

Radio-Expres

TIJDSCHRIFT VOOR RADIOTECHNIEK

REDACTIE: J. CORVER EN Ir. J. L. LEISTRA e. i.

Redactie en Administratie: Hoylelesingel 15, Hillegersberg

Telefoon No. 47330 - Postgirorekening No. 385246

Dit blad verschijnt op den ten en den Vrijdag van iedere maand. Abonnementsprijs f 7.50 per jaar, of f 3.75 per halfjaar, voor het binnenland en f 8.60 per jaar voor het buitenland. Abonnementen kunnen ingaan per 1 Januari en per 1 Juli. Het auteursrecht voor den volledigen inhoud wordt voorbehouden volgens de Wet op het Auteursrecht van 23 September 1912, Staatsblad No. 308.

De „Synchrodyne” Ontvanger

Zijn onze ontvangers antiek? Beteekent Synchrodyne een omwenteling in den ontvangerbouw?

We hadden niet durven vermoeden, dat er zoo zou worden gereageerd op ons artikeltje over dit onderwerp in R.-E. nr. 11 van dezen jaargang. De hierboven weergegeven en vele andere vragen kwamen op onze redactietafel. Daarom leek het de redactie goed om nog eens wat dieper op de „Synchrodyne” in te gaan en ook het hoe en waarom eens nader aan een beschouwing te onderwerpen. Daartoe zal in eenige artikelen worden nagegaan wat precies het nieuwe van dezen ontvanger is. Het eerste deel zal een theoretische beschouwing geven en in het tweede deel zal worden aangegeven hoe men zulk een ontvanger kan bouwen.

DEEL I.

1. *Voordeelen.* Verondersteld wordt, dat de lezers het artikel uit R.-E. nr. 11 (1947) nog eens nalezen. Men kan dan als de groote voordeelen van den synchrodyne-ontvanger, waarmee deze zich van andere ontvangerstypen onderscheidt, opnoemen:

- het is mogelijk om de middelen ter verkrijging van selectiviteit en kwaliteit te scheiden. Men kan beiden onafhankelijk van elkaar instellen.
- Men behoeft het hoogfrequente deel van den ontvanger niet af te stemmen. Alleen een afstembare oscillator is vereischt.
- Een mogelijkheid om de modulatie weer terug te krijgen zonder gebruik te maken van de niet-lineariteit van een detector.
- De oscillator voor de demodulatie kan met de draaggolf van het ontvangende station worden gesynchroniseerd.

De beteekenis van (a) is, dat men selectiviteit en kwaliteit beide hoog kan opvoeren; (b) beteekent, dat we verlost zijn van twee of drie condensatoren, die op één as gelijk moeten werken. Met

Gij kunt Uw abonnement snel verdienen.

Aan onze abonné's doen wij het volgende aanbod.

Indien U onder uw bekenden één nieuwen abonné kunt werven en ons, met diens naam en adres, vóór 31 Januari a.s. het abonnementsgeld van f 7.50 voor 1948 laat toekomen, ontvangt deze de nog in 1947 verschijnende nummers gratis en kunt u uw eigen abonnement voor 1948 met f 6.— vol-doen.

U zendt ons dus f 13.50 voor de twee abonnementen.

Kunt u op dezelfde wijze meer dan één nieuw abonné aanbrengeu, dan kunt u voor elk daarvan f 1.50 aftrekken van hetgeen u voor uw eigen abonnement verschuldigd is. Ook in den loop van 1948 handhaven wij deze premie voor het aanbrengeu van nieuwe abonné's, in dien zin, dat wij bij toezending door uw bemiddeling van het bedrag van f 7.50 voor een jaarabonnement voor een nieuwen abonné een bedrag van f 1.50 boeken, dat in aftrek komt van een eerstvolgende betaling van het eigen abonnement.

Administratie
RADIO EXPRES.

(c) moeten we oppassen. Door de afwezigheid van afstemmiddelen in het hf-deel van den ontvanger, komen alle signalen, die de antenne ontvangt, op den demodulator en zullen, indien ergens een niet-lineariteit aanwezig is, worden gedetecte-

een kleinen weerstand en sluiten de lijn tusschen „in” en „uit” vrijwel kort. De volgende halve periode van den schakelstroom is de linksche klem negatief, de rechtsche positief; de ventielen worden nu niet geopend, integendeel, ze krijgen een

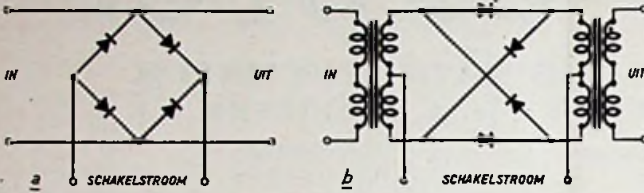


Fig. 1. Enkele modulortypen.
a. knipoogmodulator;
b. ringmodulator.

teerd. Het systeem der demodulatie moet daarom een „lineair”-systeem zijn; dit zal later nader ter sprake komen. Het 4e voordeel beteekent een geheel andere werkwijze dan gebruikelijk in superheterodyne- of „recht-uit”-ontvangers. De grootste portie der selectiviteit zetelt in den oscillator, die gesynchroniseerd moet worden met de draaggolf van het te ontvangen station. Draait men den afstemknop van den oscillator een weinig, dan blijkt dat de ontvangst zuiver blijft, totdat bij verdere draaiing de oscillator zich niet langer laat synchroniseren en de ontvangst plotseling wegvalt. Slechts een cacophonie van geluiden kiinkt dan uit den luidspreker. Daarom is het ontwerpen van den oscillator het meest critieke punt van den synchrodyne-ontvanger.

2. Demodulatie. Bezieet men eens fig. 1. Daarin staan twee typen modulatoren afgebeeld, die in de draaggolftelefonie op kabels al sinds vele jaren bij duizendtallen worden toegepast en door de telefoontechnici als oude bekenden worden beschouwd. Het is daarom des te interessanter, dat men onder gebruikmaking van de techniek en de ervaring der telefoniemensen met voor hen heel gewone bouwstenen, modulatoren, filters en een gesynchroniseerden oscillator, een radio-ontvanger heeft geconstrueerd. Dat geeft aan de waarde en betrouwbaarheid van de synchrodyne het noodige perspectief. Het is geen gril van den één of anderen zonderling, maar harde realiteit.

Uit diverse brieven bleek afkeerigheid ten aanzien van de synchrodyne omdat die „anders” werkte. Men vond het kortgezegd gek! Maar waarom zou het onbekende en ongewone als „gek” moeten worden terzijde gesteld?

Een beroemde uitspraak: „Onderzoekt alle dingen en behoudt het goede” vindt hier volle toepassing. Daarom gaan we het systeem eens nader beschouwen.

Allereerst figuur 1a. Daar staat een zgn. knipoogmodulator (Cowan-modulator) afgebeeld. Sluit men aan de klemmen, genaamd schakelstroom, een oscillator aan, dan vloeit gedurende den tijd, dat de linksche klem positief en de rechtsche negatief is, een stroom door de ventielen (Kuproxcellen, kristalioden of iets dergelijks) waardoor deze geopend worden zoals men wel zegt. Ze hebben nu

heel hoogen weerstand en het gevolg is, dat de klemmen „in” en „uit” nu met elkaar zijn verbonden zonder eenigen hinder van de ventielen te ondervinden. Het gevolg is, dat de eene halve periode de overdracht van „in” naar „uit” wordt

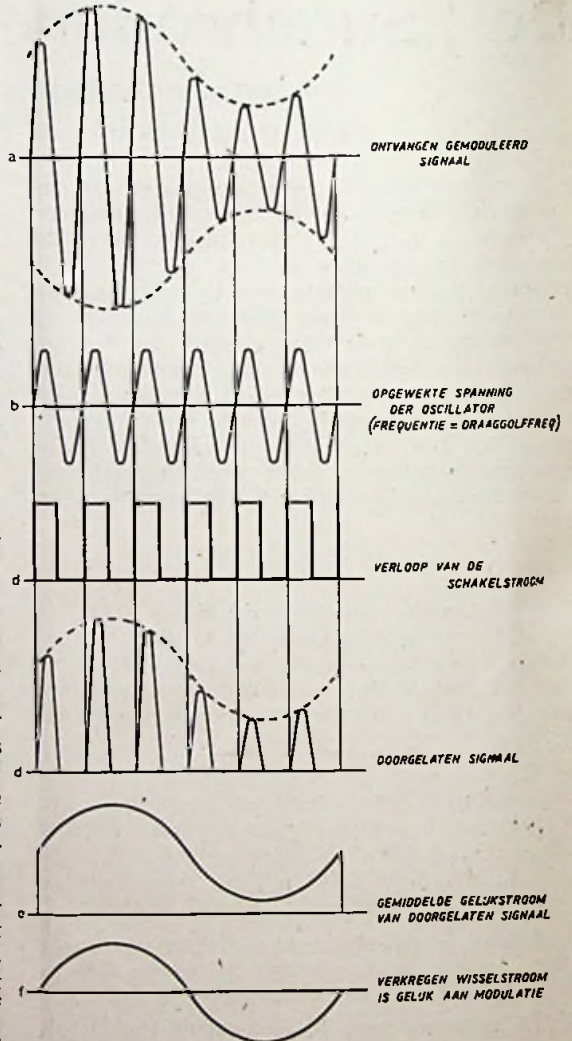


Fig. 2. Verloop der demodulatie bij knipoogmodulator.

onmogelijk gemaakt door de kortsluiting der ventielen en in de andere halve periode ongehinderd plaats vindt. De schakelstroom doet dus niets anders dan „open“-„dicht“-„open“-„dicht“ enz., waaraan die stroom dan ook zijn naam ontleent.

