

Stereoperceptie en Menselijke Symmetrie

door J. F. Schouten *)

Inleidende voordracht, gehouden op de Stereofoniedag, voor het Nederlands Radiogenootschap en de Geluidstichting, op 5 februari 1959.

Bepaalde ruimtevaarders uit verre werelden zouden na een bezoek aan onze aarde een bijzonder merkwaardige ontdekking kunnen rapporteren. Deze bestaat daarin, dat de op aarde levende wezens een duidelijk vlak van symmetrie vertonen. Dit brengt met zich mede dat allerlei organen zoals de armen, benen, longen, nieren, oren en ogen in tweevoud voorkomen.

Geleerde *A* huldigt de theorie dat deze aardse wezens weliswaar een tamelijk hoge graad van ontwikkeling hebben bereikt, doch blijkbaar nog niet betrouwbaar functioneren. Daarom loopt ieder aards wezen als het ware met zijn eigen reserve-organen rond.

Het is duidelijk dat wij onderstellen dat de „bepaalde ruimtevaarders” wezens zijn die zelf geen symmetrie in hun bouw vertonen en zich dus over de symmetrische bouw der aardse wezens ten zeerste, en overigens terecht, verwonderen.

Geleerde *B* ontkent weliswaar de reservebetekenis der dubbelorganen niet, doch vraagt zich af of de symmetrische verdubbeling van bij voorbeeld de ogen en de oren deze aardse wezens niet in staat zou kunnen stellen tot een directe perceptie van beeld- of geluidaspecten die met een enkel orgaan niet mogelijk is.

Kennelijk vindt theorie *A* een beter onthaal dan theorie *B*. Het is nu eenmaal aantrekkelijker te geloven dat andere wezens zich op een lagere dan dat zij zich op een hogere trap van ontwikkeling bevinden.

*) Instituut voor Perceptie Onderzoek, Eindhoven.

Wij weten dat de geleerde *B* iets zeer wezenlijks omtrent onze waarnemingswereld heeft doorgrond, namelijk de mogelijkheid van het stereoscopisch zien en van het stereofonisch horen. Hoewel in beide uitdrukkingen het woord „stereo” (ruimte) is ingeburgerd is het wezenlijke voor de beide zintuigen totaal verschillend.

Eén oog geeft ons reeds een „beeld” d.w.z. een horizontale coördinaat *X* en een verticale coördinaat *Y*, doch niet de diepte coördinaat *Z*. Indirect kunnen wij ook met één oog een inzicht in deze *Z* krijgen door het hoofd een weinig te bewegen (parallax). Door de samenwerking van beide ogen wordt de coördinaat *Z* echter direct waarneembaar (stereoscopie of beter: dieptezien).

Eén oor daarentegen geeft ons geen enkele coördinaat, afgezien van een vage indicatie van *X* en *Y* door verschillen in de luidheidsgewaarwording bij draaiing van het hoofd.

Door de samenwerking van beide oren wordt de horizontale coördinaat *X* echter direct waarneembaar (stereofonie of beter: richtingshoren). Bovendien kunnen wij indirect (namelijk door minieme draaiingen van het hoofd) het teken van *X* (vóór of achter) en de elevatie *Y* waarnemen.

Het oog maakt fysisch gebruik van minieme verschillen in projectie op de beide netvliezen. Dit doet overigens begrijpen, dat het dieptezien alleen geldt voor verticale objecten of algemener voor objecten waarvan de grenslijnen loodrecht staan op de verbindingsas der beide ogen.

Het oor maakt fysisch gebruik van minieme verschillen in sterkte en tijd van de prikkeling der beide oren. Bij draaiing van het hoofd zijn de veranderingen tegengesteld voor bronnen die zich vóór resp. áchter de waarnemer bevinden en relatief geringer voor hogere elevatie *Y*. Ook hier is dit gedrag te begrijpen ten opzichte van de as door de beide zintuigorganen en bovendien ten opzichte van de draaiingsas van het hoofd.

Bij reproductie van beeld of geluid rijst de vraag naar de mogelijkheid van het opwekken van stereoïllusies. In beginsel staan hiervoor twee methoden ter beschikking. Ten eerste kunnen wij aan elk orgaan een aparte indruk verschaffen overeenkomstig de normale waarnemingsomstandigheden. Ten tweede kunnen wij pogen zodanige kunstbronnen in werking te brengen, dat bij ongewapende waarneming tóch een stereoïllusie wordt gewekt.

Volgens de eerste methode gebruiken wij voor het beeld de stereocamera en de stereobril en voor het geluid het kunsthoofd

met kunstoren en de stereotelefoon. Hoewel deze methode de beste illusie verschaft heeft zij het grote praktische nadeel dat de waarnemer zich met bril of telefoon moet wapenen.

Volgens de tweede methode is ten aanzien van het beeld weinig te doen. De enige uitzondering is die van twee volgens een bepaald raster over elkaar heen gereproduceerde beelden. Bekijkt men deze met het hoofd in de goede stand dan kan een redelijke diepteillusie worden verkregen waarvan in reclamevitruines wel eens gebruik wordt gemaakt. Ten aanzien van het horen gaan de mogelijkheden, door gebruik van meerdere microfoons en luidsprekers, aanmerkelijk verder, zodat ook voor het ongewapende oor een zeer sprekende richtingsillusie kan worden verkregen.

Men hoeft zich niet altijd de ideale stereofonie ten doel te stellen en kan dit ook niet altijd. Dan valt te bedenken, dat reeds een belangrijke stap voorwaarts wordt gedaan door de indruk weg te nemen dat alle geluid uit één duidelijk aanwijsbaar gat komt (schijnstereofonie). Dit geeft een zekere ruimtelijkheid zonder dat van enige richtingslocalisatie mag worden gesproken. Wellicht is het analogon hiervan bij de beeldreproductie te vinden bij het gebruik van mat en zelfs bobbelig fotografisch papier. Dit geeft geen enkele feitelijke dieptelocalisatie. Wel echter krijgen de beide ogen door de ietwat verschillend waargenomen reflecties op de bobbeltjes een iets verschillende gezichtsgewaarwording. Hierdoor lijkt het beeld minder precies van één plat vlak afkomstig te zijn.

De operationele betekenis van het dieptezien en het richtingshoren is gelegen in het feit dat wij hierdoor licht- of geluidsbronnen als van elkaar verschillend kunnen waarnemen. Daardoor kunnen wij de aandacht op de ene bron richten en ons van de andere abstraheren. Het geeft ons dus een extra mogelijkheid tot concentratie van de aandacht. Bekend is het „cocktailparty probleem” dat bestaat uit de vraag: „Hoe kunnen wij in een ruimte met opeengehoopte mensen die met luider stemme dwars door elkaar heenpraten tóch een bepaalde zegsman verstaan?” Het richtingshoren speelt hier, zoals trouwens bij alle vergaderingen en bijeenkomsten, een belangrijke rol. Men hoeft in zulk een gezelschap slechts even één van de oren dicht te drukken om tot de verrassende ondervinding te komen dat er zoveel lawaai is. Dit lawaai is objectief niet minder bij het luisteren met twee oren, maar wel subjectief doordat wij er ons door het richtingshoren ten dele van kunnen abstraheren.

Aan het slot van deze inleiding van de Stereofoniedag moge niet onvermeld blijven dat, ten aanzien van het inzicht in het menselijk richtingshoren en van het realiseren van stereofonische reproductie, baanbrekend werk is verricht door een aantal Nederlandse onderzoekers⁽¹⁾ tot ¹¹⁾).

Literatuur.

1. J. L. van Soest en P. D. Groot, Stereo-acoustische geluidsbeelden en kleinst waarneembare tijdsverschillen. *Physica* 9, 111, 1929.
2. J. L. van Soest, Richtingshoren bij sinus-vormige geluidstrillingen. *Physica* 9, 271, 1929.
3. K. de Boer en R. Vermeulen, Een installatie voor een slechthorende. *Philips Technisch Tijdschr.* 4, 329, 1939.
4. K. de Boer, Stereofonische geluidswaergave. *Philips Technisch Tijdschr.* 5, 112, 1940.
5. K. de Boer, Stereofonische geluidswaergave, Academisch Proefschrift Delft, 1940.
6. K. de Boer, Proeven met sterefoonplaten. *Philips Technisch Tijdschr.* 5, 187, 1940.
7. K. de Boer, Stereofonische registratie op Philips-Miller-film. *Philips Technisch Tijdschr.* 6, 88, 1941.
8. K. de Boer en A. Th. van Hurk, Enige bijzonderheden bij het richtingshoren. *Philips Technisch Tijdschr.* 6, 363, 1941.
9. K. de Boer, Een merkwaardig verschijnsel bij het richtingshoren. *Nederlands Tijdschr. v. Natuurkunde* 11, 75, 1944.
10. K. de Boer, Stereofonische afbeelding. *Philips Technisch Tijdschr.* 8, 51, 1946.
11. K. de Boer, Een merkwaardig verschijnsel bij stereofonische geluidswaergave. *Philips Technisch Tijdschr.* 9, 8, 1947.

Enkele onderzoeken omtrent richtingswaarneming

door N. V. Franssen *)

Voordracht gehouden voor het Nederlands Radiogenootschap en de
Geluidstichting op 5 februari 1959.

Summary

A survey is given of the theory of binaural and stereophonic hearing. On the basis of an electrical model of the binaural hearing mechanism the phenomena occurring in stereophonic reproduction are explained. Finally some methods of compressing the stereo-information are discussed.

