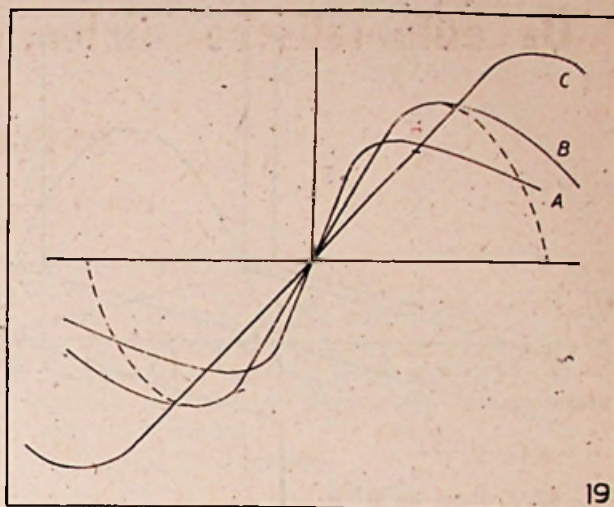
Wiskundig gesproken is het de steilheid van kromme E. Deze steilheid zal des te grooter zijn naarmate de steilheid van de kromme E₁ en E₂ in het punt F₀ grooter is. Ze zouden zich dus moeten snijden in hun punt van grootste steilheid. Voor een trillingskring met resonantie frequentie F₀ bevindt dit punt zich op een afstand

$$\Delta f = \frac{\sqrt{2} F_0}{4 Q}$$



van F₀ (zie fig. 18). Fig. 19 geeft de kromme van den discriminator voor verschillende frequentie-afwijkingen Δf van F₀. Kromme A met de grootste steilheid stemt overeen met punt A, kromme B met punt B en kromme C met punt C.

Het is opvallend, dat voor krommen A en B ongeveer dezelfde steilheid verkregen wordt, terwijl het max. van kromme B merklijk hoger ligt dan dat van A.



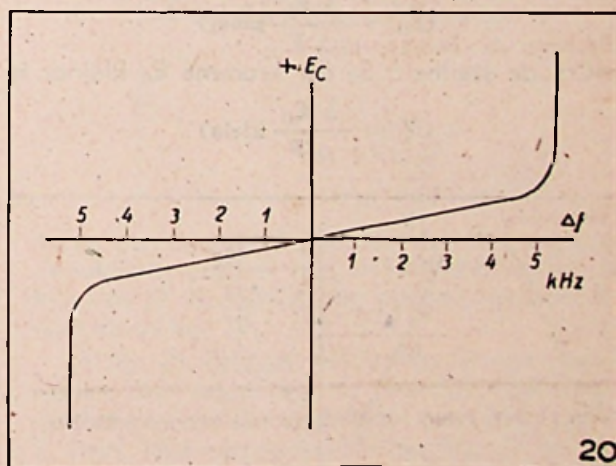
Practisch wordt dan ook

$$\Delta f = \frac{1}{2} \frac{F_0}{Q}$$

genomen. De gestippelde lijn geeft de kromme weer, indien er vóór den discriminator nog afgestemde kringen zijn, wat steeds het geval is.

Is de voorgaande selectiviteit klein dan neigt de kromme niet snel tot nul en omgekeerd.

**We zullen nu de werking nagaan van het geheel: discriminator + controle-orgaan.** Fig. 20 geeft de karakteristiek van dit laatste zooals ze praktisch opgenomen wordt, d.i. voor een aangelegde spanning, E\_C wordt een Δf van den oscillator waargenomen. Het zij terloops gezegd dat de A.A.C. alleen toegepast wordt op den oscillatorkring, daar de selectiviteit van den antennekring betrekkelijk klein is.

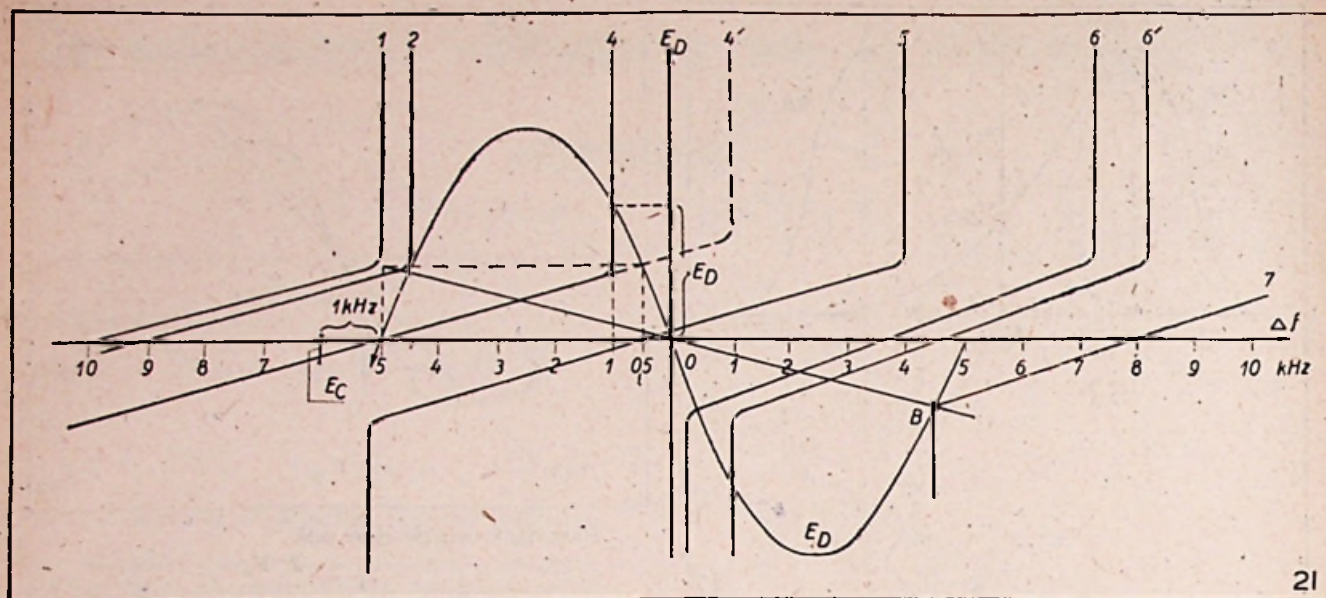


Veronderstellen we eerst, dat de ontvanger heelemaal verstemd is t.o.v. van den gewenschten zender, b.v. : Δf = 10 kHz terwijl de discriminatorspanning = 0 voor Δf = 5 kHz en het controle-orgaan alleen een Δf van 4,5 kHz kan bewerkstelligen. Bij zulke groote verstemming blijft de A.A. dus buiten werking (kromme 1 fig. 21).

Nu wordt de verstemming verkleind tot de kromme E₄ geraakt wordt door kromme 2. De verstemming is nog 9 kHz. De A.A. werkt nog niet.

Pas wanneer de verstemming = 5 kHz zal deze





21

in werking treden (kromme 4) en zal de  $\Delta f$  van — 5 kHz verminderen tot een  $\Delta f$  van 1 kHz. Immers op dat oogenblik is de spanning geleverd door den discriminator gelijk aan de spanning benodigd door het controle-orgaan. Indien dit kon  $\Delta f$ 's bewerkstelligen  $> 5$  kHz (curve 4') dan zou de restverstemming nog maar 0,5 kHz bedragen. We zien dus, dat het controle-orgaan een voldoende verstemming moet kunnen veroorzaken.

Het is verder duidelijk, dat de restverstemming des te kleiner zal zijn naarmate

1°) de steilheid  $S_D$  van  $E_D$  grooter is

$$(S_D = \frac{\Delta E_D}{\Delta F} \text{ groot})$$

2°) de steilheid  $S_C$  der kromme  $E_C$  kleiner is

$$(S_C = \frac{\Delta E_C}{\Delta F} \text{ klein})$$

We zullen nu voor een gegeven

$$\frac{\Delta E_D}{\Delta F}$$

en een bepaalde

$$\frac{\Delta E_C}{\Delta F}$$

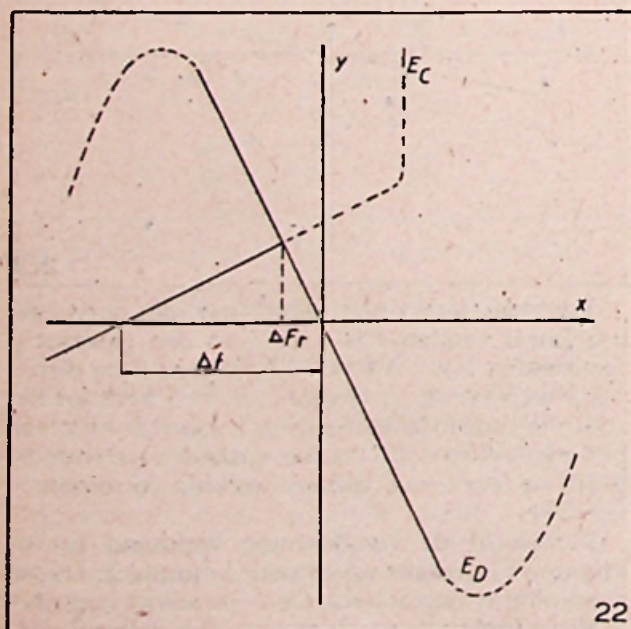
de verstemming berekenen, veronderstellend dat het controle-orgaan een voldoende  $\Delta F$  kan bewerken. M.a.w. we moeten het snijpunt bepalen der rechten A en B in fig. 22.