Plaatst men nu op zoo'n modulator aan den ingang een gemoduleerd signaal, afkomstig van een zender (zie fig. 2), dan zou het verbazend handig zijn als we juist in de positieve deelen van de draaggolf het knipooog „open“ konden doen en de negatieve deelen, die we niet wenschen, konden onderdrukken door het knipooog te sluiten. Welnu, het menschedom vermag ook dit te bewerkstelligen. Voert men aan de klemmen van den schakelstroom een wisselstroom toe, die precies gelijk is aan dien van de draaggolf, dan is dat zeker het geval.

Maar een oscillator zonder hulp van buiten kan nooit nauwkeurig binen een halve periode gelijk blijven aan een willekeurige frequentie. Daarom wordt de oscillator gesynchroniseerd met de draaggolfrequentie.

Het gevolg is, dat het demodulatieproces zich nu voltrekt zooals in fig. 2 is afgebeeld. In a ziet men het ontvangen signaal, b is de schakelstroom met precies dezelfde frequentie als die van de draaggolf. Het gevolg is, dat het open of dicht zijn van het knipooog door c wordt voorgesteld. Daardoor wordt telkens juist de positieve helft van het ontvangen signaal doorgelaten en de negatieve helft geblokkeerd. Het resultaat is d. Deze gelijkstroomstootjes herbergen de laagfrequente modulaite in zich. Hadden alleen de plaatjes a en d er maar gestaan, dan had de lezer vast gedacht, dat een ideale detector was uitgevonden, want als een diode een karakteristiek had zooals fig. 3 toont, dan zou ook d het resultaat zijn geweest. Nu is met 4 ventielen het zelfde resultaat bereikt. Na filtering komt dan tenslotte de wisselstroom f voor den dag.

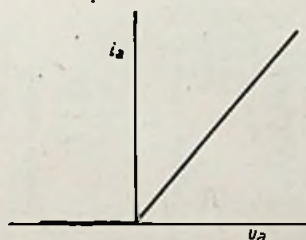


Fig. 3. Ideale diode-karakteristiek.

Een extra voordeel is, dat de gelijkstroomportie, die nog in e zit, voor een optische afstemming kan dienen. De vergelijking met de ideale diode is verder nog leerzaam, want die is — achteraf gezien — niet zóó ideaal. Die detecteert alles wat eraan wordt voorgezet, en daarom moeten bij gebruik eener diode storende zenders eerst terdege worden uitgefilterd. De knipooog-modulator daarentegen mag alles gepresenteerd krijgen, hij demoduleert alleen dat signaal, dat hem in 't geheugen geprent

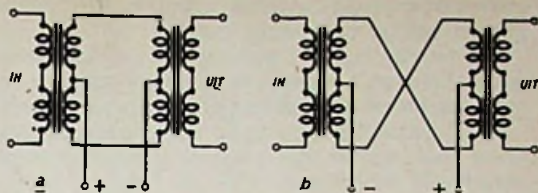


Fig. 4. Vervangingsschema's van den ringmodulator.

is, d.w.z. alleen het signaal, dat overeenkomt met de frequentie van den schakelstroom.

De selectiviteit moest dus zelfs bij een ideale diode, zooals gezegd, ontleend worden aan filters (afgestemde kringen). De selectiviteit van de „Synchrodyne“ zetelt niet in filters maar in den

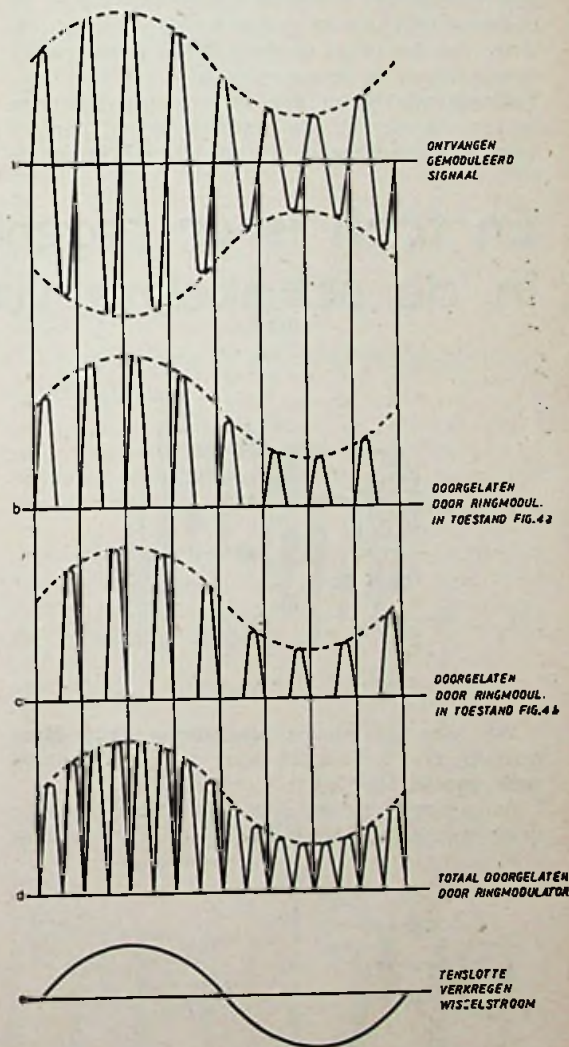


Fig. 5. Verloop der demodulatie in een ringmodulator.

gesynchroniseerden oscillator. Dat is het groote geheim van dit type ontvanger.

Het tweede in fig. 1 afgebeelde type modulator is wat deftiger, het bevat twee transformatoren en geeft tweemaal zooveel output, zooals zal blijken.

Is de schakelstroom links binnentredend, dus linker pool positief, dan laten de twee horizontaal geteekende ventielen door en de twee overkruisgeteekende zijn in den sperrenden toestand. Dan is het vervangingsschema zooals fig. 4a laat zien. Is de schakelstroom van teeken omgekeerd, dan laten de twee overkruisgeteekende ventielen door, en de twee horizontaal geteekende hebben nu den sperrenden toestand bereikt. De beide transformatoren zijn nu niet meer „recht” met elkaar doorverbonden, maar „gekruist” (fig. 4b).

Laat men het signaal van fig. 2a toe aan den ringmodulator, dan wordt, indien de schakelstroom gesynchroniseerd is met de draaggolfrequentie, de positieve helft van de gemoduleerde draaggolf gewoon van den eenen op den anderen transformator overgedragen. In de negatieve helft van de draaggolfrequentie is nu ook de schakelstroom van teeken omgekeerd. De transformatoren zijn nu gekruist doorverbonden. De negatieve helft van de

draaggolf komt nu als positieve helft aan de uitgangsklemmen te voorschijn.

Het proces staat in fig. 5 weergegeven. Nu blijkt, dat beide helften der periode van de draaggolf hun nut afwerpen, in tegenstelling met het knipoog. Daarom geeft de ringmodulator tweemaal zooveel energie af als het knipoog.