1. Inleiding.

Hoewel wij ons in het algemeen betrekkelijk weinig bewust zijn van ons vermogen om van geluiden de richting waar te nemen, blijkt deze kunde van de mens toch van groot belang te zijn. Het nuttig effect van een fietsbel of een claxon immers zou aanzienlijk minder zijn, indien aan het waarnemen van een waarschuwingssignaal, door een hunner gegeven, niet onmiddellijk een richtingsindruk gekoppeld was. Maar ook bij geluiden, die ons brein niet correleert met gevaar, blijft de richtingswaarneming een belangrijke factor; bij het luisteren naar muziek b.v. verkrijgen wij een extra parameter om de instrumenten van elkaar te onderscheiden; bovendien zal het gehoor minder vermoeid worden door de spreiding der geluidsbronnen. Soms zelfs wordt het richtingseffect van geluidsbronnen bewust in een compositie aangewend. Bij elektronische muziek wordt hiervan ruim gebruik gemaakt, maar ook hier geldt, zoals zo vaak het geval is, dat er niets nieuws onder de zon is: in 1550 reeds paste de Nederlandse componist Adriaan Willaert te Venetië twee koren toe, die aan weerszijden van de kerk waren opgesteld¹⁾; Berlioz ging bij de uitvoering van zijn Requiem nog

*) Natuurkundig Laboratorium N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken Eindhoven Nederland.

verder en plaatste in de vier hoeken van de 'Dôme des Invalides' aparte orkesten²⁾. Deze voorbeelden getuigen voldoende van de belangrijkheid van het richtingshoren bij muziek en het is dan ook niet verwonderlijk dat men reeds spoedig, nadat men er in geslaagd was geluid op te nemen en op een andere

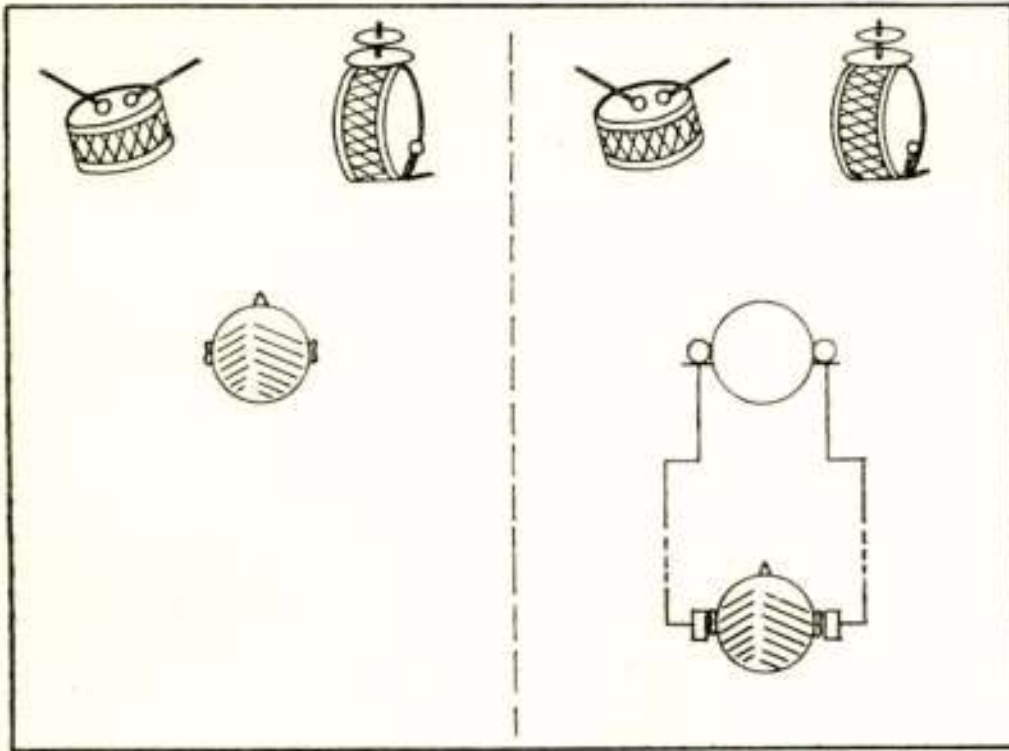


Fig. 1

Het bewaren van de richtingsindruk bij signaaloverdracht met behulp van een kunsthoofd en hoofdtelefoons.

de twee oren microfoons zijn aangebracht en deze microfoons te verbinden met twee telefoons, welke ieder één oor van geluid voorzien (fig. 1).

Bij deze proef blijkt inderdaad een zeer goede overdracht van de richtingsindruk mogelijk te zijn. Indien echter meer personen willen luisteren, wordt het gebruik van even zovele hoofdtelefoons erg onhandig en zal men trachten deze te vervangen door luidsprekers. Om dit te verwezenlijken gaat Fletcher³⁾ uit van de 'gordijntheorie'. In de opnameruimte wordt als het ware een gordijn bezet met talloze microfoons opgehangen. In een identieke weergaveruimte daarentegen een gordijn met even zovele luidsprekers. Iedere luidspreker nu wordt met de overeenkomstige microfoon verbonden en helpt mee om in de weergaveruimte een identiek geluidsveld op te bouwen als in de opnameruimte aanwezig was. In de praktijk is dit veel te ingewikkeld en daarom heeft Fletcher dit systeem vereenvoudigd tot een combinatie van drie microfoons en drie luidsprekers. De op deze wijze verkregen weergave bleek zo goed, dat men aan de juistheid van de theoretische grondslag moet twijfelen: immers de benadering door middel van slechts drie microfoons

plaats weer te geven, het ontbreken van de oorspronkelijke richtingsindruk als een gemis gevoeld heeft en daarom getracht heeft deze te bewaren. Uitgaande van de veronderstelling dat het de samenwerking van beide oren is, welke de richtingsindruk doet ontstaan, ligt het voor de hand bij de opname een kunsthoofd te gebruiken, waarin ter plaatse van

en drie luidsprekers is zo grof dat men hoogstens een zeer po-
ver resultaat zou mogen verwachten (fig. 2).

De Boer⁴⁾ verwezenlijkt de stereofonische geluidsoverdracht
op een andere wijze. Hij gebruikt twee luidsprekers, wier sig-
nalen afkomstig zijn van de twee microfoons van een kunsthoofd.

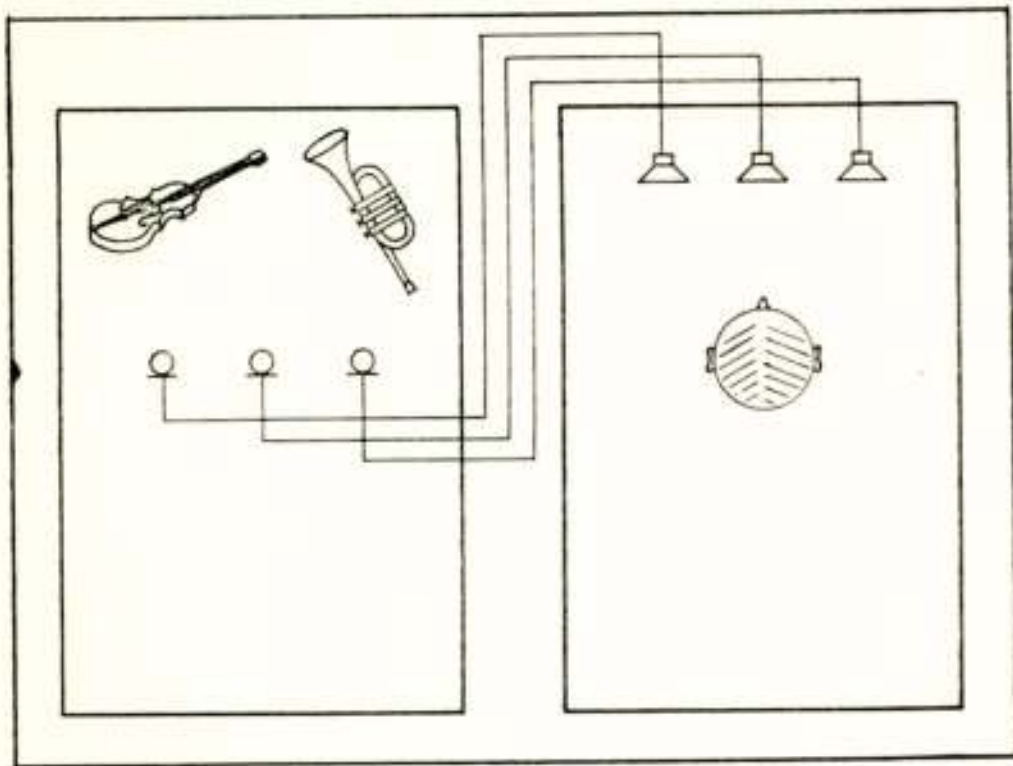


Fig. 2

Stereofonie met behulp van losse microfoons
(Fletcher).

schillend zijn. De overeenkomst tussen de twee systemen ligt
hierin dat steeds beide oren van de toehoorder signaal van
alle luidsprekers ontvangen. Blijkbaar is ons gehoor in staat
de geluiden van deze luidsprekers te laten samensmelten tot
één indruk met één richting. Hier ligt dan ook het onderscheid

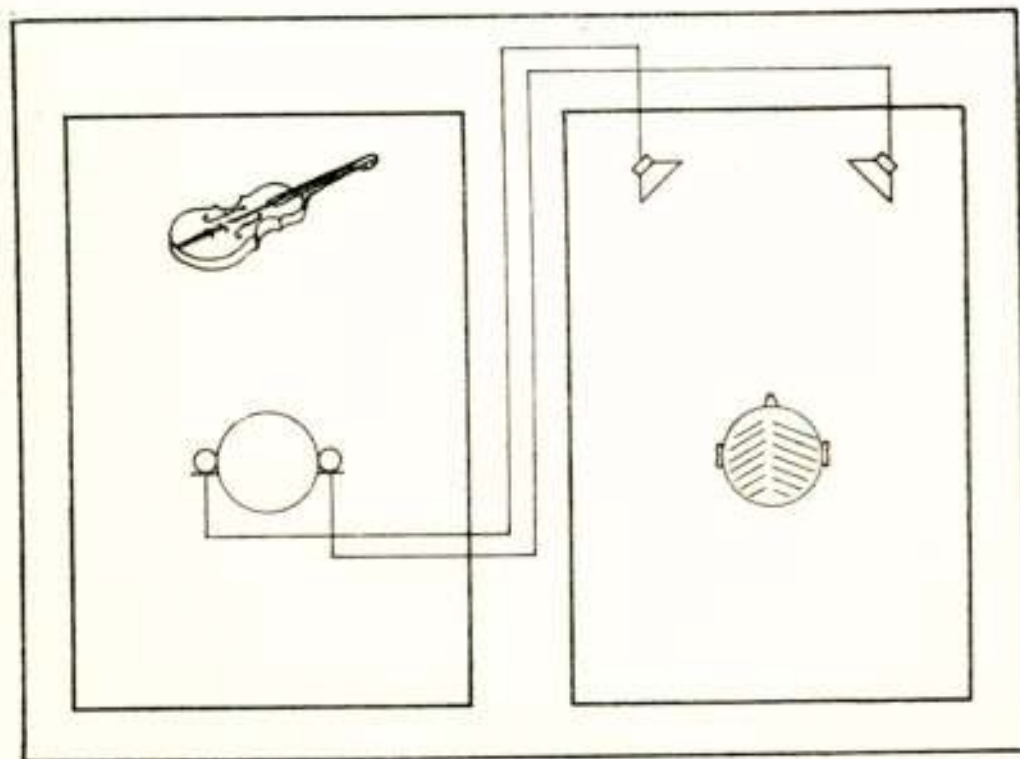


Fig. 3

Stereofonie met behulp van een kunsthoofd
(de Boer).