B stelt het rechte deel voor van  $E_D$  en A dat van  $E_C$ . Men vindt aldus

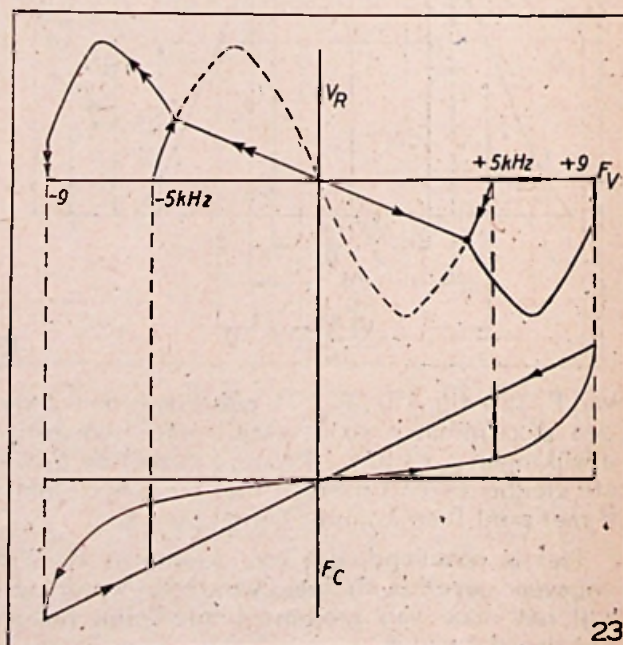
$$\Delta F_r = \Delta F \times \frac{1}{1 + \frac{S_D}{S_C}}$$

of practisch, daar

$$\frac{S_D}{S_C} \gg 1$$



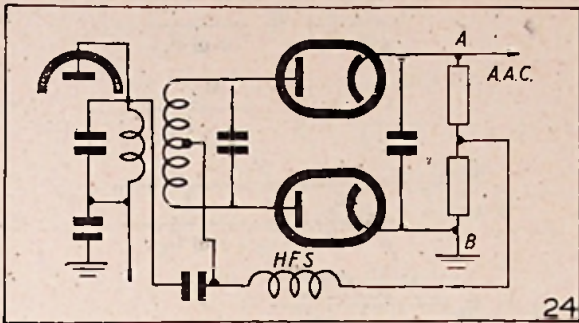
22



23



$$\Delta F_r = \Delta F \times \frac{1}{\frac{S_D}{S_C}}$$



Indien de discriminator 3 V gelijkspanning levert per kHz-verstemming en het controleorgaan 0,5 V nodig heeft voor een verstemming van 1 kHz, dan wordt elke verstemming vermindert met een factor

$$\frac{3}{0,5} = 6$$

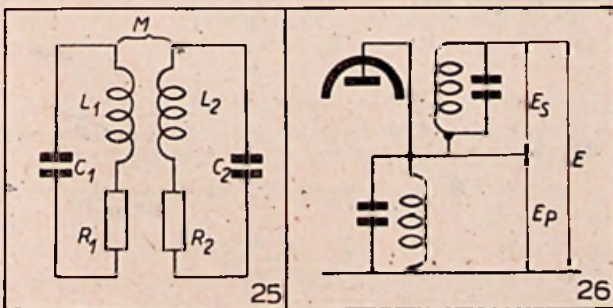
In de praktijk bekomt men veel grotere waarden.

$\Delta F_r$  is de restverstemming, m.a.w. wat overblijft van de ingestelde verstemming  $\Delta f$ .

Gaan we terug tot fig. 21 en veronderstellen we dat de ontvanger zoo geregeld wordt, dat de verstemming steeds kleiner wordt (kromme 5), totdat dus de juiste afstemming overschreden wordt, (kromme 6) totdat we kromme 6' bekomen (dus een verstemming van  $\approx 1$  kHz).

Tot dan is de zender goed hoorbaar. Op dit oogenblik is de ingestelde verstemming al 5 kHz. Wordt nu met de hand nog verder verstemd, dan hoort men goed de zijbandvorming. De zender blijft min of meer hoorbaar tot 7 (punt B). Bij een ietwat grotere verstemming hoort men plots niets meer, tenzij een andere zender binnen het regelbereik valt.

Lijn O B in fig. 21 geeft nagenoeg het verloop der spanning  $E_n$  in functie van  $\Delta f$  bij regeling van

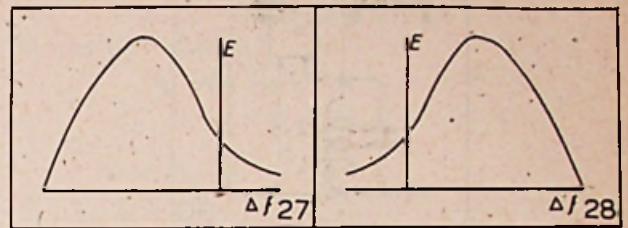


links naar rechts.

Hetzelfde verloop bekomt men bij verandering der afstemming in tegengestelde richting. Fig. 23 geeft het verloop tusschen ingestelde verstemming en regelspanning.

Aangezien de zenders normaal 9 kHz van elkaar verwijderd zijn is het wenschelijk, dat de max. breedte waarover de A.A. moet werken, niet grooter dan 4,5 kHz genomen wordt. In de figuur is:  $V_R$  = regelspanning,  $F_0$  = verbeterde frequentie,  $F_v$  = verstemming in kHz.

## 2°) Discriminator met phaseverschuivingskring (zie fig. 24).



De werking berust op het feit, dat bij resonantie de spanning per primaire en secondaire of de stroomen van een H.F.-transformator met afgestemde primaire en secondaire  $90^\circ$  verschoven zijn t.o.v. elkaar.

Zie fig. 25. Immers

$$I_2 = \frac{j M \omega I_1}{Z_2}$$

Bij resonantie herleidt  $Z_2$  zich tot  $R_2$  dus

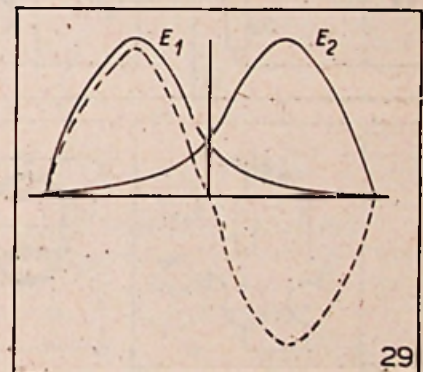
$$I_2 = j \frac{M \omega I_1}{R_2}$$

Men ziet hier duidelijk de  $90^\circ$  verschuiving te voorschijn komen.

Beschouwen we fig. 26

$$E = E_s + E_p$$

$E$  is de vectorieele som van  $E_p$  en  $E_s$ . Verandert nu de phasehoek tusschen  $E_s$  en  $E_p$  door verstem-



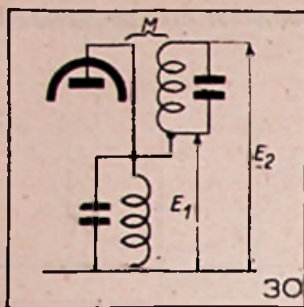
ming, dan verandert ook  $E$  en wel als aangegeven in volgende grafiek (fig. 27). Wordt nu het teeken van  $M$  veranderd, dan bekomt men een verloop als in fig. 27.

In fig. 28 hebben we de twee vorige gevallen samen. Nu wordt bij de primaire spanning  $E_p$  slechts de helft der secondaire spanning opgeteld.  $E_1$  heeft dus een verloop als in fig. 27 en  $E_2$  als in fig. 29 of omgekeerd naargelang het teeken van  $M$ .

De gelijkgerichte spanning wordt weergegeven in fig. 30. Het verloop der gelijkspanning is nagenoeg hetzelfde als voor den eersten discriminator.

De gevoeligheid zullen we weer definiëren als  $V/\text{kHz}/1 \text{ V input}$ . Indien het steile gedeelte tamelijk recht is, is dit niet anders dan de steilheid der kromme, die de resultante voorstelt. Deze steilheid in het nulpunt ( $\Delta f = 0$ ) is 2 maal de steilheid van elk der krommen  $E_1$  of  $E_2$ .