De beide schakelingen hebben nog het voordeel, dat de sterkte van de schakelfrequentie weinig of niets ter zake doet mits die een bepaalde minimale waarde te boven gaat. Variaties in de amplitude van de oscillatorfrequentie hebben dus hoegenaamd geen invloed op het demodulatieproces. Dat is erg gunstig, want de oscillator wordt door een gemoduleerd signaal gestuurd, en bevat tevens verontreinigingen door andere oorzaken. Hierop wordt later nog teruggekomen. Het is voorloopig genoeg om te weten, dat variaties in de oscillatorspanning (dus de amplitude) geen effect hebben op het demodulatie-proces. Men zegt dan wel dat de modulator „vierkant” geschakeld moet worden. Men zal dit verstaan aan de hand van fig. 2c. De ventielen moeten geheel open of geheel gesloten zijn. Dat is voorwaarde.

v. d. B.

(Wordt vervolgd).

En toch is er tegenkoppeling in de schakeling van Jeffery

Door D. J. FRUIN

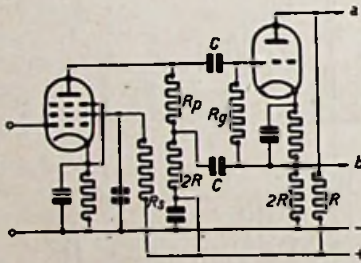


Fig. 1.

We gaan uit van de schakeling, weergegeven in R.-E. no. 19, blz. 224. Deze figuur is opnieuw weergegeven als fig. 1.

Aangezien het hier een wisselstroomprobleem geldt, kunnen we weerstanden, die dienen voor de

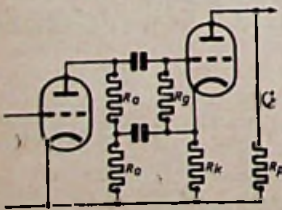


Fig. 2.

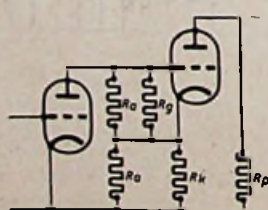


Fig. 3.

gelijkstroomvoeding, weglaten en dan houden we over de schakeling van fig. 2.

Daar we kunnen aannemen, dat de impedantie van de condensatoren te verwaarlozen is, kunnen we die vervangen door doorverbindingen en zoo ontstaat fig. 3.

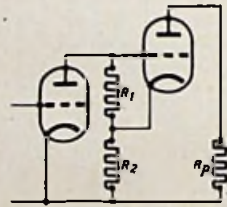


Fig. 4.

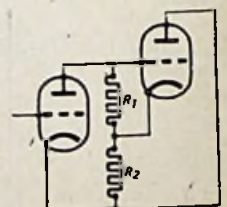


Fig. 5.

In deze figuur kunnen we nu de parallelschakeling van R_a en R_g vervangen door een weerstand R_1 en evenzoo de parallelschakeling van R_o en R_k door een weerstand R_2 en dan houden we over fig. 4.

We mogen wel aannemen, dat de tweede buis in het algemeen een penthode zal zijn en in dat geval is de weerstand R_p in den anodekring klein t.o.v. den inw. weerstand van de tweede buis, zoodat we den weerstand R_p kunnen weglaten. Zoo ontstaat fig. 5.

Deze zelfde schakeling is overgeteekend in fig. 6. Echter zijn hierbij stroomen en spanningen aangegeven.

Voor wat betreft de richting van de stroomen kan men in het oog houden, dat we hier hebben te doen met een weerstandskoppeling en dat men dus kan zeggen, dat de anodestroomen i_1 en i_2 van de twee buizen met elkaar in tegenfase zijn.

Zooals nu blijkt uit de figuur, houdt dit in, dat de weerstand R_2 wordt doorlopen door i_1 en i_2 , die daar in fase zijn, zoodat de stroom door R_2 bedraagt $i_1 + i_2$.

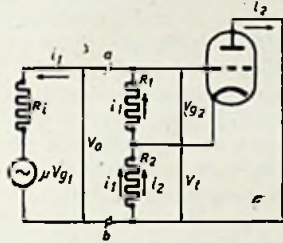


Fig. 6.

In de schakeling van fig. 6 zijn de volgende grootheden bekend verondersteld: μ , S , R_1 , R_2 , R , waarbij

- μ is de versterkingsfactor van de eerste buis,
- S is de steilheid van de tweede buis,
- R_1 is de vervangingsweerstand van R_a en R_g parallel,
- R_2 is de vervangingsweerstand van R_a en R_k parallel,
- R is de inwendige weerstand van de eerste buis.

In de figuur komen de volgende grootheden voor, die niet bekend zijn:

i_1 , i_2 , V_{e2} , V_1 , V_a , R , waarbij R voorstelt de impedantie, die aanwezig is tusschen de punten a en b, dus de ingangsimpedantie van de tweede trap.

Er zijn dus 6 onbekenden en om die op te lossen zijn noodig 6 vergelijkingen.

Aan de hand van fig. 6 kunnen we de volgende vergelijkingen opstellen:

I.

$$i_2 = S V_{e2} \dots \dots \dots (1)$$

$$V_1 = (i_1 + i_2) R_2 \dots \dots \dots (2)$$

$$V_a = V_1 + V_{e2} \dots \dots \dots (3)$$

$$i_1 = \frac{V_{e2}}{R_1} \dots \dots \dots (4)$$

$$V_a = i_1 R \dots \dots \dots (5)$$

$$V_a = \mu V_{e1} \frac{R}{R + R_1} \dots \dots \dots (6)$$

We hebben hier 6 onafhankelijke vergelijkingen, waaruit de 6 onbekenden kunnen worden opgelost.

II.

$$i_1 = \frac{V_{e2}}{R_1} \dots \dots \dots (4)$$

Voeren we dit in, in de bovenstaande vergelijkingen, dan houden we er 5 over:

$$i_2 = S V_{e2} \dots \dots \dots (1)$$

$$V_1 = \left(\frac{V_{e2}}{R_1} + i_2 \right) R_2 \dots \dots \dots (2)$$

$$V_a = V_1 + V_{e2} \dots \dots \dots (3)$$

$$V_a = \frac{V_{e2} R}{R_1} \dots \dots \dots (5)$$

$$V_a = \mu V_{e1} \frac{R}{R + R_1} \dots \dots \dots (6)$$

Nu is volgens (1) $V_{e2} = \frac{i_2}{S}$

Dit ingevoerd in de bovenstaande 5 vergelijkingen levert op 4 vergelijkingen:

III.

$$V_1 = \left(\frac{i_2}{SR_1} + i_2 \right) R_2 \dots \dots \dots (2)$$

$$V_a = V_1 + \frac{i_2}{S} \dots \dots \dots (3)$$

$$V_a = \frac{i_2 R}{SR_1} \dots \dots \dots (5)$$

$$V_a = \mu V_{e1} \frac{R}{R + R_1} \dots \dots \dots (6)$$

Volgens (2) is $V_1 = \left(\frac{i_2}{SR_1} + i_2 \right) R_2$

Dit ingevoerd in de andere vergelijkingen levert 3 vergelijkingen:

IV.

$$V_a = \left(\frac{i_2}{SR_1} + i_2 \right) R_2 + \frac{i_2}{S} \dots \dots \dots (3)$$

$$V_a = \frac{i_2 R}{SR_1} \dots \dots \dots (5)$$

$$V_a = \mu V_{e1} \frac{R}{R + R_1} \dots \dots \dots (6)$$

Nu is volgens (5) $i_2 = \frac{V_a S R_1}{R}$

Dit ingevuld in verg. (3):

V.

$$V_a = \left(\frac{V_a S R_1}{SR_1 R} + \frac{V_a S R_1}{R} \right) R_2 + \frac{V_a S R_1}{SR} \dots \dots \dots (3)$$

$$= \left(\frac{V_a}{R} + \frac{V_a S R_1}{R} \right) R_2 + \frac{V_a R_1}{R}$$

$$= \frac{V_a}{R} \left\{ (1 + S R_1) R_2 + R_1 \right\}$$

$$= \frac{V_a}{R} (R_1 + R_2 + S R_1 R_2)$$

$$R = R_1 + R_2 + SR_1R_2$$

Daar in praktische schakelingen R_2 steeds klein zal zijn t.o.v. R_1 , maakt men slechts een onbetekenende fout, wanneer men R_2 verwaarloost. De vergelijking wordt dan:

$$R = R_1 + S R_1 R_2$$

$$R = R_1 (1 + S R_2) \dots \dots \dots (7)$$

Deze vergelijking wil dus zeggen, dat de impedantie tusschen de punten a en b bedraagt de weerstand R_1 vermenigvuldigd met den factor $(1 + SR_2)$.

Inderdaad wordt dus de impedantie in den anodekring van de eerste buis verhoogd. Wanneer S b.v. 10 mA/V is en $R_2 = 900 \text{ ohm}$, dan wordt de factor dus 10.