Ook volgens dit sy-
steem blijkt een goede
overdracht van de
richtingsindruk moge-
lijk (fig. 3).

Opmerkelijk is nu
dat bij stereofonische
opnamen zowel vol-
gens het systeem Flet-
cher als met de metho-
de van De Boer een
gelijkwaardige weer-
gave bereikt kan wor-
den, terwijl de opname-
technieken in beide
gevallen volkomen ver-

tussen het natuurlijke
richtingshoren en ste-
reofonie; bij het eerste
wordt uit de geluids-
indrukken aan beide
oren de richting van
het geluid herkend;
in het tweede geval
daarentegen wordt
hieruit een virtuele
bron uit een fictieve
richting gevormd. Het
is dan ook wenselijk
niet alleen kwalita-
tieve en kwantitatieve
meetresultaten te ver-

krijgen omtrent richtingshoren en stereofonische weergave, maar ook te trachten deze verschijnselen te verklaren en het onderlinge verband te vinden.

2. Het natuurlijke richtingshoren.

Een der eerste theorieën ter verklaring van de richtingswaarneming is de intensiteitstheorie geweest^{5) 6)}. Bevindt het hoofd van een waarnemer zich in een geluidsveld dan treden door de afscherpende werking van het hoofd intensiteitverschillen aan

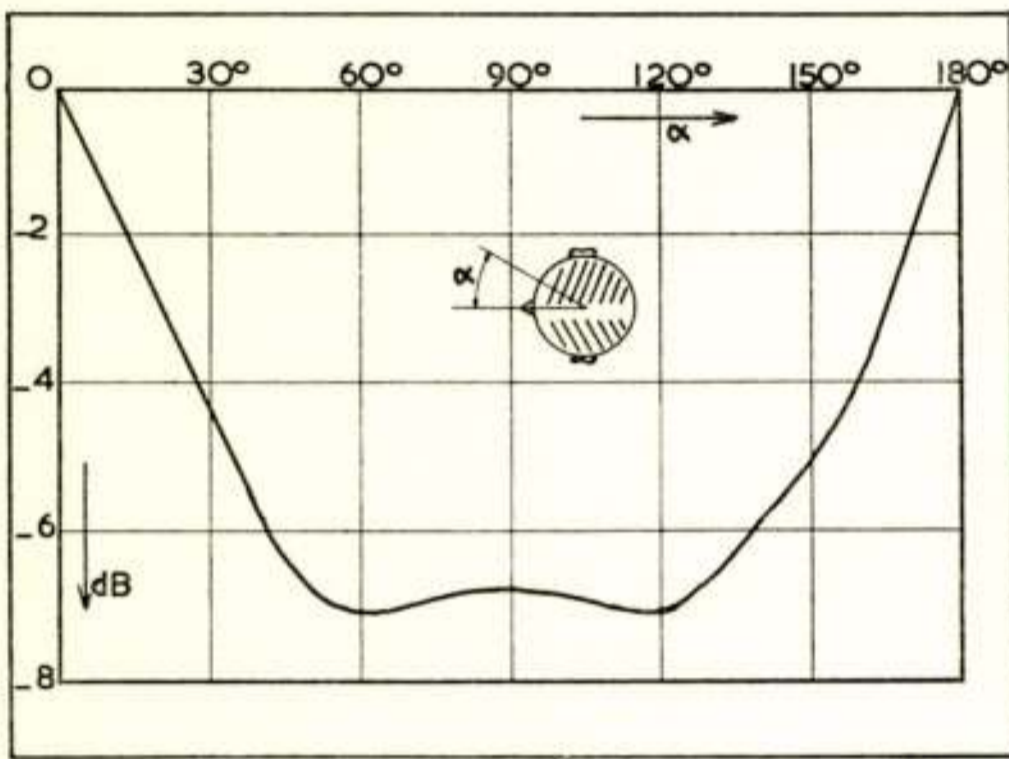


Fig. 4

Intensiteitsverschil tussen beide oren als functie van de waarnemingshoek bij spraak.

de localisatie te verklaren. Daarom publiceerde Lord Rayleigh dan ook een fase-theorie⁸⁾. Hierin wordt aangenomen dat het fase-verschil tussen beide oren beslissend is voor de richtingsindruk.

Hoewel sommige onderzoekers de waargenomen fasehoek interpretererden als de ervaren richtingshoek, lijkt het toch wel voor de hand liggend deze fasehoek als een tijdmaat te beschouwen. Zodoende kwam v. Hornborstel⁹⁾ dan ook tot de tijdverschillentheorie, waarin het tijdverschil tussen beide oren beslissend voor de waargenomen richting is. De optredende tijdverschillen zijn erg klein. De maximale waarde bedraagt ongeveer 0,6 milliseconden (fig. 5).

Bij proefnemingen, waarbij men kunstmatig tijd- of intensiteitverschillen aanbrengt in geluidsignalen, die aan beide oren worden toegevoerd, blijkt nu dat men zowel door de intensiteit- als tijdverschillen richting kan bepalen, dat deze additief zijn en dat het zelfs mogelijk is een richtingsindruk, verkregen door

beide oren op en door ervaring geleid, kunnen wij hieruit de richting van waaruit het geluid afkomstig was, bepalen.

De Boer⁷⁾ heeft de optredende intensiteitverschillen bij gemiddelde spraak berekend (fig. 4).

Bij lage tonen zal deze schaduwwerking erg klein zijn en zullen de intensiteitverschillen te gering zijn om

intensiteitverschillen, weer te compenseren met tijdsverschillen in de omgekeerde zin. Het begrip tijdsverschillen heeft echter

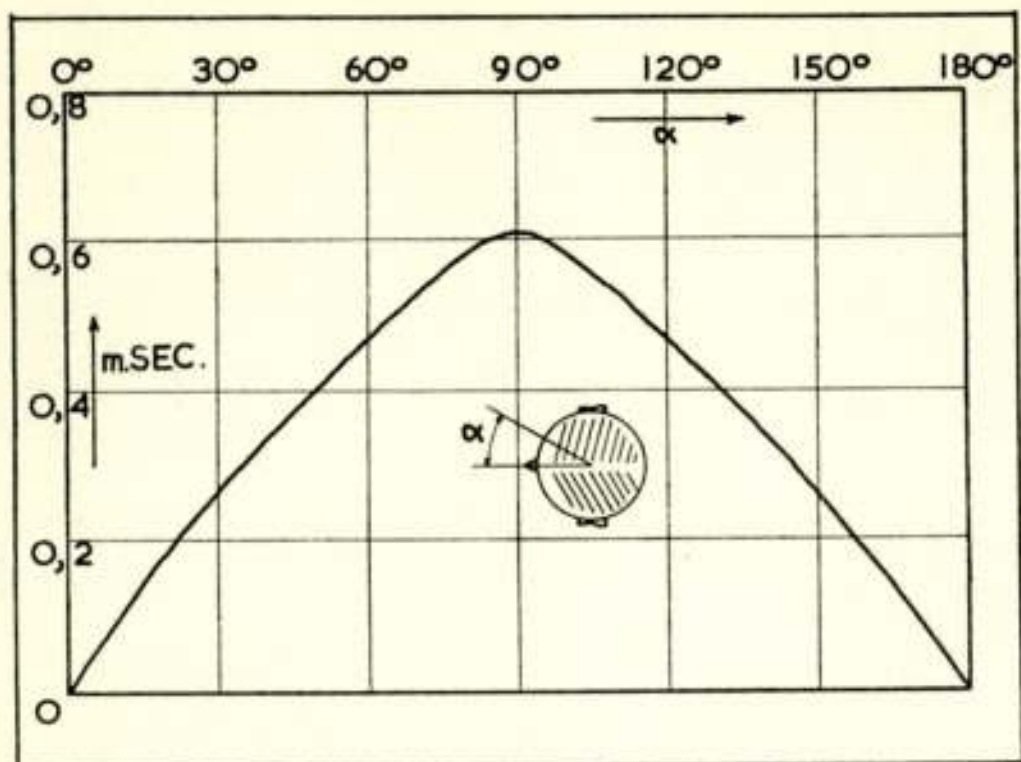


Fig. 5

Tijdsverschil tussen beide oren als functie van de waarnemingshoek.

de richting van een geluid in belangrijke mate bepaald wordt bij en door de transiënten. De juistheid van deze opvatting kan men controleren door een eenvoudige proefneming¹⁰⁾.

Een toonpuls wordt met behulp van een op de draaggolffrequentie afgestemde kring gesplitst in enerzijds inzet en einde verder transiënten genaamd, anderzijds de rest van de toon, in het vervolg duurtoon genaamd (fig. 6).