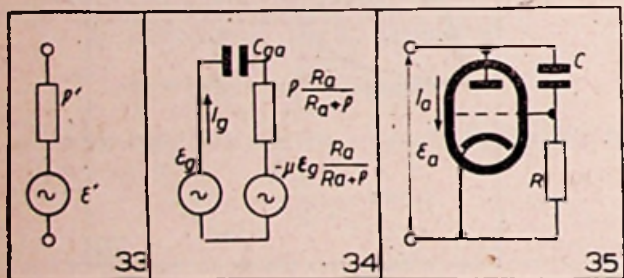
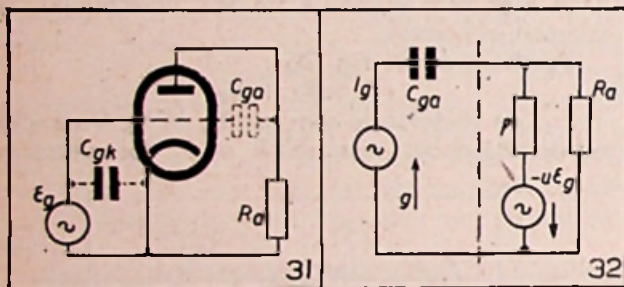


Men vindt voor S de volgende waarde

$$S = 8\pi L Q^2 G \frac{(\nu A \cdot K)}{(1 + K^2) \left(1 + \frac{AK^2}{4}\right)^{1/2}}$$

Voor de betekenis der symbolen en afleiding zie aanhangsel. Indien gedifferentieerd wordt t.o.v K, wordt het max. gevonden voor

$$K = \frac{(\nu \sqrt{1 + 2A} - 1)^{1/2}}{A}$$



### AANHANGSEL.

#### 1. — MILLER-effect.

De schakeling van fig. 31 kan vervangen worden door het vervangschema van fig. 32 wanneer we met  $C_{gk}$  geen rekening houden.

De ingangsimpedantie

$$Z = \frac{E_g}{S_g}$$

We kunnen  $I_g$  niet onmiddellijk berekenen omdat hij zich verdeelt. Wel kunnen de Kirchhoffsche knooppunten en mazenvergelijkingen opgesteld worden, doch deze methode is tamelijk omslachtig. Er bestaat een andere uitweg, indien we het gedeelte rechts van de streeplijn vervangen door een schakeling weergegeven door fig. 33, indien

$$E' = \mu E_g \frac{R_a}{\rho + R_a}$$

en

$$\rho' = \rho \cdot \frac{E^1}{\mu E_g}$$

Uit fig. 34 leiden we dan gemakkelijk  $I_g$  af.

$$I_g = \frac{E_g - \left(-\mu E_g \frac{R}{\rho + R_a}\right)}{\frac{\rho R_a}{\rho + R_a} + \frac{1}{j\omega C_{gk}}}$$

$$= E_g \frac{1 + \frac{\mu}{\rho} \cdot \frac{R_a}{1 + \frac{R_a}{\rho}}}{\frac{\rho R_a}{\rho + R_a} + \frac{1}{j\omega C_{gk}}}$$

$$I_g = E_g \frac{1 + S R_a}{R_a + \frac{1}{j\omega C_{gk}}} \text{ als } \rho \gg R_a$$

$$\frac{1}{Z} = G = \frac{1 + S R_a}{R_a + \frac{1}{j\omega C_{gk}}} = \frac{j\omega C_{gk} (1 + S R_a)}{j R_a \omega C_{gk} + 1}$$

$$G = \frac{j\omega C_{gk} (1 + S R_a) + \omega^2 C_{gk}^2 R_a (1 + S R_a)}{1 + R_a^2 \omega^2 C_{gk}^2}$$

$$G = j\omega C_{gk} \frac{1 + S R_a}{1 + R_a^2 \omega^2 C_{gk}^2} + \frac{1}{R_a} \frac{1 + S R_a}{1 + \frac{1}{R_a^2 \omega^2 C_{gk}^2}}$$

Dit komt overeen met een parallelschakeling van een condensator en een weerstand.

Indien echter, zooals in de moderne schermroosterbuizen,  $C_{gk}$  klein is herleidt zich dit tot de vereenvoudigde uitdrukking

$$G = j\omega C_{gk} (1 + S R_a) = j\omega C_n$$

met

$$C_n = C_{gk} (1 + S R_a) = C_{gk} (1 + V)$$

waarin V de versterking is.

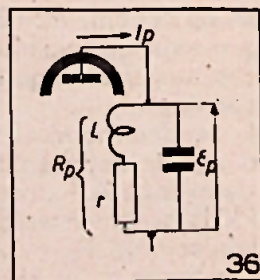
II. — Berekening van Z of G ingeval schakeling volgens fig. 3, herteekend in fig. 35. Het is duidelijk, dat de totale admittantie zal bestaan uit de som van

$$1) \quad G_1 = \frac{1}{\rho}$$

$$2) \quad G_2 = \frac{1}{R + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{1}{R} \frac{1 - \frac{1}{j\omega C R}}{1 + \frac{1}{R^2 \omega^2 C^2}}$$

$$3) \quad G_3 = \frac{I_a}{E_a}$$

We zullen eerst  $I_a$  berekenen.





Aangezien er in de plaatkring geen belasting is

$$I_a = S E_g$$

$$E_g = E_a \frac{1}{R + \frac{1}{j\omega C}}$$

$$I_a = E_a \cdot S \frac{1}{R + \frac{1}{j\omega C}}$$

$$G_3 = \frac{S R}{R + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{j\omega C S R}{1 + j\omega C R}$$

$$= \frac{j\omega C S R + \omega^2 C^2 R^2 S}{1 + R^2 \omega^2 C^2}$$

$$G_{\text{tot}} = G_1 + G_2 + G_3$$

$$G_{\text{tot}} = j\omega C \cdot \frac{S R}{1 + R^2 \omega^2 C^2} + \frac{1}{R^2 \omega^2 C^2} + \frac{1}{R} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1}{\omega^2 C^2 R^2}} + \frac{1}{\rho}$$

Hieruit volgt

$$G = j\omega C \frac{1 + S R}{1 + R^2 \omega^2 C^2} + \frac{1}{R} \frac{1 + S R}{1 + \frac{1}{\omega^2 C^2 R^2}} + \frac{1}{\rho}$$

De admittanties voor alle andere schakelingen worden op analoge wijze gevonden.

III. — **Afleiding der formules aangaande discriminator met phaseverschuivingskring.**

**Gebruikte symbolen :**

S : steilheid der kromme  $E_1 - E_2$  bij resonantie ;  
f : frequentie bij dewelke de reactantie der beide kringen = 0 wordt ;

f' : f + Δf ;

r : schijnbare weerstand van primaire t.t.z. met inbegrip van den eigenlijken H.F.-weerstand, van de plaatweerstand der vorige lamp enz, doch met uitzondering van den invloed van den sec. kring ;

r<sub>2</sub> : id. voor sec. kring ;

A : verhouding van sec. tot prim. zelfinductie.

Aangezien bij veronderstelling  $Q_1 = Q_2$  is

$$r_2 = A r$$

L : primaire zelfinductie. Dus  $L_2 = A L$  ;

n : verhouding reactantie tot weerstand (als hierboven bepaald) van sec. en prim. voor een willekeurige freq. Aan de freq. f' is

$$n = 2 Q \frac{f' - f}{f}$$

K : verhouding van willekeurige koppeling tot kritische koppeling

$$M \omega = K \sqrt{r_1 r_2} = K r \sqrt{A}$$

G<sub>m</sub> : steilheid der voorgaande versterkerlamp.

Berekening van E<sub>p</sub>

$$E_p = R_p I_p$$

Bij een penthode is :

$$I_p = E_g G_m \text{ of als } E_g = 1 \text{ V.}$$

$$I_p = G_m$$

$$R_p = \frac{(r + j\omega L) \frac{1}{j\omega C}}{r + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)} \approx \frac{L}{Cr(1 + jn)}$$

Onder invloed van de sec. zijn schijnbaar de waarden van L, C en r van den primaire gewijzigd.

Nu is

$$\left. \begin{aligned} r' &= r(1 + AT^2) \\ L' &= L(1 - AT^2) \\ C' &= C \frac{1}{1 - AT^2} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} &\text{waarin} \\ T &= \frac{M \omega}{Z^2} = \frac{M \omega}{r^2 + j^2 L \Delta \omega} \\ &= \frac{K}{\sqrt{A}(1 + jn)} \end{aligned}$$

R<sub>p</sub> is dus feitelijk

$$R_p = \frac{L}{Cr} \times \frac{1}{1 + jn} \times \frac{1 - AT^2}{1 + AT^2}$$

$$R_p = \frac{L}{Cr} \times \frac{1}{1 + jn} \times \frac{\left(1 - \frac{K^2}{(1 + jn)^2}\right)^2}{1 + \frac{K^2}{(1 + jn)^2}}$$

$$R_p = \frac{L}{Cr} \frac{\left(1 - \frac{K^2}{(1 + jn)^2}\right)^2}{\left((1 + jn)^2 + K^2\right) \times \frac{1}{1 + jn}}$$

Bij den betreffenden discriminator is de koppeling vaak kleiner dan de critische koppeling, zoodat  $K < 1$  en meestal  $n \gg 1$  (voor Δf = 1.0 kHz is  $n \approx 5$ ) bijgevolg mag

$$\left(\frac{K}{1 + jn}\right)^2$$

verwaarloosd worden t.o.v. 1 en R<sub>p</sub> herleidt zich tot

$$R_p = \frac{L}{Cr} \cdot \frac{1 + jn}{(1 + jn)^2 + K^2}$$

of nog

$$R_p = Q \omega L \frac{1 + jn}{(1 + jn)^2 + K^2}$$

Dus

$$E_p = Q \omega L G_m \frac{1 + jn}{(1 + jn)^2 + K^2}$$

**Berekening der secondaire spanning.**

De spanning E geïnduceerd in de secondaire is = j M ω I<sub>1</sub> (I<sub>1</sub> = wisselstroom door L)

$$I_1 \approx \frac{E_p}{j \omega L}$$

$$E = E_p \frac{\omega M}{\omega L} = \frac{K r \sqrt{A}}{\omega L}$$

(vervolg blz. 80)



# TELEVISIE CURSUS

door R. DEVILLEZ

(vervolg van blz. 51)

## VERHOOGING VAN HET AANTAL PUNTEN.

De talrijke proefuitzendingen welke rond dit tijdstip ondernomen werden bevestigen meer en meer de noodzakelijkheid om de beeldscherpte te verhoogen. Reeds met de Kerr-cel en met de draaiende spiegels kan men de beelden op een scherm projecteeren en deze projectie doet de mozaïeksamenstelling van de beelden nog sterker uitkomen.