Een andere interessante vergelijking kan worden afgeleid op de volgende manier:

$$V_a = \mu V_{g1} \frac{R}{R + R_1} \dots \dots \dots (6)$$

Voeren we de verg. (7) hier in, dan krijgen we:

$$V_a = \mu V_{g1} \frac{R_1 + R_2 + SR_1R_2}{R_1 + R_2 + R_1 + SR_1R_2} \dots \dots \dots (8)$$

Ten einde de zaak te vereenvoudigen, kunnen we ook hier R_2 verwaarloozen ten opzichte van R_1 en dan blijft over:

$$V_a = \mu V_{g1} \frac{R_1 + SR_1R_2}{R_1 + R_1 + SR_1R_2} \dots \dots \dots (9)$$

In het normale geval zouden we gevonden hebben:

$$V_a = \mu V_{g1} \frac{R_1}{R_1 + R_1} \dots \dots \dots (10)$$

Het is duidelijk, dat de waarde van (9) groter is dan de waarde van (10). Men ziet dit gemakkelijk in, wanneer men bedenkt, dat de waarde van SR_1R_2 gemakkelijk veel groter kan zijn dan R_1 en R_1 . In dat geval nadert de waarde van V_a tot μV_{g1} , hetgeen zou overeenkomen met een oneindig hooge anodeimpedantie. Het is dus inderdaad zoo, dat de versterking van de eerste buis toeneemt en wel meer naarmate de factor $S R_2$ groter is dan 1.

Wanneer we de versterking van de eerste buis p noemen, is

$$p = \frac{V_a}{V_{g1}} \text{ waaruit volgt:}$$

$$p = \mu \frac{R_1 + SR_1R_2}{R_1 + R_1 + SR_1R_2} \dots \dots \dots (11)$$

Om een inzicht te verkrijgen in de werking van de tweede buis, kunnen we de volgende vergelijking afleiden:

Volgens (5) III is $i_2 = V_a S \frac{R_1}{R}$

Voor R invullende de waarde gevonden in verg. (7), krijgen we:

$$i_2 = V_a S \frac{R_1}{R_1 (1 + SR_2)}$$

$$i_2 = V_a \frac{S}{1 + S R_2} \dots \dots \dots (12)$$

In het normale geval zouden we gevonden hebben:

$$i_2 = V_a S$$

Volgens (12) is dus de anodewisselstroom van de tweede buis $1 + S R_2$ maal zoo klein geworden. Dit toont duidelijk aan, dat we hier inderdaad te doen hebben met tegenkoppeling.

We weten nu, dat de versterking van de tweede buis $(1 + SR_2)$ maal zoo klein is geworden en we kunnen ons afvragen hoeveel maal groter de versterking van de eerste buis is geworden.

In het normale geval is de versterking:

$$p_1 = \mu \frac{R_1}{R_1 + R_1}$$

In de nieuwe schakeling is volgens (11):

$$p = \mu \frac{R_1 + S R_1 R_2}{R_1 + R_1 + S R_1 R_2}$$

De versterking wordt $\frac{p}{p_1} = q$ maal zoo groot en

$$q = \frac{(R_1 + S R_1 R_2) (R_1 + R_1)}{(R_1 + R_1 + S R_1 R_2) R_1}$$

$$= \frac{(1 + S R_2) (R_1 + R_1)}{R_1 + R_1 + S R_1 R_2}$$

$$= \frac{R_1 (1 + SR_2) + R_1 (1 + S R_2)}{R_1 + R_1 (1 + SR_2)}$$

$$= \frac{(R_1 + R_1) (1 + SR_2)}{R_1 + R_1 (1 + SR_2)} = \frac{R_1 + R_1}{\frac{R_1}{1 + SR_2} + R_1} \dots \dots \dots (13)$$

Uit (13) is te zien, dat de vergrooting van de versterking weinig zal toenemen als de R_1 van de eerste buis klein is, hetgeen voor de hand ligt.

Voor buizen met zeer groote R_1 , bij niet zeer groote waarde van R_1 wordt de versterking vermenigvuldigd met een factor, die nadert tot $(1 + SR_2)$, dat is de zelfde factor, waarmee de versterking van de tweede buis wordt verkleind, namelijk de tegenkoppelingsfactor.

Vonkje

Het aantal aangegeven radiotoetellen bedroeg op 1 November 910.841 tegen 892.177 op 1 October.

GEHOORPROBLEEMEN

In het „Tijdschrift van het Ned. Radiogenootschap" publiceert Ir. H. Mol als mededeeling uit het Transmissielaboratorium P.T.T. een hoogst belangwekkend artikel over „Enkele gehoorproblemen". Een samenvattend overzicht van de hoofdlijnen laten wij hier volgen.

Zoals men weet, worden in ons binnenoor de door het trommelvlies opgevangen geluidstrillingen door de gehoorbeentjes, hamer, aambeeld en stijgbeugel overgebracht naar het slakkenhuis. Dat laatste is een opgerolde, met vocht gevulde buis, die in de lengterichting in tweeën is gedeeld door een vliezig tusschenschot, het z.g. basilair membraan, waarin zich de uiteinden van de gehoorzenuw bevinden, welke prikkels uitzendt naar de hersenen.

Het basilair membraan wordt door de geluidstrillingen mede in trilling gebracht. Hoe dit eigenlijk geschiedt, is tot dusver niet met zekerheid vastgesteld. Blijkens een artikel van G. v. Békésy in de „Akustische Zeitschrift", van Sept. 1941, heeft deze onderzoeker echter met de microscoop duidelijk geconstateerd, dat het membraan inderdaad onder invloed van geluidstrillingen, die het oor opvangt, beweegt.

Langen tijd heeft men in navolging van Helmholtz (1821—1894) aangenomen, dat het basilair membraan bestond uit gespannen snaartjes van verschillende lengten en met verschillende spanningen. Dat de plaats, waar het membraan in beweging komt, verband houdt met de toonhoogte-gewaarwording, is door proeven bevestigd (localisatie-beginsel; ruimtelijke frequentie-analyse). De snaartheorie gaat volgens v. Békésy echter niet op, want het membraan blijkt spanningsloos te zijn. Men kan het eerder opvatten als een verzameling resonerende, ingeklemden balkjes. De kortste, corresponderend met de hoogste frequenties, liggen bij den ingang van het slakkenhuis en de langste bij het gesloten einde (top of helicotrema).

Dat de afmetingen van het slakkenhuis een groote rol spelen, laat zich mede afleiden uit het feit, dat het bij een pasgeboren kind reeds de volle grootte bezit.

De verschillende zintuigelijke indrukken worden door de zenuwen overgebracht naar bepaalde gedeelten van de hersenen, die men zintuigsferen noemt en die reeds bij pasgeboren kinderen en ook bij dieren aanwezig zijn. Zoo vindt men in beide hersenhelften een *primaire* gehoorcentrum. Rondom de zintuigsfeer worden bij den zich ontwikkelenden mensch nu verder herkenningcentra in de hersenschors gevormd, die men wel als geestelijke sferen aanduidt; de herkenning van stemmen, het herkennen der beteekenis van woorden in verschillende talen, het hooren van bepaalde geluiden als muziek, geschiedt in dergelijke „aangeleerde" herkenningcentra. Al deze herkenning-

centra zijn bij den normalen mensch, evenals het centrum, dat het spreekmechanisme bestuurt, evenwel in *één* hersenhelft gelegen, n.l. in de linkerhelft. De meer primitieve gewaarwordingen, zooals het besef van geluidsstrekte, ontstaan in het primaire gehoorcentrum; de verstaanbaarheid van spraak wordt door het aangeleerde woordhoorcentrum bepaald; toonhoogte-gewaarwordingen ontstaan in het eveneens „aangeleerde" muziekcentrum. Dit centrum bepaalt ook of een combinatie van tonen zuiver klinkt of niet.

Volgens de microscopische waarnemingen van v. Békésy, verricht op gehoororganen van pas gestorven menschen, is het juist, dat verschillende toonhoogten verschillende deelen van het basilair membraan in beweging brengen en uit de wijze, waarop de gehoorzenuw zich in het basilair membraan vertakt, volgt met groote waarschijnlijkheid, dat de hersenen in staat zijn, deze localisatie van de excitatie van het membraan waar te nemen.