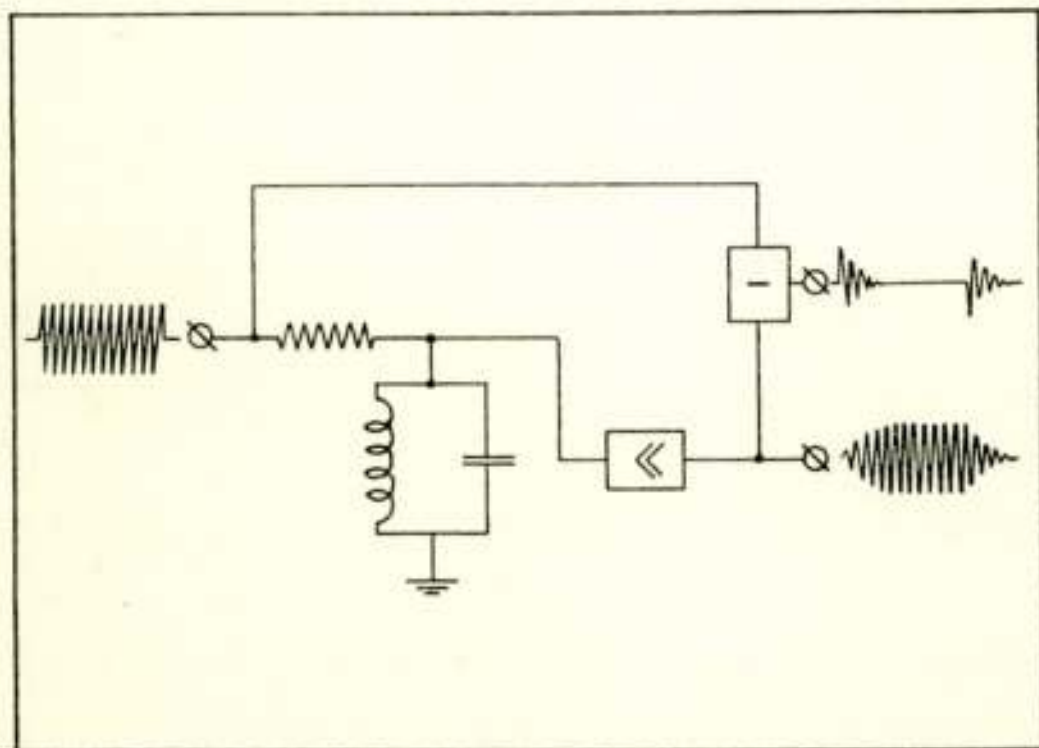


Fig. 6

Principeschema ter verkrijging van de 'transiënten' en de duurtoon van een toonpuls.

een bijzonder aspect. Wanneer tijdsverschillen een rol spelen bij het richtingshoren, impliceert dit dat wij deze tijdsverschillen moeten kunnen waarnemen. Dit zal mogelijk zijn bij markante punten in de geluidscurve. Zulke markante punten zijn bijvoorbeeld inzetten en andere snelle overgangen. Dit leidt ons tot de hypothese dat

de richting van een geluid in belangrijke mate bepaald wordt bij en door de transiënten. De juistheid van deze opvatting kan men controleren door een eenvoudige proefneming¹⁰⁾. Een toonpuls wordt met behulp van een op de draaggolffrequentie afgestemde kring gesplitst in enerzijds inzet en einde verder transiënten genaamd, anderzijds de rest van de toon, in het vervolg duurtoon genaamd (fig. 6).

De transiënten van deze toon nu worden toegevoerd aan één luidspreker, de duurtoon aan een andere luidspreker. De totale toon waarvan de lengte enkele seconden mag bedragen, schijnt uit deze eerste luidspreker te komen en dit betekent dus dat inderdaad de richting bepaald wordt door de richting van de inzet.

Na registratie van de transiënten en duurtoon op een twee-

sporige magnetische drager zal bij het afspelen van zulk een magnetische band modulatie-ruis hoorbaar worden tijdens de duurtoon. Het is nu opmerkelijk dat de richting van deze modulatie-ruis onafhankelijk is van de inzet van de toon. Dit duidt blijkbaar op een zekere frequentie-analyse, welke geschiedt vóór de richtingsbepaling.

Het is verder opmerkelijk dat het mogelijk is een tijdverschil aan te brengen tussen de inzet en de duurtoon. Eerst bij een

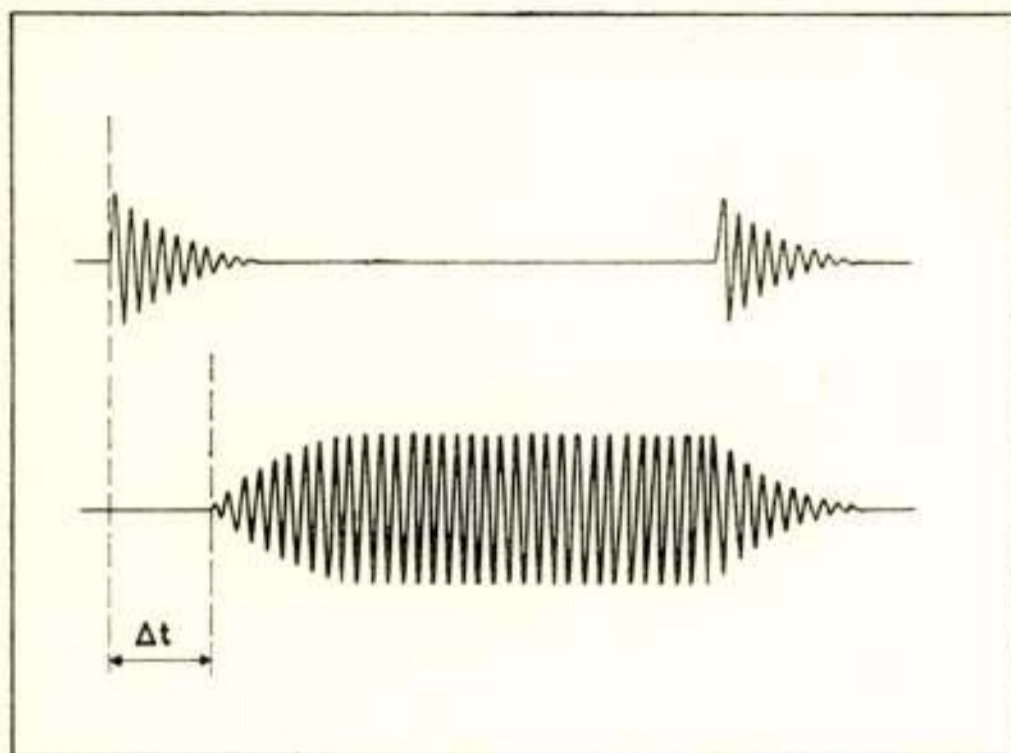


Fig. 7

Tijdverschil tussen inzet en duurtoon.

tijdverschil van 40 à 50 milliseconden is de inzet niet meer in staat de richting voor de duurtoon vast te leggen (fig. 7).

Hieruit blijkt dat de mens niet in staat is willekeurig snel nieuwe richtingen te bepalen. Het zogenaamde Haaseffect¹¹⁾ is hierop terug te voeren. Een interessante bijkomstigheid hierbij

is wellicht het feit dat deze waarnemingsgrens van 40 à 50 milliseconden in grootte-orde overeenkomt met de zogenaamde kritische flikkerfrequentie van het oog.

3. Richtingswaarneming door een model.

De grootheden die het richtingshoren beïnvloeden en de daarbij optredende verschijnselen maken het aannemelijk, dat het bepalen van de geluidsrichting voor een groot gedeelte een fysiologisch proces is. Hiervan uitgaande, is het zinvol om een elektrisch analogon te ontwerpen dat op dezelfde wijze als ons eigen gehoor de richting van een geluid kan onderkennen. Bij de voorafgaande proeven nu hebben wij ervaren dat het begin van een signaal voor de richtingswaarneming veel belangrijker is dan de rest.

Een apparaat dat bij zijn richtingsbepaling eveneens hoofdzakelijk op de inzet reageert, is in principeschema gegeven in fig. 8. Weliswaar kan dit slechts onderscheid maken tussen links en rechts maar een vergroten van het aantal onderscheidbare

richtingen zal geen principiële moeilijkheden veroorzaken. Wanneer een geluid uit de richting R het kunsthoofd KH bereikt, zal eerst de microfoon M_r en even later pas de microfoon M_l door dit geluid getroffen worden. De door de microfoon M_r afgegeven spanning wordt versterkt door de regelversterker V_r en toegevoerd aan de diode D_r . De door deze diode afgegeven gelijkspanning wordt als regelspanning toegevoerd aan de linker regelversterker V_l op zodanige wijze dat deze dichtgedrukt wordt.

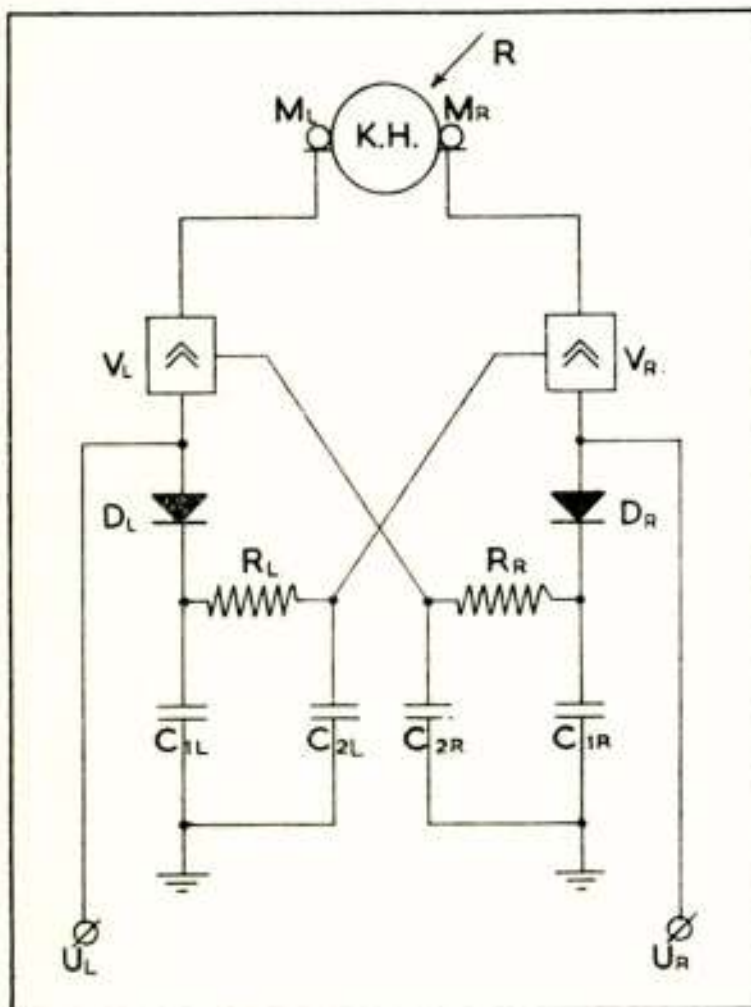


Fig. 8

Principeschema van een richtingshoor-model.

duurtoon is nu verklaarbaar: die richting wordt aanvankelijk gekozen, van waar de inzet komt; de duurtoon geeft daarna echter nog voldoende luidheid op de 'verkeerde' microfoon, om de aanvankelijk gekozen richting vast te houden. Eerst wanneer men de hoek waaronder het kunsthoofd de luidsprekers ziet te groot kiest, zal de verzwakking door de afschermende werking van het kunsthoofd te groot zijn en zal voor de duurtoon opnieuw richting gekozen worden. Dit treedt trouwens ook op indien wij zelf aan de proef deelnemen; ook dan mag de hoek waaronder de luidsprekers t.o.v. de waarnemer geplaatst zijn, niet meer bedragen dan circa 40 graden.