Alhoewel het niet volstrekt onmogelijk is het resultaat te bereiken met mechanische inrichtingen (door de Engelsche firma SCOPHONY werden ze tot in 1938 nog gebruikt voor het verkrijgen van zeer scherpe beelden) schijnt de ontwikkeling toch eerder te gaan in de richting van die systemen waar voor de oplossing van dit probleem gebruik wordt gemaakt van een kathodestraalbuis. Ongetwijfeld speelt de afwezigheid der traagheid hierbij een groote rol.

Het volstaat nochtans niet een middel te vinden om het aantal lijnen welke over het beeld beschreven worden te verhoogen, men mag inderdaad ook niet vergeten dat hiermede moeilijkheden zullen oprijzen bij de versterking die noodzakelijkerwijze zal moeten volgen tusschen de gebruikte foto-electrische cellen en de menglamp.

Inderdaad voor grofstartelevisie met 1200 punten per beeld en 12 beelden per seconde kunnen de beeldseinen in het ongunstigste geval van een dambord met 1200 vakjes elkaar opvolgen met een frequentie van 14.400 per seconde. In de practijk heeft men kunnen vaststellen dat de lichtvariaties die op de cel inwerken voor een normaal beeld elkaar opvolgen met een zeer variabele frequentie die zelden het derde bereikt van de grensfrequentie welke men met het dambord zou verkrijgen. In dit geval zou men slechts als maximumfrequentie 4.800 Hz verkrijgen. Het andere uiterste geval is dit van een gelijkmatig wit of zwart beeld; dan daalt de frequentie tot die van het aantal beelden, n.l. 12 per seconde.

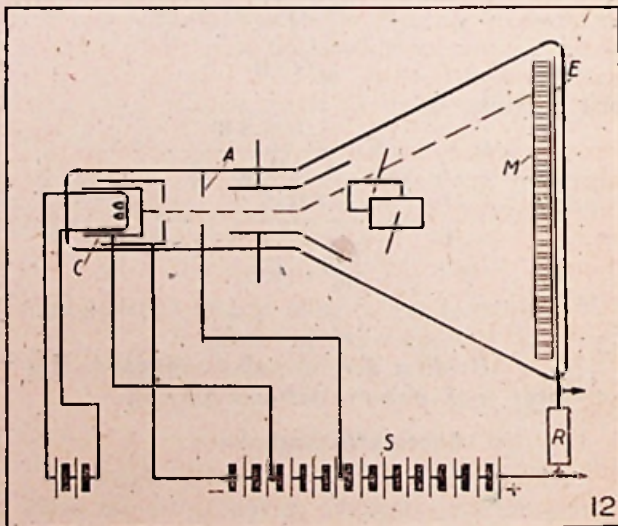
Het ligt voor de hand dat de versterker **zonder eenige vervorming** al de frequenties tusschen de laagste (12 Hz) en de hoogste (in dit geval 4.800 Hz) moet kunnen versterken. Moeilijk is dit niet; maar indien men de beeldscherpte verhoogt om te komen tot de moderne fijnrastertelevisie met 525 lijnen en zelfs meer (men spreekt thans van 1000 lijnen) dan verhoogt de bovenste grensfrequentie volgens de tweede macht van het aantal lijnen. Voor een beeld van 25 per sec. (thans in Europa algemeen aangenomen) wordt de dambordfrequentie:

$525 \times 840 \times 25 = 11.025.000$ , wat overeenstemt met een gemiddelde maximumfrequentie van 3.675.000 Hz. Een versterker die een volko-

men vlakke versterkingskromme bezit voor een zoo breede frequentieband is nu precies niet heel klassiek meer. Bovendien is deze hoge weergavekwaliteit van den versterker volstrekt noodzakelijk want ons oog is moeilijker voldaan dan het oor en is zelden tevreden met iets wat ongeveer juist is.

Vanaf 1927 werd door de Duitscher MANFRED VON ARDENNE een aperiodische versterker gebouwd voor een maximumfrequentie van 1 MHz, met een groote hoeveelheid onder- en boven-doorlaatfilters en met tegenkoppeling ten nadeele van de versterking per trap. Later werd door de Duitscher BRUCKENSTEINKUHL en de Amerikanen PREISMAN, SEELEY en KIMBALL de overigens uiterst ingewikkelde wiskundige theorie hiervan gepubliceerd.

Octrooien worden vervolgens genomen op kathodestraaliconoscopen.



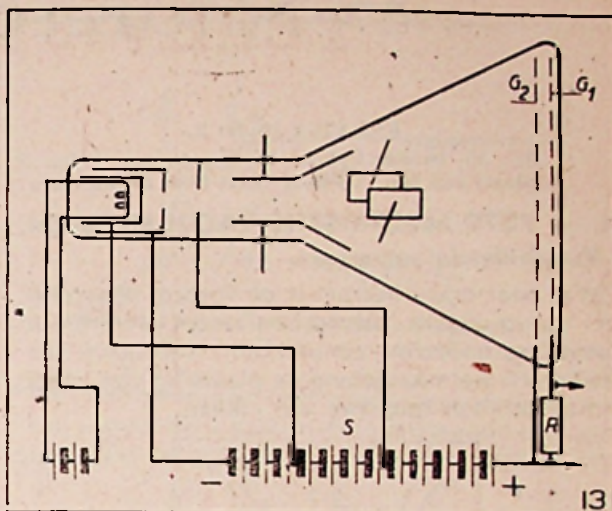
In 1928 werd door ZWORYKIN een iconoscoop gebouwd volgens 't door CAMPBELL SWINTON in 1911 uiteengezette beginsel, maar waarin het geïoniseerde gas Argon was in de plaats van het moeilijk verkrijgbare dampvormige natrium. In 1930 deed een ander Amerikaan REYNOLDS een octrooi nemen op een kathodestraaliconoscoop (figuur 12) met een geleidende en doorschijnende electrode E, waarachter zich een mozaïek M bevond, bestaande uit kleine buisjes met inwendigen neerslag van rubidium of een ander lichtgevoelig metaal. Het overige van de buis is gelijk aan de gewone Braunsche kathodestraalbuis. Wanneer het beeld geprojecteerd wordt op de mozaïek, dan bereikt een deel van het licht van elk punt de foto-actieve stof aan den binnenkant der buisjes waardoor een zekere ionisatie ontstaat van de ruimte in de buis. Deze ionisatie is evenredig met de lichtsterkte van het betreffende punt. De kathodestraal wordt op de



gewone wijze, die we later nader zullen bestudeeren, gebruikt voor de aftasting van de mozaïek aan de tegenovergestelde zijde van die waarop het beeld ontvangen wordt. De uit het alcalimetaal vrijkomende electronen worden gedeeltelijk aangetrokken door de anode A van de buis waardoor een zekere statische lading van elk der buisjes ontstaat. De andere electronen die op het mozaïek blijven vormen er een ruimtelading die als het ware den vorm van een electronisch beeld aanneemt. Bij het aftasten van het beeld wordt deze statische lading van elk buisje door de kathodestraal geneutraliseerd en ze wordt gedeeltelijk afgestooten door de ruimtelading. Daar deze twee verschijnselen evenredig zijn met de lichtsterkte van het beeld volgt daaruit, dat het aantal electronen van den straal die kunnen doorloopen tot de electrode E, om van daaruit de kathode C over weerstand R en de hoogspanningsbron S te vervoegen, verminderd wordt telkens deze straal over één der buisjes strijkt. De stroomvariaties die daaruit voortvloeien doen in weerstand R een spanningsval ontstaan die omgekeerd evenredig is met de lichtsterkte en die kan gebruikt worden voor het verkrijgen van een negatieve modulatie van de draaggolf, of rechtstreeks (na behoorlijke versterking die altijd noodig is) van de intensiteit van den kathodestraal eener Braunsche buis die aan de ontvangzijde gebruikt wordt als iconograaf.

Een andere Amerikaan W. C. A. SABBAAH ontwerpt een heele reeks iconoscopen waarvan de werking berust op de terugkaatsing der electronen van een kathodestraal door een dun doorschijnend vliesje dat zoo gebouwd is dat de tijd welke noodig is om er door een quantum licht een elektroon uit te bevrijden, korter is dan de tijd welke noodig is voor een elektroon om door de plaat heen te gaan. Het vliesje moet een zeer hooge weerstand hebben zoodat de electronen de tijd hebben om teruggekaatst te worden onder den invloed van het licht vóór dat ze kans hebben om langs andere punten van het vlies weggevoerd te worden. Alleszins voegt de auteur van het octrooi erbij dat het vlies genoegzaam geleidend moet zijn teneinde er geen lading op te verkrijgen gedurende een langeren tijd dan die welke door de kathodestraal gebruikt wordt om het beeld af te tasten. Het ligt voor de hand dat een dergelijk metaalvlies niet gemakkelijk te wezenlijken is. Het is ook wellicht daarom dat SABBAAH zelf een ander stelsel uitgedacht heeft waarin gebruik wordt gemaakt van de eigenschap van het glas van den wand der kathodestraalbuis om electronen op te zamelen. Deze eigenschap is minder uitgesproken naarmate de lichtsterkte groter is.