In de „Akustische Zeitschrift" van Maart 1943 heeft v. Békésy in een nader artikel beschreven hoe hij door stroboscopische belichting de bewegingen van het membraan goed kon volgen. Hij heeft zelfs de amplitude der bewegingen bij verschillende frequenties kunnen opnemen en resonantiekrommen kunnen bepalen, die echter vlak verlopen en geen scherpe piek vertoonen. De localisatie der door een bepaalde frequentie veroorzaakte medetrilling is dus niet scherp begrensd en men moet zich voorstellen, dat in eersten aanleg de toonhoogte-gewaarwording ontstaat doordat de hersenen een indruk krijgen van de plaats, waar het „zwaartepunt" der beweging van het basilair membraan zich voordoet. Men kan dit vergelijken met de gewaarwording van een prik met een scherp voorwerp; daarbij wordt een heel gebiedje van de huid ingedrukt; het „zwaartepunt" van dat gebiedje komt ons voor als de plek, waar het prikken plaats heeft.

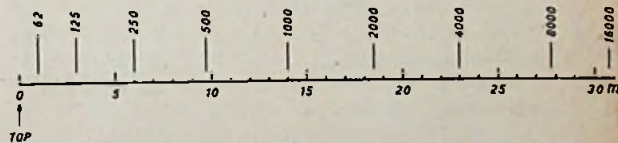


Fig. 1. De frequentie-indeeling van het basilair membraan in het slakkenhuis van het menschelijk oor. De afstanden langs het membraan zijn aangegeven in mm vanaf den top (het helicotrema).

De frequentie-indeeling van het basilair membraan, zooals die door v. Békésy is bepaald, is weergegeven in bijgaande fig. 1. Daaraan valt op, dat voor het gebied der grondtonen van onze menschelijke muziek de indeeling bijna zuiver logari-

thisch is, d.w.z. een indeeling van *gelijke lengten voor de octaven*. Voor lagere tonen dan 250 Hz. maar vooral beneden 50 Hz en voor hogere dan 8000 Hz, maar vooral boven 16000 Hz, is de schaal in toenemende mate samengedrongen, de selectiviteit slechter en nauwkeurige localisatie bemoeilijkt.

Het verband tusschen dezen physiologischen bouw van ons gehoororgaan en het ontstaan der menschelijke muziek ligt duidelijk voor de hand. In het toengebied, dat die muziek bestrijkt, komen *gelijke frequentieverhoudingen* (octaaf bijv.) overeen met *gelijke afstanden* op het basilaire membraan (evenals op de piano) en die worden waargenomen als *gelijke verschillen* in toonhoogte.

Met het localisatiebeginsel alléén kan het oor evenwel niet volledig worden beschreven. Bij een zeer nauwkeurige bepaling van het octaaf door ons gehoor, dient stellig niet enkel maar de afstand der excitatieplaatsen op het basilaire membraan als maatstaf, doch speelt de werkelijke frequentieverhouding de beslissende rol.

De gehoorzenuw doet in de hersenen de plaats op het basilaire membraan, waar dit door een toon in beweging wordt gebracht, tot bewustzijn komen; maar zoo lang het membraan in beweging is, wordt per seconde ook een met de frequentie overeenkomend *aantal* impulsen naar de hersenen doorgezonden. Door de betrekkelijk langzame voortplanting van deze electro-chemische impulsen langs de zenuwbaan, en omdat de zenuwvezel zich na elke impuls moet herstellen, alvorens de volgende kan worden doorgegeven (refractietijd), is het mogelijke aantal per seconde beperkt. Door samenwerking van een aantal parallel geschakelde vezels is het echter zeer goed mogelijk, het aantal op te voeren. Bij proeven op dieren is geconstateerd, dat voor frequenties beneden 2000 hertz het aantal zenuw-impulsen met de frequentie overeenkomt. Men kon bovendien vaststellen, dat het moment van afzenden van een zenuw-impuls samenvalt met het naar buiten uitwijken van het trommelvlies;

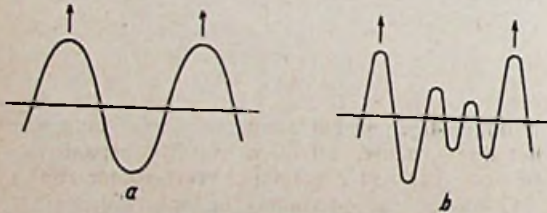


Fig. 2. Waargenomen is, dat bij het reageren van het oor op een sinusvormige trilling (fig. 2a) de zenuwimpulsen optreden bij maximale buitenwaartsche beweging van het trommelvlies, aangegeven door de pijltjes.

Ondersteld wordt, dat bij de reactie op een willekeurige periodieke trilling (fig. 2b) de zenuwimpulsen eveneens optreden bij de naar één zijde gerichte maxima, in de figuur eveneens met pijltjes aangeduid.

beschouwt men dus de trillingen van het basilaire membraan als sinusvormige bewegingen, dan vallen de impulsen samen met de naar één zijde gerichte piekwaarden dier bewegingen.

Ir. Mol baseert hierop de onderstelling, dat ook bij een niet-sinusvormige trilling de zenuw-impulsen worden afgegeven in de (naar één zijde gerichte) alleruiterste standen van het basilaire membraan.

„Bezien uit een localisatiestandpunt”, zoo schrijft hij, „is de impulsfrequentie een overbodige luxe. Immers, indien de toonhoogte-gevaarwording een plaatsbepaling is, wat voor nut heeft het dan, als extra mededeeling nog de frequentie mee te sturen?”

Als één der mogelijke gevolgen hiervan voor onze gehoor-gewaarwordingen noemt hij de voorkeur, die het oor vertoont voor frequentie-mengsels, waarvan de componenten zich verhouden als kleine geheele getallen. Wat wij in de muziek een „zuiveren” samenklank noemen, is n.l. altijd een combinatie van tonen, welke frequenties in zulk een eenvoudige verhouding tot elkaar staan.

Een dergelijk frequentiemengsel nu, vertoont pieken, waarvan de onderlinge tijdsafstand nauwkeurig constant is; de periodiciteit van pieken van *gelijke polariteit* stemt hierbij overeen met de *herhalingsfrequentie* van het verschijnsel. Deze herhalingsfrequentie is de grootste gemeene deeler van de samenstellende frequenties. Het oor is blijkbaar in staat om vrij nauwkeurig te bepalen of het mengsel zuiver periodiek is, dus de pieken elkaar met *gelijke tusschenpoozen* opvolgen.

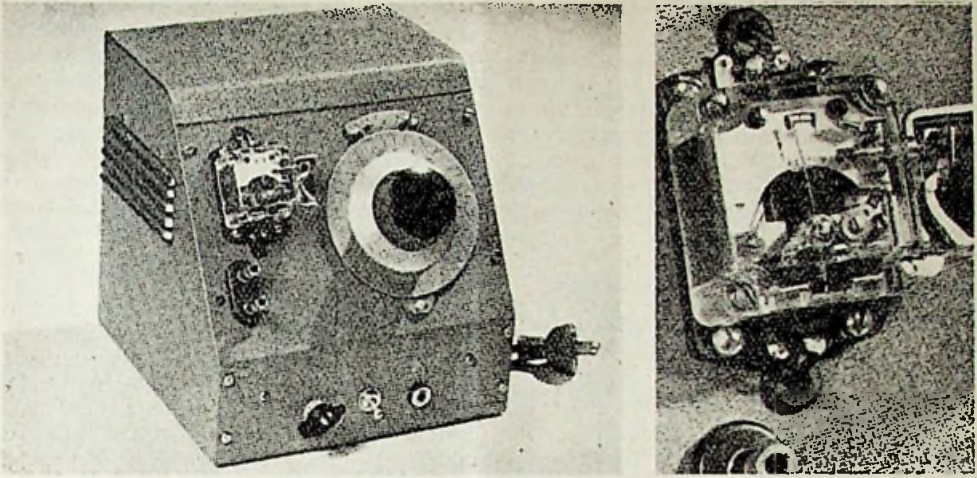
De schrijver brengt dit nu verder ook in verband met het verschijnsel van het „hooren van lage tonen, die eigenlijk niet aanwezig zijn”, waarover in 1940 publicaties verschenen van Dr. Schouten van het Philipslaboratorium. (Zie R.-E. 1941, no. 7).

Indien een aantal gelijktijdig aanwezige tonen harmonischen zijn van een lagere toon, zonder dat die zelf in het mengsel voorkomt, (bijv. 500, 750, 1000, 1250, 1500), ontstaat een samengesteld trillingsverschijnsel, waarvan de herhalingsfrequentie gelijk is aan het verschil tusschen de opeenvolgende frequenties (in het gegeven voorbeeld dus 250). De door de naar één zijde gerichte pieken veroorzaakte zenuw-impulsen volgen elkaar dan op met een frequentie, die in ons voorbeeld 250 zou zijn. Men kan zich denken, dat daardoor in de hersenen de aanwezigheid van frequentie 250 wordt *gesuggereerd*, ofschoon het basilaire membraan op de daarmee overeenkomende plaats niet in beweging komt.