In hoofdstuk 2 is reeds gewezen op de frequentie-analyse die optreedt voordat de richtingsbepaling plaatsvindt. In een meer volledig model, dan welk hier besproken is, zou deze fre-

wordt. Zodoende wordt alleen spanning afgegeven aan de uitgang U_r . Deze schakeling bevoordeelt het eerstkomende signaal en bij gelijke aankomst van signaal op beide microfoons die microfoon waaraan de grootste intensiteit werd toegevoerd. Door de juiste keuze van de integreernde netwerken $C_{1r} - R_r - C_{2r}$ en $C_{1l} - R_l - C_{2l}$ is het mogelijk het verband tussen de invloed van intensiteitverschillen en tijdverschillen in overeenstemming te brengen met het overeenkomstige verband hiertussen bij beide oren.

De proefneming waarbij aan één luidspreker de transiënten werden gegeven en aan een andere de

quentieanalyse eveneens mogelijk moeten zijn en voor elke frequentieband zou een richtingszoeker beschikbaar moeten zijn. Metingen door ons verricht omtrent de breedte van deze frequentiebanden toonden aan dat deze breedte in grootte orde overeenkomt met de kritische bandbreedte.

Uit experimenten volgt dat in elke frequentieband tegelijkertijd slechts één richting gekozen kan worden onafhankelijk van het aantal bronnen dat in die frequentieband een bijdrage levert. Hierdoor is het mogelijk met twee of meer luidsprekers een stereofonisch beeld te verkrijgen; het oor merkt niet dat het aangeboden signaal van meer dan één bron afkomstig is. De hypothesen, volgens welke het hier beschreven model gebouwd is, vinden een bevestiging in de wet van Haas. Hierin wordt gezegd dat een reflectie eerst dan als gescheiden echo hoorbaar wordt indien de vertragingstijd groter is dan 50 milliseconden. Men kan dit verklaren door aan te nemen dat bij een tijdverschil van die waarde de momentane frequentieband van de reflectie niet meer overeenkomt met die van het directe signaal. Zodoende kan in die frequentieband een nieuwe onafhankelijke richting gekozen worden. Bij kleine tijdverschillen echter treedt dit niet op. Daardoor is het mogelijk dat in een zaal waar nagalm optreedt de richtingsindruk van een signaal in zijn geheel overeenkomt met de richting van de oorspronkelijke bron.

De frequentieanalyse, die plaats vindt vóór de richtingsbepaling, geschiedt niet onbeperkt snel. Hiervoor is tijd nodig. Dit gecombineerd met de invloed van het begin van een signaal geeft ons in principe de mogelijkheid om in een stereofonisch signaal de bandbreedte te beperken.

Hoewel bij de beschrijving van een richtingswaarnemingsmodel wij ons beperkt hebben tot slechts twee richtingen links en rechts is het duidelijk dat een groter oplossend vermogen geen principiële moeilijkheden oplevert. In hoofdstuk 4 zal nader ingegaan worden op enkele metingen aan een model, dat behalve links en rechts ook nog het midden kan herkennen.

4. De stereofonische weergave.

In het vorige hoofdstuk hebben wij gezien, hoe een model ons de mogelijke werkingswijze van ons richtingshooren aantoonde. De invloed van tijdverschillen en intensiteitsverschillen op de richtingsbepaling kan hieruit op acceptabele wijze verklaard

worden. Metingen hieromtrent zijn in 1939 reeds uitgevoerd door K. de Boer¹²⁾. Naderhand zijn deze metingen uitgebreid door E. Meyer en G. Schodder¹³⁾.

Een samenvatting hiervan is gegeven in fig. 9. De lijn *M* geeft het verband tussen tijdverschil en luidheidverschil bij middenindruk. De lijn *L* geeft de grenswaarden aan waarbij het geluid schijnbaar nog geheel uit de linker luidspreker komt en de lijn *R* de grenswaarden wanneer dit bij de rechter luidspreker optreedt. De

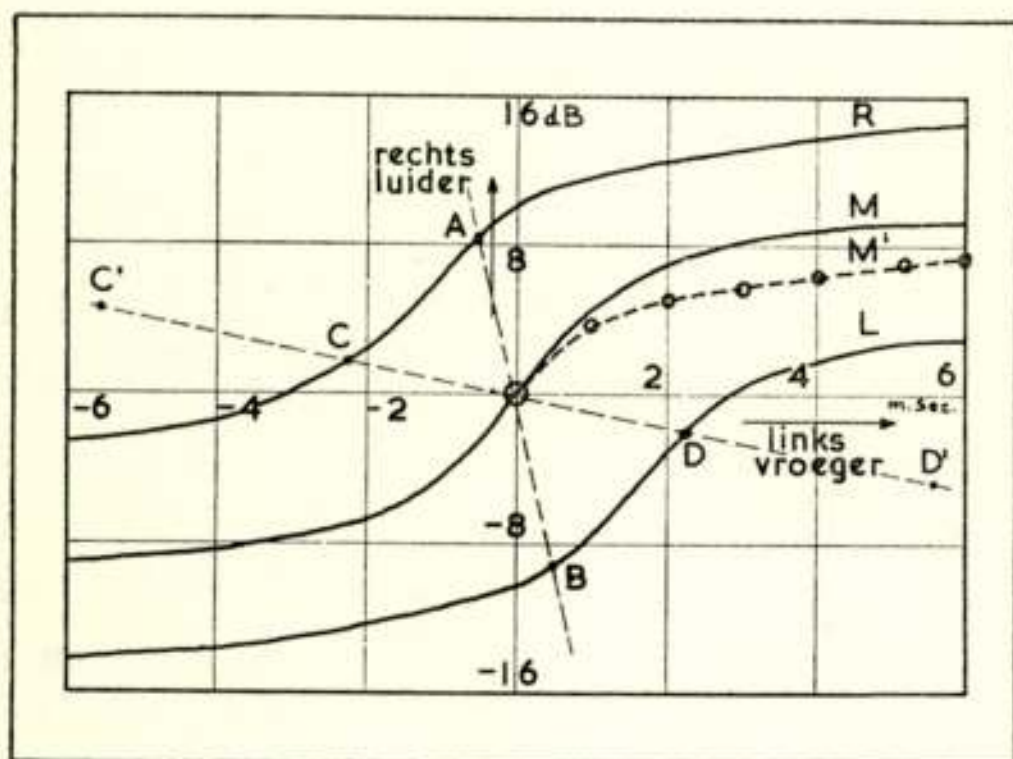


Fig. 9

Invloed van tijdverschillen en intensiteitverschillen tussen twee luidsprekers op de stereofonische richtingsbepaling.

individuele verschillen tussen de proefpersonen bij deze experimenten zijn meestal erg groot. Ook heeft de hoek waaronder de waarnemer de luidsprekers ziet invloed op de uitkomsten.

Bij het stereofonisch opnemen van geluid met behulp van twee microfoons kan men op diverse wijzen te werk gaan. Men kan een kunsthoofd gebruiken, of twee cardioiden nemen. In beide gevallen wordt de richtingsinformatie hoofdzakelijk verkregen uit intensiteitverschillen. Het *M.S.* systeem (een cardioide-microfoon recht vooruit en daarop dwars een acht-microfoon) is een variatie op het twee-cardioiden systeem. In fig. 9 kunnen wij nu aangeven hoe de richtingsindruk voor de luisteraar tot stand komt bij een bepaalde microfoonopstelling. Bij gebruik van een kunsthoofd zal de opname plaats vinden volgens de lijn *A - B*: de richtingsindruk wordt verkregen door een intensiteitverschil gecombineerd met een klein tijdverschil. Bij het toepassen van twee cardioiden boven elkaar is geen tijdverschil aanwezig. Zodoende zal de opname geschieden langs de verticale as: alleen intensiteiten bepalen de richting.

Een geheel andere methode van stereofonisch opnemen is die waarbij men gebruik maakt van twee op grote afstand van elkaar geplaatste ongerichte microfoons. Het is duidelijk dat dan de tijdverschillen tussen de microfoons veel groter zullen

zijn dan bij de hiervoor besproken systemen. De opname vindt bij deze methode plaats volgens een lijn in fig. 9 die een veel grotere hoek maakt met de intensiteitsas dan de lijn $A-B$. Als voorbeeld is hier de lijn $C-D$ gegeven.

Een bekend euvel van stereofonische opnamen is het zogenaamde 'gat in het midden'. Men bedoelt hiermede, dat bijna alle geluid uit de linker en de rechter luidspreker schijnt te komen en slechts zeer sporadisch uit de ruimte daartussen. Aan de hand van fig. 9 is nu in te zien hoe dit kan ontstaan. Laat ons nu een opname aannemen waarbij twee losse microfoons gebruikt werden. De opname vindt weer plaats volgens een lijn als $C-D$. Wanneer de microfoons zo geplaatst worden dat de maximaal optredende tijd- en intensiteitverschillen weer te geven zijn door de punten $C'-D'$, dan zal bij de weergave voor het grootste gedeelte van de te reproduceren ruimte de tijd- en intensiteitverschillen zodanig zijn dat ze liggen tussen C' en C of tussen D' en D . Voor slechts een klein gebied vallen ze tussen C en D . Dit betekent: bijna alles komt van rechts of van links en slechts voor een klein gebied van de opnameruimte wordt het geluid verdeeld over de ruimte tussen de luidsprekers.