In plaats dus voor de modulatie van de draaggolf en vervolgens van de kathodestraal van den iconograaf, gebruik te maken van de electronen welke werden teruggekaatst door een metalen vlies maakt hij gebruik van de repulsie (terugstooting) welke een kathodestraal ondergaat door de op het glas opgezamelde ladingen door



een vorige aftasting van het beeld. Zooals we hierboven gezien hebben zijn deze ladingen omgekeerd evenredig met de lichtsterkte der verschillende punten.

Daartoe worden (fig. 13) aan de breede zijde van de kathodestraalbuis een paar positieve roosters  $G_1$  en  $G_2$  ondergebracht. Deze worden positief ten opzichte van de kathodebuis gehouden. Indien geen beeld aanwezig is gaan al de electronen van den kathodestraal door de roosters heen waarvan het ééne verbonden is met de positieve klem van de spanningsbron S over een weerstand R. Indien nu een beeld geprojecteerd wordt op den bodem der buis dan is de lading bij de eerste aftasting verschillend volgens de lichtsterkte der punten en wel zwakker naarmate de lichtsterkte grooter is. Bij de volgende aftasting wordt de kathodestraal gedeeltelijk teruggekaatst door deze lading. Wanneer de kathodestraal over een sterk belicht punt heenstrijkt wordt hij minder teruggekaatst dan in een somber punt. Daaruit volgt dat het aantal electronen dat rooster  $G_1$  bereikt grooter is voor een sterk belicht punt (daar waar de straal minder teruggekaatst wordt) dan voor een duister punt. De stroomen welke door weerstand R heengaan en er de voor-modulatie gebruikte spanningsval verwekken zullen dus sterker zijn naarmate het betreffende punt sterker belicht was.

Tenslotte heeft SABBAAH een andere iconoscoop uitgedacht, die een plaat bevat waarvan de weerstand varieert met de intensiteit van het er op invallende licht. Deze plaat die dus het uit te zenden beeld ontvangt wordt als het ware doorboord door den kathodestraal die er gedurende het aftasten overheenstrijkt en die bijgevolg variaties ondergaat die evenredig zijn met de weerstandvariaties der plaat. Deze intensiteitsvariaties van den kathodestraal veroorzaken zooals altijd een variabele spanningsval over een weerstand.

(vervolgt)



## HET FOTO-ELECTRISCH EFFECT

door E.J.I.M. PALMANS

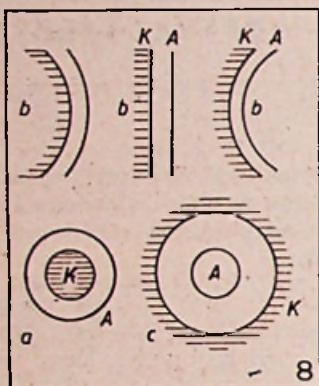
## ERRATIA IN N° 2.

Blz. 53, tweede kolom, 15<sup>e</sup> regel. Leest : fig. 9  
in plaats van fig. 7. Fig. 9 vindt U in dit nummer.

## III. — FOTO-ELECTRISCHE VACUUMCELLEN.

## Verschillende celvormen.

Wat haar bouw betreft is de fotocel voorzeker het eenvoudigste electronentoestel. Niettemin kunnen ze onderling aanmerkelijk van bouw verschillen en wel naargelang de plaatsing van anode en kathode ten opzichte van elkaar.



Laten wij uitgaan van een opbouw met vlakke kathode en vlakke evenwijdige anode (fig. 8).

Krommen wij de platen in de eene of andere richting, dan bekomen we twee symmetrische systemen. De eene keer is de fotokathode de binnenste kogel (zie fig. 8a) de andere maal de anode (fig. 8 b). Deze drie opstellingen worden respectievelijk betiteld als :

- cellen met vlakke elektroden,
- cellen met centrale kathode,
- cellen met centrale anode.

## Karakteristieken der fotocellen.

We zullen ons in deze paragraaf beperken tot die cellen, waarbij de elektroden geplaatst zijn in een practisch zoo volmaakt mogelijk luchtledige (vacuumcellen).

Indien het invallende licht een welbepaalde en onveranderlijke samenstelling heeft, hangen de eigenschappen van zulke cel slechts af van de lichtvloed  $\Phi$  en het potentiaalverschil  $V$  tusschen anode en kathode.

Tusschen deze twee veranderlijke grootheden en de bekomen fotostroom bestaat er een betrekking :

$$I = f(V, \Phi)$$

welke een oppervlak bepaalt, dat men betitelt als **karakteristiek oppervlak** der beschouwde cel. Dit oppervlak is op zichzelf dan weer bepaald door een reeks krommen, welke het verband aangeven tusschen fotostroom en potentiaalverschil  $V$  bij constante lichtenergie.

$$I = f'(V)$$

dit zijn de zgn. **stroom-spanningskarakteristieken** en een bundel van krommen, welke het verloop kenmerken tusschen stroom en lichtvloed bij

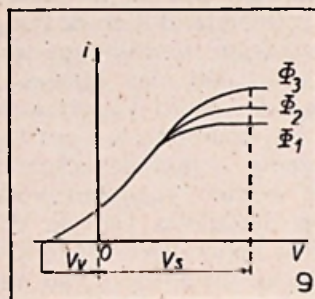
constant potentiaalverschil.

$$I = f''(\Phi)$$

deze vormen dan de **stroom-lichtvloedkarakteristieken**.

## A) Stroom-spanningskarakteristieken.

Het algemeen verloop dezer karakteristieken voor een vacuumcel, is voorgesteld in fig. 9 — en vroeger reeds besproken. Wel mag hier even worden bijgevoegd, dat het horizontale deel der kromme in werkelijkheid nooit volmaakt horizontaal zal zijn, vermits er zich steeds, hoe volmaakt het luchtledige ook moge zijn, een lichte stootionisatie zal voordoen.

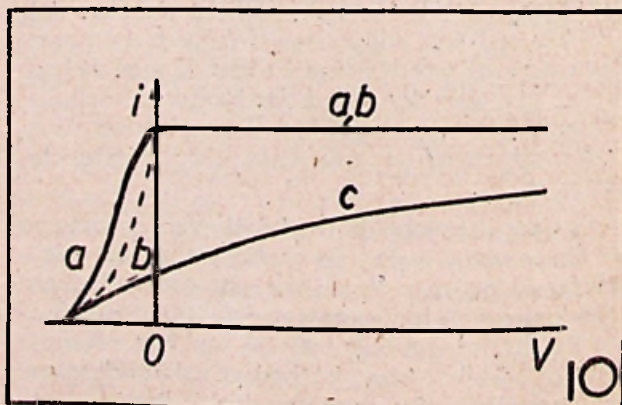


De waarden  $V_r$  en  $V_s$  zijn echter afhankelijk van den inwendigen bouw der cel.

Fig. 10 geeft de resultaten aan, die we voor de stroom-spanningskarakteristieken zouden bekomen : a) in geval van een cel met centrale kathode ; b) in geval eener cel met vlakke elektroden ; c) in geval eener cel met centrale anode.

Deze krommen kan men op tamelijk eenvoudige wijze verklaren. We zullen hierbij afzien van de ruimteladingsverschijnselen, die vanwege de zwakheid der stroomen geen essentieele rol spelen.

1<sup>o</sup>) Nemen we om te beginnen het geval eener cel met centrale kathode van idealen vorm, dus met een puntvormige kathode. De electronen zullen in dit geval steeds loodrecht op de anode botsen. Bestaat er tusschen kathode en anode geen potentiaalverschil, dan zullen ze eenvoudigweg met verschillende uitreesnelheden radiaal op de anode toevliegen. Een positieve spanning verhoogt slechts de snelheid der electronen, maar niet het aantal ; de intensiteit blijft

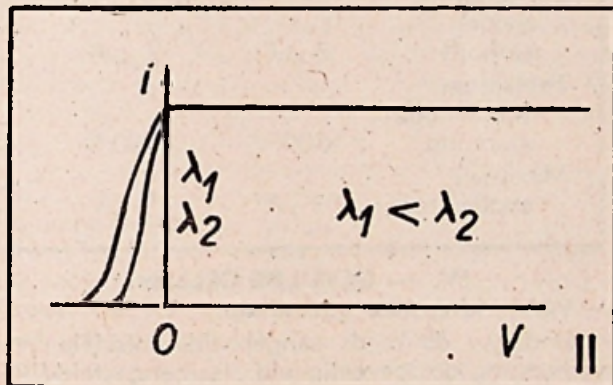




dus dezelfde. Bij negatieve spanning der anode zal echter de intensiteit dalen, daar de langzame electronen de potentiaalberg tusschen kathode en anode niet kunnen overwinnen (fig. 10 kromme a).