Dat men dan den toon 250 *meent* te hooren, maar niet zuiver, doch enigszins ruw en scherp, vat Ir. Mol op als een gevolg van de indirecte localisatie, die via een denkproces plaats heeft, waarbij de ruwe klank wellicht een afspiegeling vormt van de moeite, die het de hersenen kost om deze indirecte localisatie uit te voeren.

C.

Toepassing van het Weston micro-relais



Links: het meter-relais gemonteerd buiten op de kast van den kristal-ontvanger.
Rechts: het relais meer in detail; men ziet, dat de wijzer, die het contact tot stand brengt, slechts een kleinen uitslag kan maken.

In *Electronics* is een uitvoerige bespreking gewijd aan het relais van Weston, dat een stroom van slechts 2 micro-ampère noodig heeft om een contact te sluiten (R.-E. no. 19).

Men begrijpt, dat een relais van deze gevoeligheid een z.g. „meter-relais” moet zijn, dat wil zeggen, dat de uitslag van den wijzer van een micro-ampèremeter hier wordt gebruikt om een contact tot stand te brengen. Men behoeft in principe slechts den metalen wijzer te laten aanslaan tegen een metalen stuitpunt om dit te verwezenlijken. Maar daarmee is nog geen *betrouwbaar* contact verzekerd. In het telefoonbedrijf bijv. geldt als norm, dat een contactdruk van 20 tot 40 gram noodig is om bij een spanning van 20 volt tusschen de contactpunten een betrouwbare verbinding te doen ontstaan, met dien verstande, dat men bij hogere spanning met geringeren druk toe kan.

Een bekend hulpmiddel om bij een meter-relais, als de contacten eenmaal tegen elkaar zijn gebracht, de innigheid van het contact te vergroeten, is nu, dat men de contacten elkaar magnetisch laat aantrekken.

Het bezwaar hiervan is, dat het eenmaal gesloten contact zich niet meer vanzelf opent als de stroom, die het relais in werking bracht, wegvalt. Het relais valt dus niet automatisch terug in zijn wachtstand. In verband daarmee omvat de schakeling, waarin het relais wordt gebruikt, nog iets meer dan het relais alleen.

De bedoeling was, een oproepsysteem tot stand te brengen, dat reageert op een aankomende draaggolf, met apparatuur, die geen stroom verbruikt. Een afgestemde kring voor selectieve ontvangst van de draaggolf en één der moderne, zeer sta-

biële kristaldetectoren (kristaldioden) is bij voldoende signaalsterkte en voldoende gevoeligheid van het relais een inderdaad eenvoudige oplossing.

Het Westonrelais type 813, waaraan de naam Sensitrol is gegeven, is een draaispoelmeter met een draaispoeltje van 1000Ω , zoodat bij den stroomdoorgang van $2 \mu A$ een vermogen van 0,004 microwatt wordt opgenomen, welk vermogen door het ontvangen signaal via den detector moet worden geleverd. De spanningsgevoeligheid van het relais is $I \times R$, hetgeen hier neerkomt op 2 millivolt.

(Dat laatste is volstrekt niet iets heel bijzonders. De sedert lang bestaande Weston-galvanometer type 440 bijv. met een weerstand van ongeveer 60Ω , heeft voor een uitslag van $2 \mu A$ slechts een spanning van 0,12 mV noodig en neemt daarbij een vermogen op van 0,00024 μW . Maar de aanpassing van een detector met zoo kleinen belastingweerstand in serie, aan een afgestemden kring, is ongunstiger en het aantal ampèrewindingen op het draaispoeltje, dat de richtkracht bepaalt, kan bij het relais met zijn 1000Ω veel groter zijn).

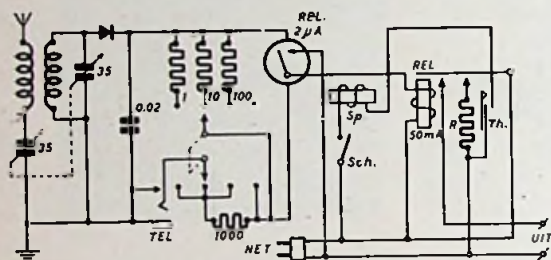
Om 2 mV gelijkspanning op het relais te verkrijgen, blijkt in de practijk een hoogfrequente spanning van 5 à 15 mV aan den afgestemden kring vereischt te zijn, wisselend met het nuttig effect van den detector. En aangezien een 100 kW zender op 8 km afstand gerekend kan worden, in een antenne 10 mV *per meter effectieve antenne-hoogte* te leveren, zal de gevoeligheid in tal van gevallen practische toepassing mogelijk maken.

Het contact van het micro-relais kan volgens de beschrijving 50 mA voeren. Dat is natuurlijk nog een te geringe stroomsterkte om er een alarmbel

mee te laten gaan of om die direct als voedingsstroom voor eenige in werking te stellen apparatuur te gebruiken. Er is dus een tweede relais noodig, dat in staat is, een sterkstroomleiding door te verbinden of te verbreken.

Dat sterkstroomrelais kan tevens dienstbaar worden gemaakt om te voorzien in de geschetste moeilijkheid, dat het microrelais niet vanzelf terugvalt als het stroomloos wordt door wegvallen van de draaggolf, die eerst dat relais deed opkomen.

Wij gaan dus nu over tot beschouwing van het complete schema der schakeling, waarin het microrelais experimenteel werd gebruikt.



Schema der schakeling met micro-relais.

Een vrijwel normale kristalontvanger gaat vooraf; de afstemmiddelen worden gevormd door twee gelijke, met elkaar gekoppelde spoelen, de eene met een variabelen condensator in serie, de andere met gelijken condensator parallel. Bij de kleine maximale waarde dezer condensatoren van 35 pF en gebruik eener wat groote antenne lijkt het mogelijk, over een deel van het bereik daarmee een tamelijk goede éénknopsafstemming te verkrijgen. Voor hoogfrequentie is de keten na den detector gesloten door een vasten condensator van 20000 pF, die aanzienlijk bijdraagt tot het verkrijgen van een zoo groot mogelijk gelijkgerichte stroom. Een normaal kortgesloten telefoonklink Tel is aangebracht om af te luisteren van signalen mogelijk te maken.

Het 1000 Ω meter-relais kan met behulp van een 2-zijdigen schakelaar met 4 standen geshunt worden door weerstanden van 100, 10 of 1 ohm, ten einde bij zeer sterke signalen slechts een deel van den stroom door den meter te zenden. (Een stroom van 2 mA dreigt het draaispoeltje van het meterrelais te verbranden). Om echter de belasting van den kring ongeveer constant te houden, wordt bij inschakeling der shunts tevens een serieweerstand van 1000 ohm in het circuit opgenomen.

Dat de detector met slechts 1000 Ω is belast, is natuurlijk voor de selectiviteit niet gunstig. De Q van den kring werd er in het middengolfsgebied door verminderd tot ongeveer 7. Aanbrengen van toegevoegden serieweerstand zou echter den stroom door het relais verkleinen.

Als het 2 μ A-relais aanslaat en het relaiscontact van den meter zich dus sluit, komt daardoor de netspanning te staan op het krachtrelais Rel, dat nu op zijn beurt twee contacten sluit. Het eerste

contact zorgt ervoor, dat de netspanning op den uitgang komt te staan, waaraan bijv. een bel is verbonden.

Het tweede contact van het krachtrelais sluit een weerstand R op de netspanning aan. Die weerstand R is het verwarmingselement van een thermoschakelaar Th. Onder invloed der verhitting gaat een bimetraalstrook, die een contactpunt draagt, zich buigen, zoodat na eenige seconden nóg een contact zich sluit, waardoor het spoeltje Sp onder stroom komt, ten minste als de schakelaar Sch is gesloten. De kern van het spoeltje Sp trekt het contact terug, waartegen de wijzer van het meter-relais was aangeslagen. Op deze manier wordt dit eerste contact na 10 à 60 seconden (afhankelijk van de instelling van den thermoschakelaar) automatisch weer verbroken, met het gevolg, dat het krachtrelais afvalt. Zoolang nu de thermoschakelaar nog niet is afgekoeld, blijft het spoeltje Sp nog bekrachtigd en belet dit, dat het meterrelais weer contact maakt. Na afkoeling van den thermoschakelaar valt echter de stroom door Sp weg en kan het meter-relais wél weer dienst doen, zoodat het spel van voren af aan begint.