Wanneer men bij het beluisteren van een stereofonische opname niet precies plaats genomen heeft in het middelloodvlak van de verbindingslijn van de twee luidsprekers, zal de afstand tot beide luidsprekers niet gelijk zijn. Dit betekent dat voor zulk een toehoorder een constant tijdverschil aanwezig zal zijn tussen de twee luidsprekers en dat dit tijdverschil groter is naarmate men verder van dit middelloodvlak verwijderd is en naarmate men dichterbij de luidsprekers komt. Dit extra tijdverschil heeft een verschuiving van het waargenomen beeld ten gevolge naar dezelfde zijde als waar de toehoorder zich bevindt. (Het beeld loopt mee met de waarnemer). Men kan dit effect min of meer compenseren door gerichte luidsprekers te gebruiken en wel zo dat naarmate men zich evenwijdig aan de verbindingslijn tussen beide luidsprekers dichterbij naar één luidspreker begeeft de waargenomen intensiteit hiervan afneemt en bij de andere luidspreker toeneemt. Om bij gelijke signalen op beide luidsprekers middenindruk te verkrijgen onafhankelijk van de plaats van de toehoorder, tracht men door richtwerking van de luidsprekers en de daaruit voortvloeiende intensiteitverschillen op de lijn M in fig. 9 te blijven.

In hoofdstuk 3 werd een model besproken ter verklaring van verschijnselen optredend bij binauraal horen. Zulk een

model moet in principe ook stereofonie kunnen waarnemen; m.a.w. het moet in staat zijn de signalen van twee bronnen samen te stellen tot een geluidsindruk van een denkbeeldige bron daartussen. Enkele onderzoeken hierover zijn verricht aan een model dat midden, links en rechts kon onderscheiden. De dimensionering was zodanig, dat dit midden een openingshoek van ongeveer 15° had. Als signaal worden aan de luidsprekers toonpulsen toegevoerd. Bij een kunstmatig aangebracht tijdsverschil tussen de luidsprekers waarbij de middenindruk verstoord wordt, corrigeert men deze afwijking met een extra-intensiteitsverschil totdat het model weer een middenindruk constateert. De bij deze tijdsverschillen hiervoor benodigde intensiteitsverschillen zijn in fig. 9 aangegeven met de lijn M' . Een betere kwantitatieve overeenstemming met de lijn M , waarmee M' eigenlijk moet overeenkomen is bereikbaar door een iets gewijzigde dimensionering van de in het model gebruikte schakeling.

5. Informatiebeperking bij stereofonie-overdracht.

Tot voor enkele jaren was het gebruik van stereofonie beperkt tot het geven van geluidsdemonstraties. De komst van de grootbeeldfilm-projectie bracht hierin verandering en de stereofonie kreeg een meer commerciële toekomst. Technische problemen traden hierbij niet op; de registratie van het signaal geschiedde zodanig dat voor elk luidsprekerkanaal een bij voorkeur magnetisch spoor beschikbaar was. Geheel anders wordt dit evenwel als men de stereofonie wil gaan toepassen in de huiskamer, hetzij via de gramfoonplaat, een magnetische band of de radio. Men komt dan te staan tegenover twee problemen en wel de compatibiliteit enerzijds en anderzijds het onderbrengen van twee signalen in een zo klein mogelijke registratieruimte. Gelukkigerwijze zijn deze beide eisen niet met elkaar in strijd. In het eerste geval verlangt men een goede eenkanaalsweergave, een weergave zonder richtingsinformatie. Bij het beperken van de registratieruimte gaat men uit van de gedachte dat de twee kanalen van een stereofonisch signaal niet zo heel veel van elkaar verschillen en een beperking dan ook verkregen moet worden door het gemeenschappelijke in beide signalen slechts eenmaal te registreren of uit te zenden. Men brengt hier dus a.h.w. een scheiding aan tussen signaal en richting. Men krijgt zodoende dezelfde verdeling als gewenst wordt voor de compatibiliteit.

Gaat men uit van een stereofonisch signaal dan is een redelijke compatibiliteit te verwezenlijken door de twee kanalen bij elkaar te voegen ($L + R$). Voor de richtingsbepaling van het signaal staan twee methodes ten dienste. Bij de eerste maakt men gebruik van regelsignalen waarmee het compatibel geluidssignaal over twee luidsprekers verdeeld wordt. Deze regelsignalen worden afgeleid uit het verschil tussen linker- en rechterkanaal van de oorspronkelijke stereofonie-opname¹⁴⁾ ¹⁵⁾ ¹⁶⁾. Bij de tweede methode geeft men als richtingsinformatie het verschil tussen de beide stereofoniekkanalen ($L - R$). Zodoende heeft men de beschikking over twee signalen $L + R$ en $L - R$ die geregistreerd of uitgezonden worden. Door optellen en aftrekken hiervan kan men de oorspronkelijke linker en rechter signalen weer verkrijgen. De kwaliteit van het $L + R$ kanaal kan men verbeteren door op de juiste wijze vertraagd signaal toe te voegen. Daardoor wordt de richtingsindruk niet verstoord terwijl men wel de klankbalans veranderen kan.

In het $L - R$ signaal zullen in het algemeen geen zeer lage tonen meer aanwezig zijn. Een verschil tussen het linker en rechter signaal is immers praktisch niet aanwezig. Vaak echter zal men meer beperking van het $L - R$ signaal verlangen en zal men dus trachten dit te besnoeien in frequentieband en/of amplitude. Wil men zulks doen dan zal eenzelfde bewerking

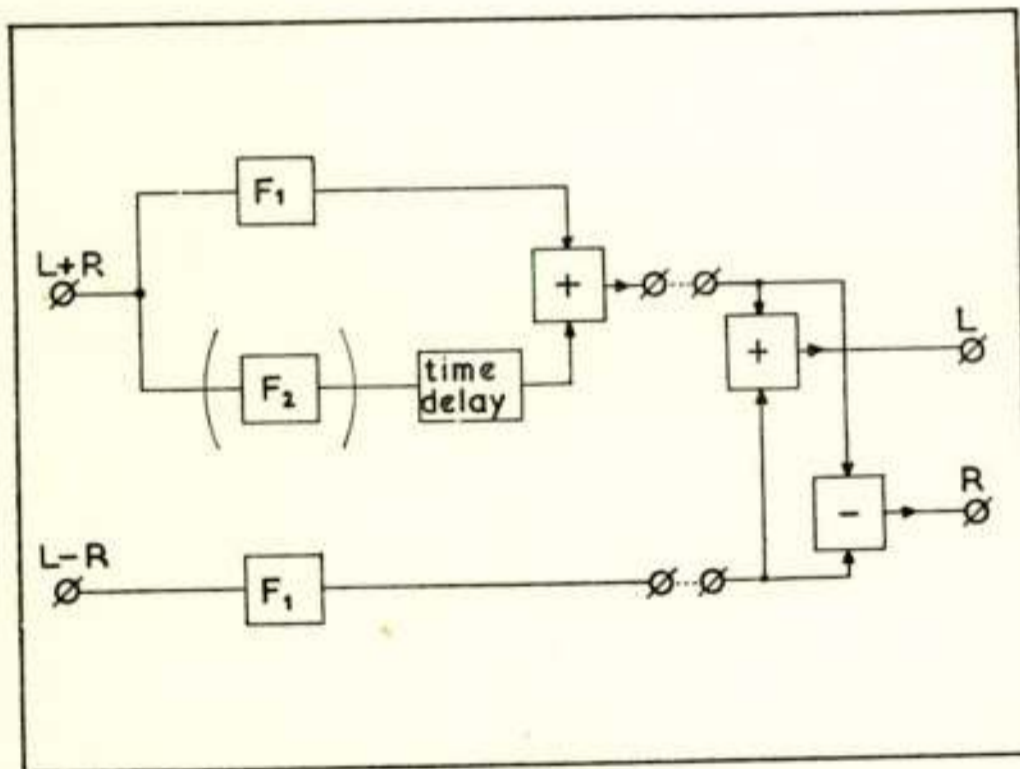


Fig. 10

Bandbreedte-beperking in het $L - R$ kanaal bij stereofonie-overdracht.

nodigste frequentieband komt men zodoende tot een schakeling als gegeven is in fig. 10.

Gunstige waarden voor de tijdvertraging liggen tussen 10

moeten worden toegepast op het $L + R$ signaal dat met het $L - R$ signaal de richtingsinformatie moet overbrengen. Om verstoring van het totale klankbeeld tegen te gaan door deze bewerkingen kan men weer een vertraagd signaal aan het $L + R$ signaal toevoegen eventueel zelfs in tegengestelde zin bewerkt. Bij een beperking van de be-

en 30 milliseconden. Om na te gaan welke frequentieband men moet kiezen voor het $L - R$ kanaal werden enkele onderzoeken verricht.

Hieraan werd deel genomen door 145 personen, die telkens twee stukjes muziek van circa 1 minuut duur aangeboden kregen. Van deze twee was steeds één deel normale stereofonie, het andere was in bandbreedte beperkt. Gevraagd werd telkens aan te geven welke van de twee delen zuiver stereofonisch was. De frequentiebandbeperking werd verkregen met behulp van enkelvoudige $R - C$ netwerken en wel tweemaal uitgevoerd als laagdoorlatend filter met als kantelpunt respectievelijk 4 kHz en 2 kHz en tweemaal als hoogdoorlatend filter met als kantelpunten 1 kHz en 2 kHz. De resultaten van deze metingen zijn gegeven in tabel I.