2°) Er bestaat geen enkele principieele reden waarom het verloop bij evenwijdige opstelling der electroden (geval b) anders zal zijn. De karakteristiek zal echter moeten liggen onder deze van a, daar de schuin uittredende electronen weerhouden worden, wanneer hunne loodrechte snelheidscomponente kleiner is dan deze, die met de aangelegde vertragende potentiaal overeen komt (fig. 10 kromme b).

3°). Bij een cel met kleine centrale anode zal eveneens, wanneer de electronenuittreding loodrecht geschiedt, de werkelijke karakteristiek behouden worden. De schuin uit de kathode tredende electronen zullen echter de anode voorbijvliegen. Pas wanneer de anodespanning tamelijk groot is, zullen deze in voldoende mate worden



opgevangen. Zooals te verwachten is zal dus bij zulke cellen slechts verzadiging optreden bij buitengewoon hooge spanning (fig. 10 kromme c).

**De invloed van de celvormen op de stroomspanningskarakteristieken komt eveneens tot uiting, wanneer men deze karakteristieken voor verschillende golflengten van het invallende licht met elkander vergelijkt.**

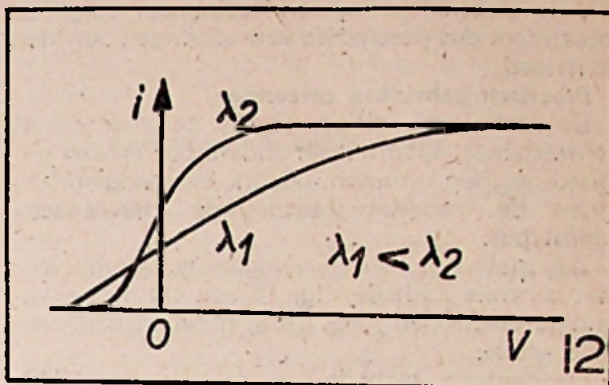
De anodestroom is niet alleen bepaald door het aantal maar ook door de snelheid der electronen (1). Daar nu de uittreesnelheid toeneemt met de energie hf van het invallend foton, zal bij invallend licht van kleinere golflengte, de karakteristiek beginnen bij grotere negatieve anodespanning. Dit zal het geval zijn zoowel voor de centraalkathode- als voor de centraalanodecel (fig. 11).

Bij de centraalanodecel zullen echter de electronen, naarmate hun snelheid grooter is, de anode gemakkelijker voorbijvliegen. Er zal een hogere anodespanning noodig zijn om deze door de anode te doen opzuigen; de verzadigingsstroom zal bij kleine  $\lambda$  dus eerst bij hogere anodespanning worden bereikt. Zoo zullen dus de krommen

(1) De stroom (hoeveelheid lading per tijdseenheid) is immers electronisch bepaald door

$$I = n e v s$$

$n$ : aantal electronen;  $e$ : lading van het electron;  $v$ : zijn snelheid;  $s$ : doorsnede van den geleider, en dus per eenheid van doorsnede:  $I = n e v$ .



voor  $\lambda$  groot en  $\lambda$  klein niettegenstaande een even groote verzadigingsstroom elkander snijden (fig. 12).

**Opmerking.** — Bij practisch uitgevoerde cellen zijn deze ideale krommen natuurlijk slechts bij benadering te bekomen. Zoo kunnen b.v. bij het type met evenwijdige electroden, de electroden niet oneindig groot zijn, gelijk wij eigenlijk stilzwijgend hebben verondersteld.

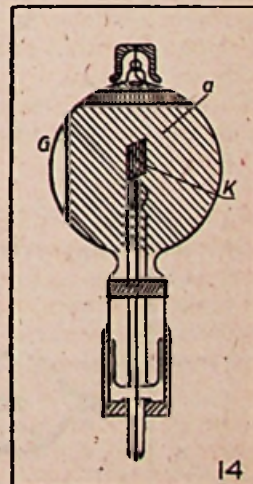
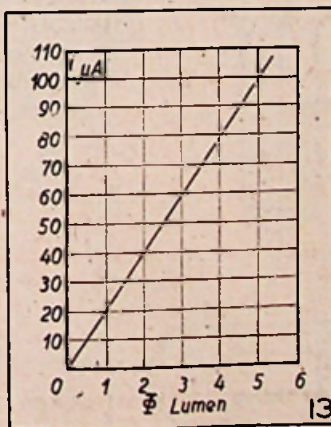
#### B) Stroom-lichtvloedkarakteristiek.

Ingevolge de eerste hoofdwet der foto-electrische emissie, volgens dewelke het aantal der uitgezonden electronen evenredig is met de energie van het invallende licht, zouden deze karakteristieken steeds bij benadering rechte lijnen moeten zijn, die door den oorsprong van het coördinatenstelsel gaan (fig. 13). Met een buitengewone goede vacuümcél kan men dergelijke karakteristiek wel verkrijgen.

In de meeste gevallen is deze lineaire betrekking echter verborgen of vervormd, door het optreden van veranderlijke elektrische verliezen, of door een tijdelijke of permanente vermoeienis der kathode, of ook nog door een veranderlijke opheffing der ruimteladingen.

#### C) Dynamische karakteristieken.

Gelijk we terloops reeds hebben vermeld, treedt het foto-emissie-effect bijna oogenblikkelijk op. Niemand heeft inderdaad tot heden toe een verschuiving kunnen waarnemen tusschen het invallen van het licht en de vrijmaking





van de electronen. In een vacuümcél volgt de fotostroom dus precies de veranderingen van den lichtvloed.

#### Practisch gebruikte celvormen.

De technische cellen, zooals ze voor relais, lichtreclames, toonfilm en andere doeleinden gebruikt worden, vormen slechts overgangen tusschen de zoeven beschouwde theoretische hoofdtipes.

Zoo stelt fig. 14 een verouderde celtype voor met centrale kathode, fig. 15 een cel met evenwijdige electroden; fig. 16-a, b cellen met centrale anode.

De centrale kathode van de cel van SUHRMANN (fig. 14) is als een klein metaalplaatje in het midden van den anodeböl uitgevoerd; het venster 0 langswaar de bestraling der kathode geschiedt, is vrijgelaten in de metalieke binnenbekleeding a, welke de anode vormt. Dergelijke cellen worden thans zelden gebruikt, ondanks het voordeel reeds bij geringe anodespanning hun verzadigingsstroom te bereiken.

De belichtingsmoeilijkheid der kathode van de cellen met evenwijdige electroden, zou kunnen verholpen worden door b.v. een doorschijnende foto-kathode te gebruiken, en deze aan de rugzijde te belichten, hierbij zou echter ook de anode vrij sterk verlicht worden. Daarom geeft men er de voorkeur aan de anode in netvorm uit te voeren en de kathode doorheen dat net te belichten. De karakteristiek verkrijgt hierdoor wel een minder gunstig verloop, en juist gelijk bij de cel met centrale anode, wordt de verzadiging pas met een aanzienlijke zuigspanning bereikt.

Buiten de zoeven vernoemde hoofdvormen, bestaan er nog eenige speciale uitvoeringen. Zoo

vertoont fig. 17 een ringvormige cel, waarbij de anode den vorm eener toroïde heeft, vandaar de benaming « toroïdale cel ». De belichting gebeurt door de opening der toroïde, zoo dat de cel zeer dicht bij reflecteerende voorwerpen kan geplaatst worden.

Vermelden wij tenslotte als heel speciale uitvoering nog de cel van fig. 18 voorzien van een uit kwarts uitgevoerd venster. Zij doet hoofdzakelijk dienst bij X-stralen-fotometrie.

Sluiten we deze paragraaf met de karakteristieke gegevens van twee commercieele vacuümcellen.

Type :	3510	3512
Kathode :	Kalium	Caesium
Normale anodespanning :	100 V	100 V
Gevoeligheid :	$c_a \ 3 \ \mu A/l_{lm}$	$c_a \ 20 \ \mu A/l_{lm}^*$
Capaciteit anode-kathode :	$3 \ \mu F$	$3 \ \mu F$
Toelaatbare max. anodespanning :	500 V	500 V
Maximale anodestroom :	$3 \ \mu A$	$5 \ \mu A^{**}$

#### IV. — GEVULDE CELLEN.

##### Versterking door gasvulling.

Ondanks de reeds aangehaalde middelen ter verhooging der gevoeligheid, (samengestelde kathode) geven de beste luchtledige fotocellen steeds een zeer geringe stroom voor een gegeven lichtvloed, zooals trouwens blijkt uit voorgaande karakteristieken.

Voor die gevallen nu, waar een groote effectieve gevoeligheid vereischt is, wordt gebruik gemaakt van gasgevulde cellen. De uit de kathode vrijgemaakte electronen zullen in dat geval de gasmoleculen door botsing ioniseeren (stoot-ionisatie), van het oogenblik dat de energie van het botsend electron een bepaalde waarde bekomen heeft. Die energie verschilt voor ieder gas.

Hierop voortgaande zouden we geneigd zijn

(\*) Leest : micro-ampère per lumen.

De lumen is de visuele eenheid van lichtvloed of lichtstroom. In den laatsten tijd heeft men namelijk de gewoonte aangenomen liever de lichtstroom dan de lichtsterkte van een bron aan te geven.