Een alarmbel zal dus met korte onderbrekingen telkens opnieuw gaan bellen totdat iemand er bij komt.

Wil men een op den uitgang aangesloten apparatuur door een opgevangen signaal voor langere tijd in werking stellen, dan moet de schakelaar Sch open gezet worden. De thermoschakelaar is dan niet in staat, het spoeltje Sp te bekrachtigen en het eenmaal aangeslagen meter-relais zal aangeslagen blijven staan, dus eveneens het krachtrelais aangeslagen doen blijven, zonder dat het signaal, dat de zaak in werking bracht, behoeft door te gaan.

De aan den uitgang aangesloten apparatuur blijft dan onder stroom totdat iemand niet de hand den schakelaar Sch komt sluiten.

Het is natuurlijk mogelijk, met deze in rust geen stroom vragende inrichting door een uitbreiding nog meer functies te laten verrichten. Men kan bijv. het sluiten van den schakelaar Sch laten gebeuren door een complete tweede installatie, die op een andere golflengte reageert.

Hoofdzaak is, dat nu inderdaad hulpmiddelen bestaan om een automatische wachtpost te maken zonder aanhoudend stroomverbruik.

C.

Vonkje

De zendmast van Scheveningen Radio te IJmuiden, die tijdens den oorlog omver werd gehaald, is dezer dagen weer verzezen. Het gevolg hiervan is, dat Scheveningen Radio nu weer zijn reservezender op de z.g. veiligheids golf (600 m) voor de scheepvaart op de Noordzee in gebruik kan nemen.

Een systeemverbetering voor emissie-meters

Apparaten voor het onderzoeken van versterkerbuizen dienen gelegenheid te bieden om inwendig verbroken contacten met de electroden en kortsluitingen tusschen electroden op te sporen, ten slotte ook een aanwijzing te geven omtrent de steilheid eener buis, aangezien dat de voor-naamste factor is, waarvan de versterking afhangt.

De eenvoudigste vorm van controle op de steilheid is een z.g. „emissie“-meting. En in eenvoudige controle-apparaten wordt die meting verricht door tusschen de kathode en de overige, alle met elkaar doorverbonden electroden een wisselspanning aan te leggen, dus van de buis een diode te maken en met een gelijkstroommeter den totaleh gelijkgerichten stroom te meten. De uitkomst wordt dan vergeleken met die, welke bij een normale nieuwe buis van hetzelfde type wordt verkregen.

Nu heeft de ervaring wel geleerd, dat deze wijze van werken verre van ideaal is voor het verkrijgen eener scherpe en duidelijke aanwijzing omtrent het percentage bruikbaarheid, dat men aan een oude buis nog mag toekennen. In den vorigen jaargang van R.-E. (1946, no. 5) hebben wij dan ook in een ontwerp voor een eenvoudigen buizencontroleur een anderen weg gevolgd, waarbij de te onderzoeken buis van een regelbaren kathode-weerstand negatieve roosterspanning ontving en de instelling van dien kathodeweerstand, noodig voor het bereiken van een bepaalden anodestroom, als beoordeelingsmaatstaf diende. Op die wijze verricht men een werkelijke steilheidsmeting, waaraan men veel meer heeft.

Waarom deugt nu echter de gewone „emissie“-meting niet voor het gestelde doel?

Dat is een vraag, die behandeld wordt in het *Philips Service Maandblad* van September en November van dit jaar. Besproken wordt daar n.l. het principe van den Philips buizenmeter Cartomatic GM 7630. Dat is toch eigenlijk ook maar een eenvoudige „emissie“-meter met niet gelijkgerichten wisselstroom. Over het kaartstelsel, waarmee bij dit apparaat voor elk buistype de toepassing der juiste instellingen wordt verzekerd, behoeven we het niet te hebben. Het gaat zuiver

om het principe, waardoor die euvelen van den gewonen emissiemeter worden vermeden.

De principe-schakeling, die in dat gewone systeem wordt toegepast, is weergegeven in fig. 1. Het ernstige bezwaar dat eraan kleeft, zit in het volgende.

Gedurende de halve perioden, waarop de anode-wisselspanning positief is t.o.v. de kathode, is het stuurrooster eveneens positief en de geheele kathode draagt bij tot den geëmitteerden stroom. In werkelijkheid wordt een buis niet met dergelijke positieve spanningen gebruikt, maar werkt ze met een bepaalde negatieve roosterspanning. Het gevolg is, dat de op negatief potentiaal staande roostersteundraden de emissie van die gedeelten der kathode, welke tegenover deze steundraden liggen, zullen onderdrukken. Meet men den emissiestroom volgens de schakeling van fig. 1, dan dragen deelen van de kathode, die normaal niet werkzaam zijn, bij tot den stroom, dien de meter aanwijst.

Wij kunnen zeggen: op deze manier vindt men nog een aanmerkelijken stroom; ook al zou het gedeelte der kathode, dat bij normaal gebruik de emissie levert, geheel uitgeput zijn, dus de buis in normaal gebruik geheel dood wezen.

Dat is de reden waarom gewone emissiemeters geen betrouwbare uitkomst geven.

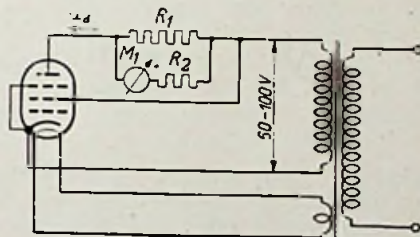


Fig. 2.

In de Philips Cartomatic is dit op zeer eenvoudige wijze vermeden. De principe-schakeling, die in dit apparaat wordt toegepast, is weergegeven in fig. 2. Het stuurrooster heeft in deze schakeling geen spanning t.o.v. kathode en de gedeelten der kathode, welke normaal niet werkzaam zijn, kunnen nu ook bij het meten niet deelnemen aan den stroom, welke door den meter wordt aangegeven.

Onder deze omstandigheden voor de meting wordt de waarde van den emissiestroom een behoorlijke aanwijzing voor de steilheid der buis in normaal gebruik.

Een bijzonderheid wordt in het artikel in het *Philips Service Maandblad* nog medegedeeld, n.l.: dat experimenteel is bepaald, dat de door den

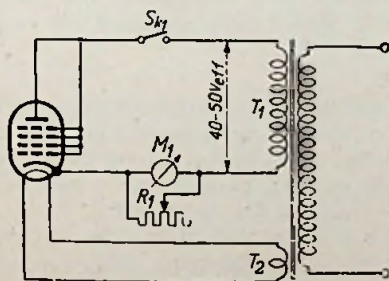


Fig. 1.

meter aangewezen gelijkstroom $28/100$ hedraagt van de wisselstroom-topwaarde.

Intusschen is nu duidelijk geworden, waardoor de onbetrouwbaarheid der gewone emissie-met-

gen, waarop wij jarenlang hebben gewezen, eigenlijk ontstaat. En men blijkt daarin al heel eenvoudig verbetering te kunnen brengen.

C.

Golfverschijnselen



op voedingslijnen en in trilholtten VI De waarneming van staande golven

Metingen aan transmissielijnen.

Indicatoren voor staande golven op open dubbeleidingen. Een klein neonlampje, dat deel uitmaakt van een draadbrug, die langs de open lijn kan worden geschoven, is wel het eenvoudigste hulpmiddel om staande golven aan te toonen. Is de lijn nauwkeurig aangepast aan de belasting, dan zal het lampje overal langs de lijn met dezelfde helderheid oplichten.

Bij voldoende vermogen op de lijn, behoeft de draadbrug met het lampje geen contact te maken met de draden. Men kan den glijder dan zoo inrichten, dat de brug slechts capacitief gekoppeld wordt met de draden (fig. 37).

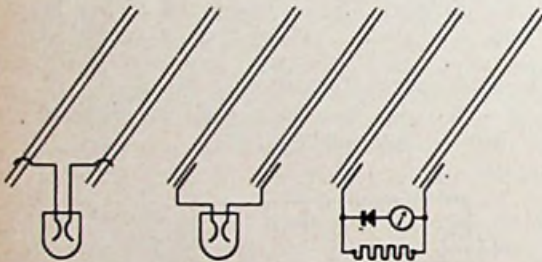


Fig. 37.

Nauwkeuriger indicatie kan worden verkregen met een capacitief gekoppelde brug, waarin een kristal- of diodegelijkrichter en draaispoelmeter is opgenomen.