Stereofonie	Aantal fouten in % bij normale luisteraars	Aantal fouten in % bij geroutineerde luisteraars
Tot 4 kHz	38	19
Tot 2 kHz	40	11
Vanaf 1 kHz	51	36
Vanaf 2 kHz	47	17

Tabel I

Uit deze uitkomsten blijkt dat men op het ogenblik, nu de doorsneeluisteraar niet geoefend is in het waarnemen van stereofonie op aanzienlijke wijze de bandbreedte kan beperken in het $L - R$ signaal. Op lange termijn gezien echter zal de normale luisteraar in het waarnemen van stereofonie meer kunde verkrijgen en op grond daarvan is het juist alleen met de tweede kolom in tabel I rekening te houden. Dan komt voor bandbreedte beperking alleen die methode in aanmerking, waarbij vanaf 1 kHz stereofonie gegeven wordt. De $L - R$ component bevat dan geen lage frequenties meer waardoor een aanzienlijke amplitudeverkleining verkregen wordt. Een amplitudeverkleining kan men ook verkrijgen door het stereofonisch signaal zonder meer te verzwakken. Aangezien men echter toch de normale luidheid ter beschikking wil hebben kan men dan via het $L + R$

kanaal vertraagd signaal toevoegen. Dit vertraagde signaal heeft nagenoeg geen invloed op de richtingsgewaarwording.

Een beperking van de amplitude heeft echter alleen zin wanneer de amplitude groot is. Bij kleine amplitudes wil men bij

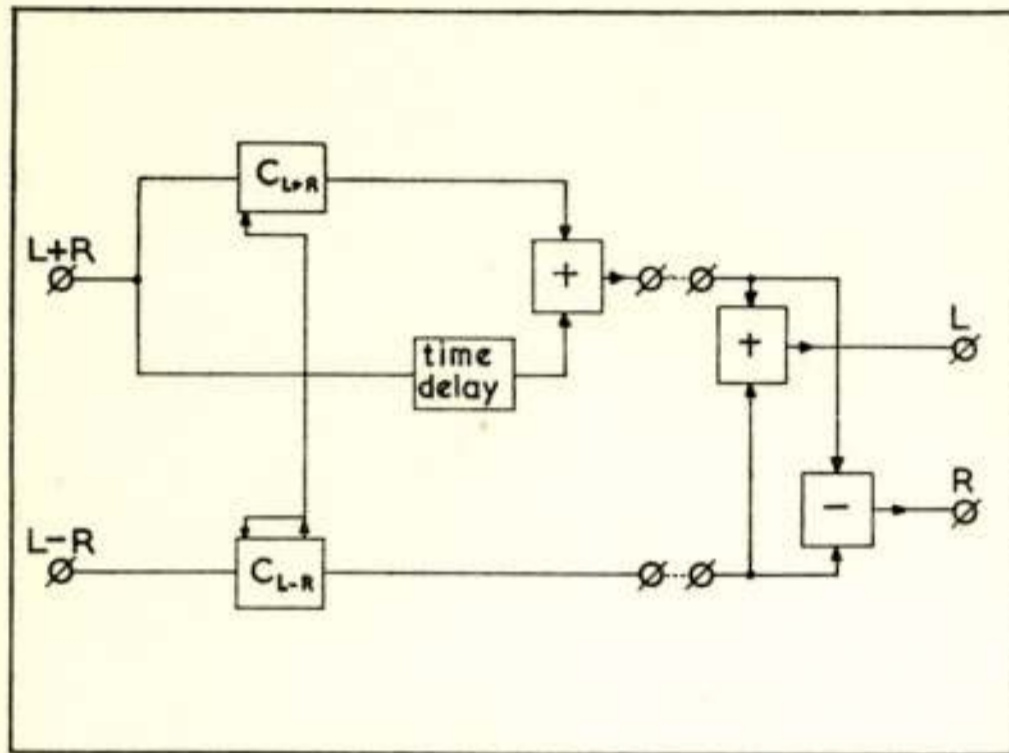


Fig. 11

Dynamiek-beperking in het $L - R$ kanaal bij stereofonie-overdracht.

voorkeur niet verzwakken. Het heeft daarom zin deze verzwakking via een compressor te laten geschieden (fig. 11).

Om het stereofonisch beeld niet te verstoren, moet de versterking in het $L + R$ kanaal en het $L - R$ kanaal gelijk blijven. Daar ons de amplitudebeperking in het $L - R$ kanaal interesseert, wordt van de

uitgangspanning van de compressor in dat kanaal de spanning afgeleid om beide compressoren gelijk te regelen. Op deze wijze kan men de versterking in beide kanalen gelijk houden. Hoewel wij enkele onderzoeken verricht hebben met een dergelijke compressor schakeling, is het moeilijk om hierover algemeen geldende gegevens te verschaffen. De juiste keuze van inregeltijd, uitregeltijd en mate van compressie worden te zeer bepaald door de aard van de weer te geven muziek dan dat men een eenduidig recept voor de toe te passen compressie zou kunnen geven.

Literatuur.

- 1) A. S m i j e r s, Algemene Muziekgeschiedenis, 3.2. p. 142.
 - 2) A. S m i j e r s, Algemene Muziekgeschiedenis, 6.3. p. 361.
 - 3) H. F l e t c h e r, Bell. Syst. Techn. J. 13, p. 239, 1934.
 - 4) K. d e B o e r, Dissertatie 1940, p. 44-53.
 - 5) L o r d R a y l e i g h, The theory of sound, Phil. Trans. Roy. Soc. 203A, p. 87, 1904.
 - 6) E. M e y e r, Electrot. ZS. 36, p. 805, 1925.
 - 7) K. d e B o e r, Dissertatie 1940, p. 43.
 - 8) L o r d R a y l e i g h, Phil. Mag. 13, p. 214, 1907.
 - 9) E. M. v. H o r n b o r s t e l & M. W e r t h e i m e r, Abhandl. d. Berl. Akad. 20, p. 338, 1920.
 - 10) N. V. F r a n s s e n, Bericht über die 4. Tonmeistertagung Detmold p. 10-12.
 - 11) H. H a a s, Acustica 1, p. 49, 1951.
 - 12) K. d e B o e r, Dissertatie 1940, p. 44-53.
 - 13) E. M e y e r & G. R. S c h o d d e r, Nachr. Gött. Akad. Wiss. Math. Nat. Kl. Abt. IIa, 6, 31.
 - 14) W. H. O f f e n h a u s e r e n J. J. I s r a ë l, J.S.M.P.T.E. 32, p. 139, "
 - 15) F r. E n k e l, Electr. Rundschau 10, p. 347, 1958.
 - 16) W. S. P e r c i v a l, E.M.I. Publicatie 1959.
-



Stereo-omroeptechniek

door J. J. Geluk *)

Voordracht gehouden voor het Nederlands Radiogenootschap en de Geluidstichting op 5 februari 1959.

Summary

In this article methods are described to achieve compatible stereophony, using intensity-differences only.

Circuits are described to locate microphone-position in the loudspeaker reproduction-field. Also the addition of reverberation is mentioned, giving the principles of a stereo-controlroom-equipment.

The high-frequency transmission of stereo-signals is treated for the case of a double F.M.-system. Crosstalk-measurements, signal-to-noise figures and phase-characteristics are mentioned, while a discussion is given about the v.h.f. bandwidth of these systems.

Inleiding.

Hoewel de meeste artikelen over stereofonie beginnen met een behandeling van de oorzaken, waarom wij met twee oren of zelfs met één oor stereofonisch kunnen horen, wordt het in dit artikel van een andere zijde benaderd.

Ofschoon het niet irrelevant is te weten welke grootheden ons ruimtelijk doen horen, kan men voor de Omroep beter uitgaan van de huidige omroeptechniek en de meest waarschijnlijke manier waarop het programma zal worden beluisterd.

Er zijn daarom twee belangrijke uitgangspunten te noemen, te weten:

- 1e. volledige compatibiliteit,
- 2e. overdracht door hoogstens twee kanalen.

Wat betreft het eerste punt is het noodzakelijk, dat microfoon-opstelling, mengingen, etc. volledig gehandhaafd blijven en

*) Nederlandsche Radio Unie, Hilversum.

in het hoofdkanaal moeten worden uitgezonden. Dit houdt echter tevens in, dat men niet meer een stereofonisch programma kan overdragen met twee kanalen, waarbij zowel het eerste als het tweede kanaal afwijken van het 'normale' signaal: Immers er kan dan weliswaar een linker- of rechtersignaal worden ontvangen, maar voor de normale luisteraar geeft dit geen volledig beeld.

Voor de compatibele stereofonie behoeft de gewone luisteraar juist

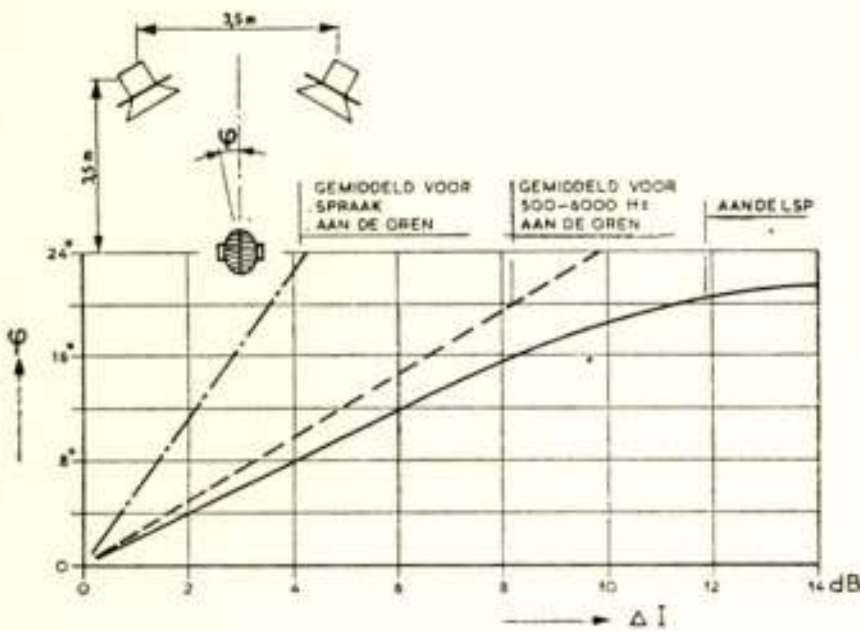


Fig. 1

Intensiteitsverschillen ΔI voor een bepaalde richtingswaarneming.
 voor luidsprekers (————)
 voor oren (— · — · — · — · —)