Lichtsterkte en lichtstroom zijn onderling verbonden door :

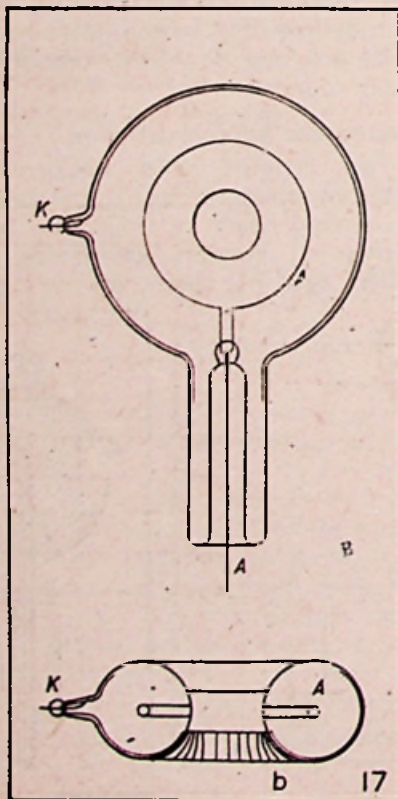
$$\text{Lichtsterkte} = \frac{I \text{ lichtstroom } \Phi}{\text{per eenheid van ruimtehoek.}}$$

De eenheid van ruimtehoek noemen we de steradiaal. Vermits we in een geheele böl  $4 \pi$  steradialen hebben is dus :

$$I_0 = 4 \pi I$$

Een gloeilamp van 1000 lumen heeft dus een gemiddelde lichtsterkte van  $1000/4 \pi = 80$  kaarsen.

(\*\*) De lage toelaatbare anodestroom wijst er op, dat de maximale belichting, welke de kathode zonder gevaar van beschadiging verdragen kan, betrekkelijk lang is en enkele lumen/cm<sup>2</sup> of slechts deelen daarvan kan verdragen.





als vulgas, gassen met laag ionisatiepotentiaal te nemen. Daar echter het gebruikte gas scheikundig inactief moet zijn (om scheikundige verbindingen met de zeer actieve alkalimetalen der kathode te vermijden) komen slechts edelgassen in aanmerking.

Vermits echter alle edelgassen weer niet even gemakkelijk kunnen worden afgezonderd en bijgevolg zeer duur zijn, zijn we noodgedwongen op een welbepaalde keuze aangewezen, en wel het argon en het krypton.

In den laatsten tijd blijkt een voorkeur te bestaan voor een mengsel van gassen (neon en helium b.v.).

### Karakteristieken der gasgevulde cellen.

#### 1°) Stroom-spanningskarakteristiek.

In tegenstelling met de vacuümcél zal hier de fotostroom bij een bepaalde anodespanning geen maximum (zoogenaamde verzadigingsspanning) bereiken, maar blijven aangroeien met  $V$ . Met geringe anodespanningen zal zelfs de anodestroom in vergelijking met de vacuümcél zwakker zijn, en dit zoolang we de ionisatiespanning van het gas niet bereikt hebben; immers slechts van dit oogenblik af worden uit de gasatomen nieuwe elektronen vrijgemaakt.

Bij te hooge anodespanning treedt echter een glimontlading op; onder deze spanning bevinden we ons reeds in een gevaarlijk gebied; bij langere bedrijfsduur n.l. verandert de ionisatietoestand vanzelf, en bestaat er gevaar voor een omslaan van een onzelfstandige ontleding in een zelfstandige glimontlading. Vandaar geldt als algemeene regel de gascel te gebruiken bij een bedrijfsspanning die 20 % lager is dan de ontsteekspanning.

Dat deze karakteristieken afhankelijk zijn van den gasdruk is licht te vermoeden. Proeven wijzen ons inderdaad op het bestaan eener optimale drukking.

#### 2°) Stroom-lichtinvloedkarakteristiek.

Deze karakteristiek verloopt bij de gascellen.

niet zoo rechtlijnig als bij de vacuümcellen; het verschil ligt hierin, dat de stroom meer dan evenredig toeneemt met de lichtsterkte zooals fig. 19 aantoont.

#### 3°) Dynamische karakteristiek.

Terwijl de vacuümcél de veranderingen van den lichtvloed zeer getrouw volgt, heeft de gascel een veranderlijke dynamische gevoeligheid, die altijd afneemt, wanneer de frequentie der lichtvloedvariëaties stijgt.

Ziehier tenslotte ter vergelijking de karakteristiek der vacuümcellen de gegevens eener industriële gascel met caesiumkathode.

Anodespanning :	100 V
Gevoeligheid :	150 $\mu\text{A/lm}$
Anode-kathode capaciteit :	5 $\mu\text{F}$
Toelaatbare anodespanning :	100 V
Maximale anodestroom :	7,5 $\mu\text{A}$

#### Nadeelen der gasgevulde cellen.

Zooals reeds uit het voorafgaande blijkt, vertoonen de gasgevulde cellen tegenover het voordeel eener hoogere gevoeligheid (150 microampère per lumen tegenover hoogstens 20  $\mu\text{A/lm}$  bij de vacuümcellen) verschillende nadéelen, waaronder we dienen te vermelden :

1°) Hunne traagheid tegenover snelle lichtsterkte variëaties ;

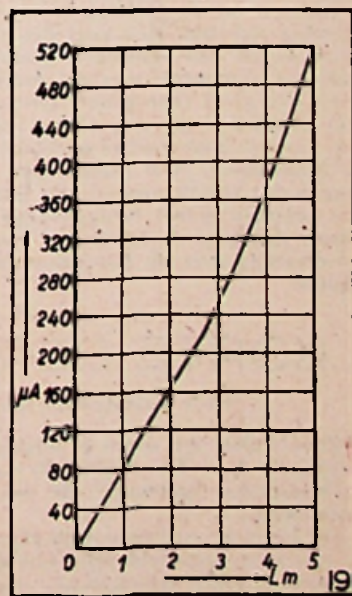
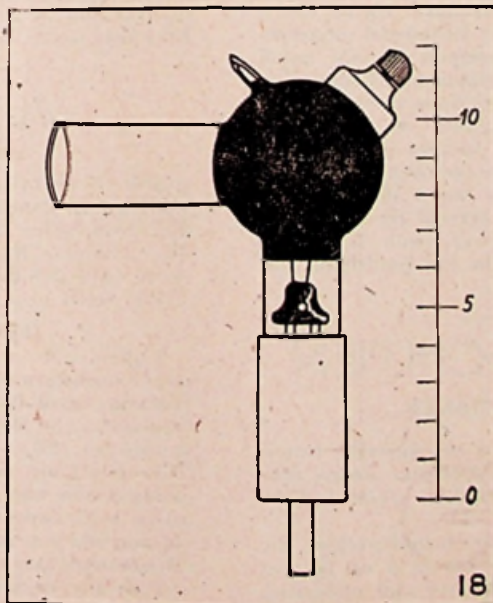
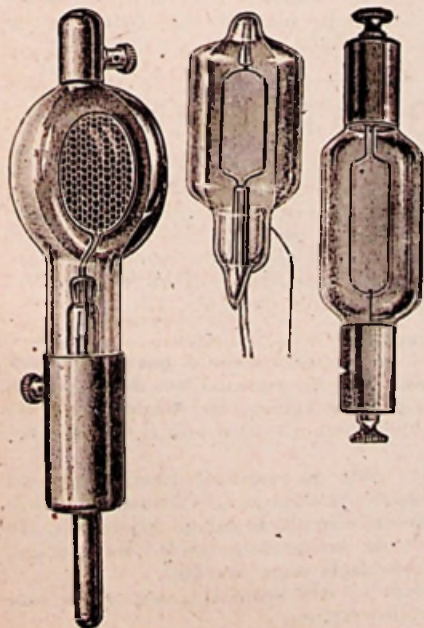
2°) Hunne onbruikbaarheid voor hooge anodespanningen, vermits bij te hooge spanningen in het gas een glimontlading optreedt.

Hieraan willen we nog toevoegen dat :

3°) de gascellen tegenover de vacuümcellen een zekere vermoeienis vertoonen, d.w.z. dat de fotostroom bij voortdurende belichting na bepaalden tijd afneemt ;

4°) de gasgevulde cellen zoo onbestendig zijn, dat het moeilijk is twee gasgevulde cellen te vervaardigen met absoluut dezelfde karakteristieken.

(vervolgt)





## WIJ ANTWOORDEN

**L. L. M., Leopoldsburg.** — Vraag wanneer het nieuwe golfleugteplan voor Europa in voege zal komen, en met welke kracht Brussel zal zenden, en wat er gebeurt met de locale zenders Antwerpen, Luik, Gent enz.?

**Antwoord.** — Het is zeer moeilijk hierop een afdoend antwoord. Alles is immers maar een voorstel uitgaande van private instellingen zooals duidelijk in den aanhef van het artikel gezegd is.

**R. B., te Moustier-les-Frasnes.** — Vraagt of we hier het algemene tarief voor reparaties aan ontvangers niet kunnen opgeven voor België?

**Antwoord.** — Het is onmogelijk op deze vraag te antwoorden, omdat er in het geheel geen officieel of officieus tarief bestaat. De vraag lijkt ons echter wel interessant en het ligt in onze bedoeling eerlang aan deze kwestie een artikel te wijden.