De „gespleten” meetlijn. — *Meting der snelheidsconstante.* Voor tal van metingen, bijv. aan hf. kabels met vast diëlectricum, wordt vaak gebruik gemaakt van een „gespleten” meetlijn. Dit is een stuk coaxiale lijn met zooveel mogelijk uitsluitend luchtisolatie tusschen binnen- en buitenleiding, terwijl in den buitenmantel in de lengterichting een lange, smalle spleet is gemaakt, waardoor men een met een uitstekende „sonde” voorzienen hf. spanningsmeter door de spleet heen een capacitief kan koppelen met den binnengeleider.

In den aanvang dezer artikelenserie is erop gewezen, dat de snelheidsconstante en dus de golflengte op een lijn met niets dan luchtisolatie, dezelfde is als voor de voortplanting in lucht, terwijl voor kabels met vast diëlectricum de snelheidsconstante en de golflengte kleiner zijn.

Om nu de snelheidsconstante van een willekeu-

rig monster coaxialen geleider te bepalen, doet men de proef, waarvan fig. 38 een denkbeeld geeft.

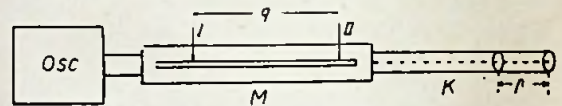


Fig. 38.

Van de te beproeven kabel K wordt een zekere lengte verbonden aan de coaxiale meetlijn M. Het rechtsche einde van de kabel blijft open. Wordt nu de met de meetlijn M verbonden oscillator in werking gesteld, dan zullen op kabel en meetlijn staande golven optreden. Met den hoogfrequent-voltmeter, voorzien van een als sonde uitstekende metalen punt, die door de spleet in de meetlijn heen in de nabijheid van den binnengeleider kan worden gebracht, wordt nu het verst naar rechts gelegen punt opgespoord, waar de meetlijn een spanningsminimum vertoont. Dit punt, aangegeven met II in de figuur, wordt nauwkeurig aangetekend.

Hierna wordt van het rechtsche einde van de te beproeven kabel een stuk afgeknipt en vervolgens met den hf. voltmeter op de meetlijn nagegaan, hoe ver het spanningsminimum op de meetlijn, dat zich eerst bij II bevond, zich naar links heeft verplaatst. Bij voorkeur knipt men geleidelijk van de kabel zooveel af, dat de verplaatsing op de meetlijn een goed meetbaar stuk wordt, bijv. tot het punt I.

Is nu p de lengte van het afgeknipte stuk van de kabel en q de afstand van I tot II, dan is $p : q$ de snelheidsconstante van de kabel.

In het algemeen is het bij metingen met de meetlijn noodig, dat de karakteristieke impedantie der lijn gelijk is aan die van de kabel, die men controleert.

Meetlijn-constructies. Om een denkbeeld te geven van enkele bij het gebruik van meetlijnen te pas komende constructieve bijzonderheden, kan de voorstelling van fig. 39 dienen, waar twee verschillende inrichtingen zijn weergegeven.

In beide gevallen stelt M de doos met detector en meter en met de uitstekende sonde S voor. Aangezien het noodig is, de sonde gedurende een meting op steeds denzelfden afstand van den binnen-

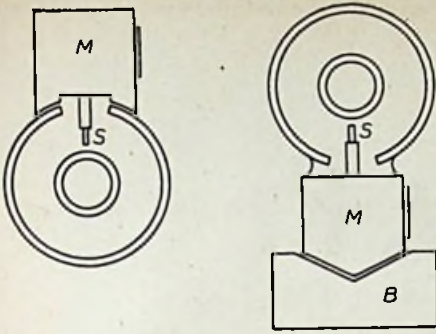


Fig. 39.

geleider te houden en de doos in goed „geaard” contact met den buitengeleider, laat men of de doos schuiven over de gespleten meetlijn, of over een parallel onder de meetlijn aangebrachte baan B, terwijl de doos M door veeren contact maakt met den buitengeleider.

Groote zorg moet besteed zijn aan het handhaven der volgende voorwaarden:

1. Uniforme impedantie der meetlijn over haar geheele lengte.
2. Constante afstand van de sonde tot den binnengeleider.
3. „Aarding” van de doos aan den buitengeleider.
4. Stevige uitvoering van het coaxiale stelsel der meetlijn en afwezigheid van dooden gang bij het verschuiven van de meetdoos.

Aangezien de impedantie van de gespleten lijn gelijk moet zijn aan die van een te meten kabel, wordt de meetlijn soms zoo uitgevoerd, dat men er twee of meer uitwisselbare binnengeleiders in kan schuiven, van verschillenden diameter, zoodat men daarmee de meest voorkomende impedanties kan instellen, bijv. 70 en 50 of ook wel 63 en 40 ohm.

De hoogfrequent-voltmeter bestaat doorgaans uit een diode of kristaldetector met een stroommeter en verbonden aan een afgestemden kring, die door de sonde inductief wordt gekoppeld met den binnengeleider.

Aangezien dioden en kristaldetectoren evenwel tamelijk ongevoelig zijn, heeft men daarbij voor den ultrahoogfrequenten oscillator betrekkelijk groot vermogen noodig.

Met veel geringer oscillatorvermogen kan men toe, indien een reeds aanwezige ultrakortegolf-ontvanger van een geschikte sonde kan worden voorzien om als indicator te dienen.

Aanpassing van antennes komt als regel daarop neer, dat men de lengte der antenne-draden, al dan niet in combinatie met de lengte van aan die antenne aangebrachte „aanpassingstakken” (stubs) wijzigt totdat op de voedingslijn de staande golven verdwijnen of althans de staande-golf-verhouding zoo gering mogelijk wordt.

Inschakeling van een gespleten meetlijn in de voedingslijn zal in het algemeen een nauwkeurig waarnemen van de staande-golf-verhouding vergemakkelijken.

Metingen aan reactieve belastingen. Het is met behulp van een gespleten meetlijn mogelijk om ook bij aanwezigheid van niet zuiver Ohmsche belastingen zoowel de afzonderlijke Ohmsche als reactieve componenten der belasting te bepalen, dus ook hun phase-hoek. Daartoe moet naast de bepaling van de staande-golf-verhouding nog een tweede waarneming worden gedaan, n.l. van de verplaatsing van een knoop of buik, al naar men meet met open of kortgesloten lijn, dan wel met de daaraan verbonden belasting. Er bestaan grafieken om uit de resultaten van dergelijke metingen de gezochte gegevens af te leiden. Wij volstaan voor het oogenblik met te wijzen op deze mogelijkheid, zonder daar nu verder op in te gaan.

Gevraagd **BEKWAAM RADIOTECHNICUS**

in staat erkende Philips service werkplaats zelfstandig te leiden. Voor jonge, energieke kracht levenspositie, met aandeel in de winst. Uitvoerige sollicitaties met recente pasfoto, onder letter SN aan het bureau van dit blad.

★



Gevestigd 1918

Het **I. v. R.**

(Radio Instituut Steehouwer)
Graaf Florisstraat 74, Rotterdam
Telefoon 34520

verzorgt de navolgende
schriftelijke leergangen:

RADIOTECHNICUS (Diploma N. R. G.)

Samensteller Ir. J. L. LEISTRA e.i.

De cursus is thans geheel op het examenpeil gebracht en in overeenstemming met den huidige stand der radiotechniek.

RADIOMONTEUR (Diploma N. R. G.)

Samensteller en cursusleider B. J. OOSTERWIJK, schrijver der bekende leerboeken op radiotechnisch gebied.

RADIOAMATEUR (Rijksdipl. Zendvergunning)

Samensteller en cursusleider B. J. OOSTERWIJK. Deze cursus is ook bestemd voor hen, die in een vrij kort bestek een behoorlijk inzicht in de radiotechniek wensen te verkrijgen.

NAVIGATOR 2e kl. (Rijksdiploma)

Samensteller en cursusleider P. VAN HOUWELINGEN, chef van het Avigatiebureau der K. L. M.

FILMTECHNICUS (Filmoperateur)

Samensteller en cursusleider Ir. H. A. H. M. NILLESEN e.i., leider der filmtechnische afd. Philips' Radio.

STUDIO en OPNAMETECHNICUS (cursus ter opleiding van functies bij den omroep).

Samensteller en cursusleider D. J. FRUIN.

Uitvoerige inlichtingen en proefles op aanvraag na ontvangst van 0,25 gl. in postzegels.