**R. J. E. M. - Hoboken.** — Vraagt hoe de juiste lengte en vorm der antenne te bepalen is in verband met het gebruikte ontvangoestel?

**Antwoord.** — Deze vraag heeft geen betrekking op een door ons gepubliceerd artikel en alhoewel het niet in onze bedoeling heeft gelegen dergelijke vragen te beantwoorden kunnen we hierop *bij uitzondering* het volgende antwoorden: De lengte en de vorm van de antenne kunnen slechts een rol spelen bij oudere ontvangoestellen waarin een afgestemde antennekring voorkomt. Daar twee antennes nooit volkomen dezelfde karakteristieken vertoonen heeft men getracht den invloed ervan op de selectiviteit en de afstemming uit te schakelen door ze eenvoudig weg niet meer af te stemmen of zooals men vaak wel ten onrechte zegt door den antennekring aperiodisch te maken. Moderne telefonie-ontvangers worden vaak met bandfilters afgestemd. De antennekring wordt dan met de eerste kring van de bandfilter gekoppeld met behulp van een niet afgestemden kring. Bij moderne ontvangers heeft de antenne geen invloed op selectiviteit en afstemming. Ook de gevoeligheid der moderne ontvangers is thans zoo groot dat de eenvoudigste antenne uitstekende resultaten oplevert. Deze kunnen evenwel worden verbeterd door de antenne hoog te plaatsen. In het hierboven gegeven antwoord werd geen rekening gehouden met den antennevorm en met de plaatsing met het oog op de storingen.

**H. H. - Amsterdam.** — Vraagt in verband met den televisie cursus wat een polariseerend kristal is?

**Antwoord.** — Het is moeilijk een volledig en duidelijk antwoord te geven in enkele lijnen. Een polariseerend kristal houdt verband met wat men noemt de polarisatie van het licht. Het licht is een trillingsverschijnsel; de trillingen geschieden bij een gewonen lichtstraal in alle richtingen van de vlakken loodrechtstaande op de voortplantingsrichting. Men zegt dat een lichtstraal gepolariseerd is als alle trillingen plaatsgrijpen in één enkel vlak dat samenvalt met de voortplantingsrichting. Zoo heeft een nicol (een geheel gevormd door twee prisma's met canadabalsem aan elkaar geplakt) de eigenschap een gewone lichtstraal te ontbinden in twee gepolariseerde lichtstralen. Men noemt deze de gewone en de buitengewone straal waarvan de ééne tegen de scheiding der prisma's wordt teruggekaatst, terwijl de andere er alleen doorgaat. Inlichtingen hierover vindt U in alle handboeken over de Natuurkunde in het hoofdstuk der Optiek.

## KORTE BERICHTEN

### EEN REUZEN-LUIDSPREKER.

Zooals alles wat groot is blijkbaar uit Amerika komt, werd ook door The University Laboratories dezen reuzenluidspreker gebouwd die bestemd is voor buiteninstallaties.

Hij bevat zeven hermetisch afgesloten luidsprekers die in een kast opgesteld zijn van 56 cm lang en 58 cm doormeter. Deze verschillende elementen zijn onderling met gummi van elkaar gescheiden.

Het totale gewicht van een dergelijke groep bedraagt 46 kgr. Er kunnen 200 W geluidsenergie worden afgeleverd en de dracht van het geluid is buitengewoon groot. Er wordt n.l. beweerd dat een luidspreker hoorbaar is tot op 2500 m afstand wat ongetwijfeld een praktische waarde heeft bij sportgelegenheden. In elk geval zou het wenschelijk zijn dergelijke dingen maar niet te gebruiken op reclame-auto's die zoo vaak gebruikt worden in een grootstad.

M. D.

### EEN « MACHINE » VOOR DE BEREKENING VAN ANTENNES.

Het betreft hier een apparaat dat gebouwd werd in de laboratoria van de R.C.A. in de Ver. Staten. Het is een soort robotingenieur vermits daarmede automatisch kan berekend worden hoe zendantennes dienen gebouwd te worden en waar ze moeten worden opgericht. De karakteristieken der ontworpen antenne worden verkregen op het scherm van een kathodestraalbuis. Hiermede worden dus zeer lange berekeningen vermeden als o.a. de berekening en het meten van de noodige veldsterkte en de toepassing is vooral zeer interessant voor het ontwerp van gerichte antennes. Men kan zich eenigszins een denkbeeld vormen van de afmetingen van het apparaat als men weet dat er 52 lampen in gebruikt worden.

M. D.

## Wij hebben voor U gelezen :

SCIENCE ET VIE — November 1945 n° 338, blz. 179 tot 190.

Het radio-electrische wapen van den modernen oorlog, n.l. de radar, heeft aanleiding gegeven en stof tot talrijke artikels in allerlei kranten en tijdschriften. Na een studie gemaakt door AISBERG, verschenen in de « Cahiers de Toute La Radio » en die zeer belangrijke gegevens bevatte voor alle radio-technici, verdient ook het zeer gedocumenteerde en prachtig geïllustreerde artikel van R. LE PRETRE in « Science et Vie » een bijzondere vermelding.

De belangrijkste organen van de « radar » n.l. de oscilloscoop, het magnetron, het klistron enz. worden er kort maar duidelijk beschreven. Zelfs de lezers zonder speciale radiotechnische ontwikkeling kunnen de werking van dit wonderinstrument begrijpen aan de hand van Le Pretre's uiteenzetting. Het wordt eveneens duidelijk, hoe langs electronischen weg de landkaart der hinderpalen wordt verkregen, hinderpalen die worden opgezocht door een electro-magnetischen bundel, hoe de controle van de nachtjagers geschiedt, hoe het luchtafweergeschut geregeld wordt, hoe er gevlogen wordt en ook gebombardeerd zonder dat het doel zichtbaar is en dit wel volgens de Engelsche methode van OBOE en de Amerikaansche van SHORAN.

M. D.

## VIBRATOREN

(vervolg van blz. 70)

stuurd of er in onderbroken. De secundaire windingen worden dan doorloopen door stroomstooten van denzelfden vorm, maar op hoogere spanning. De veeren 4 en 1 die verbonden liggen aan de secundaire winding zorgen er nu voor dat deze stroomstooten gelijkgericht worden. Dit wordt nog verduidelijkt door fig. 12.

### Vermogen — periodiciteit.

Trillers gebouwd voor sterkstroom kunnen een normaal vermogen van 100 W ononderbroken afleveren. Sommige modellen zijn berekend voor het dubbele. De frequentie van den bekomen wisselstroom is van de orde van 60 tot 120.

Trillers voor auto-radio en andere batterij-ontvangers onderbreken veel sterkere stroomen. Gewoonlijk wordt alleen het anodestroomverbruik hierdoor afgeleverd. Dit vermogen is van de orde van grootte van 25 W. Het aantal perioden per seconde is ongeveer 100.

Tenslotte geeft fig. 13 het beeld van een triller voor auto-radio of batterijtoestellen.



**BON**

(Voor de Redactie).

In welke artikels stelt U het meest belang?

Welke onderwerpen zoudt U graag behandeld zien?

## **MEDEDEELING aan onze cursus deelnemers**

Wij brengen ter kennis van al de belangheb-  
benden dat de studentenkaarten onlangs verzon-  
den werden.

Alle leerboeken zijn voorradig.

Millimeterpapier beschikbaar.

Papier voor het maken der oplossingen  
beschikbaar.

Het Beheer.



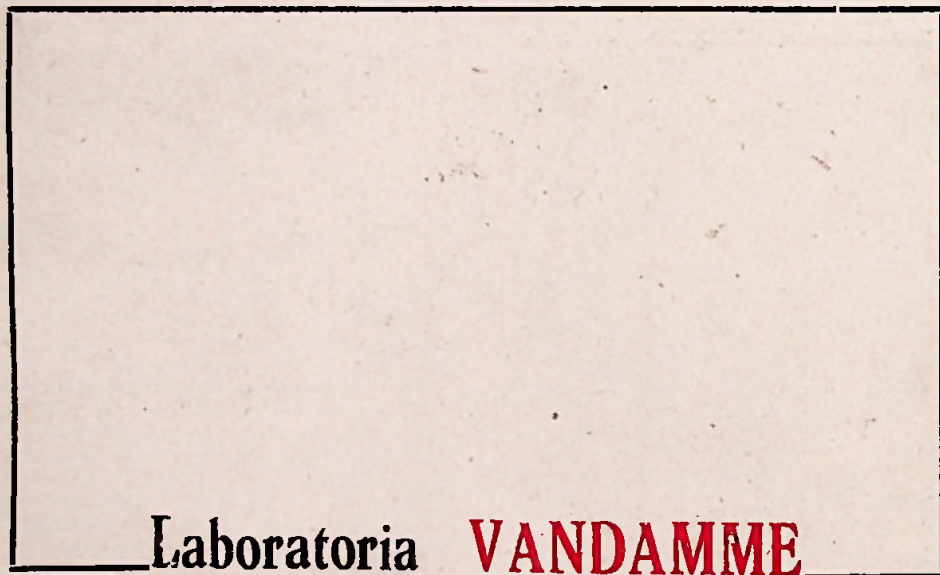


**Alle**



**Electrische**

**MEETINSTRUMENTEN**



**Laboratoria VANDAMME**

**Amerikalei, 188**

**ANTWERPEN — Tel. 751.59**