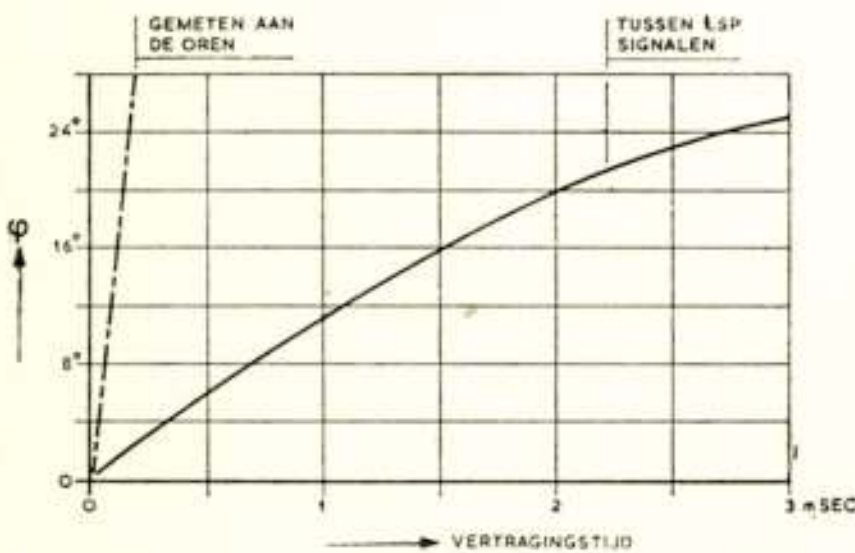


Fig. 2

Vertragingstijd voor bepaalde richtingswaarneming.
 voor luidsprekers (————)
 voor oren (— · — · — · — · —)

niets te missen of ook maar te wijzigen, terwijl voor de geïnteresseerde in het stereo-klankbeeld een extra inspanning wordt vereist.

De tweede voorwaarde is een technisch compromis, hoewel men zich zou kunnen voorstellen, dat nog meerderde kanalen ter beschikking zouden kunnen komen; maar zelfs met twee kanalen heeft men reeds moeite genoeg en zijn de effecten die men ermee kan bereiken, ook reeds zeer goed te noemen.

Het afluister-systeem.

In de meeste gevallen wordt stereofonie met twee luidsprekers of hoogstens met twee luidspreker-combinaties beluisterd. Wanneer een toehoorder zich bevindt tussen deze luidsprekers, zoals geschetst in fig. 1, dan kan men richtingsindrukken veroorzaken door

óf wel sterkte-verschillen aan te brengen of looptijd-verschillen¹⁾. Het blijkt, dat looptijden enkele milliseconden, intensiteitsver-

¹⁾ Naar K. de Boer: Stereofonische geluidswaarneming
 Feddersen: Localisation of high-frequency Tones. JASA 29 (1957).

schillen ongeveer 15 dB moeten bedragen om grote richtingsverschillen te geven. Vergelijkt men beide grootheden, looptijdverschil en intensiteitsverschil betrokken op luidsprekers met dezelfde grootheden, die in de natuur bij de menselijke oren optreden, dan zien wij, dat er vooral van de looptijdverschillen weinig overblijft, m.a.w., dat men kunstmatig de tijdverschillen sterk zou moeten vergroten om enigszins richtingsafhankelijkheid te verkrijgen.

Met de intensiteitsverschillen is het minder fataal gesteld en dit is dan ook een van de redenen, waarom de intensiteitsstereofonie technisch goed uitvoerbaar is.

De intensiteits-differentiatie.

Reeds bij de microfoon-opstelling kan getracht worden om los van de gewone omroepmicrofoon een extra signaal te produceren, dat in staat is bij de afluistering de gewenste intensiteitsverschillen tussen beide luidsprekers te verkrijgen. Dit extra signaal moet dan steeds een vast fase-verband hebben met de normale microfoonspanning en kan op de meest eenvoudige weg afgeleid worden uit de microfoonspanning zelf langs elektronische (zo men wil: kunstmatige) weg. Daarenboven kan een extra microfoon worden opgesteld, en wil men hiermede dus intensiteitsstereofonie verkrijgen, dan moet deze extra microfoon op praktisch dezelfde plaats worden opgesteld als de eerstgenoemde.

Er zijn daartoe speciale stereo-microfoons ontwikkeld, die twee microfoon-elementen bevatten met verschillende hoofdrichtingen en richtkarakteristieken.

Overigens zijn er ook nog andere mogelijkheden om via een extra kanaal de intensiteitsverhoudingen bij de afluisterluidsprekers te variëren, n.l. in *gecodeerde* vorm. Over het hoofdkanaal wordt eveneens het 'gewone' signaal vervoerd (*M* kanaal), dat wordt verkregen van twee microfoongroepen, bedoeld om resp. naar links en rechts te worden afgebeeld.

Van deze *L* en *R* signalen, welke dan *niet* worden uitgezonden, wordt de verhoudingsspanning van de omhullenden afgeleid, eventueel nog geaccentueerd door frequentie-correctie en van tijdsvertragingen voorzien.

Uiteraard kan dit *stuursignaal*, dat niet breder dan enkele honderden Hertz behoeft te zijn, slechts op ieder moment één bepaalde intensiteitsverhouding aan de luidsprekers mededelen

d.m.v. regelversterkers, doch men schijnt deze resulterende schijnbare richting zo snel te kunnen wijzigen, dat men meent op ieder moment *gelijktijdig* uit alle mogelijke richtingen de verschillende instrumenten te horen komen. Overigens zijn de inlichtingen over dit zgn. 'Percival'-systeem uiterst summier en kan men betwijfelen of ons gehoor zo 'soepel' is, bepaalde concessies toe te laten, zoals dat bij het oog vaak verrassend goed mogelijk is gebleken.

Een ander systeem dat echter de naam pseudo-systeem verdient is ook gebaseerd op intensiteitsverschillen, n.l. *frequentieafhankelijke*. Met behulp van meer of minder brede filters kan men bepaalde frequentiegebieden sterker toevoeren aan een daartoe bestemde luidspreker en hopen, dat bepaalde muziekinstrumenten zich hierin laten vangen. De moeilijkheid hierbij is dat de inslinger-verschijnselen steeds een belangrijke richtingsgewaarwording veroorzaken, en dat deze zich voor welhaast alle instrumenten in het hoge frequentiegebied bevinden. Het systeem vereist echter geen extra kanaal, doch de richtingsafbeelding is op geen enkele wijze gebonden aan het origineel. Bewegingen van geluidsbronnen kunnen evenmin worden overgebracht, welke juist bij hoorspelen, opera en operette zulke verrassende effecten kunnen geven.

In principe kunnen dus alleen stereomicrofoons de werkelijke onderlinge richtingen van geluidsbronnen overbrengen en hiervan is de nagalm, die uit immers alle richtingen komt, stellig niet te verwaarlozen.

Schakelmogelijkheden met stereo-microfoons.

Wanneer we bij de stereofonie niet alleen de genoemde dubbel-microfoons, doch tevens gewone enkelvoudige gebruiken, dan is het mogelijk met deze laatste microfoon reeds over twee kanalen een eenvoudige richtingsweergave te bereiken. Bepaalde microfoons worden dan aan kanaal *I* gekoppeld, anderen aan kanaal *II*, terwijl nog weer andere microfoons in een bepaalde verhouding worden verdeeld over beide kanalen.

Deze manier geeft echter in geen van de kanalen een compatibel signaal; wel kan men dat door een eenvoudige additieschakeling bereiken, doch dit is voor de radio-omroep niet mogelijk, zonder reeds over de ontvangst van de twee kanalen te beschikken. Toch kan men ook voor de omroep van gewone microfoons gebruik maken, welke alle in de vereiste onderlinge

verhouding voor een goede muzikale balans in het compatibele kanaal (M) worden gemengd. Per microfoon kan men namelijk elektronisch een signaal $S' = aM$ afleiden, waarin a een reëel getal is tussen -1 en $+1$. Al deze S' signalen van de opgestelde microfoons worden tenslotte gezamenlijk via een S kanaal overgedragen. De ontvanger van het M kanaal geeft een volkomen

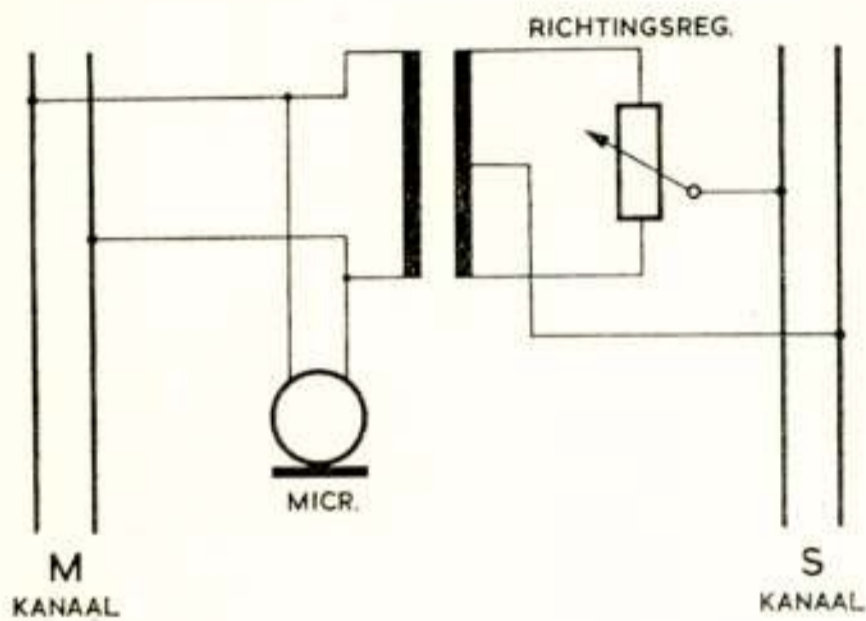


Fig. 3

Schakeling van een richtingsregelaar.

compatibel geluid, terwijl indien beide kanalen worden ontvangen, additie en subtractie een linker (L) en rechter (R) signaal opleveren. Voor een bepaalde microfoon ontstaan zodoende:

$$L = M + aM; R = M - aM.$$

De intensiteitsverhouding

wordt hierdoor $\left(\frac{1-a}{1+a}\right)^2$;

m.a.w. met een eenvoudige regelaar in de studio is de

schijnbare richting voor iedere microfoon afzonderlijk instelbaar.

De eenvoudigste schakeling voor de *richtingsregelaar* r is b.v. zoals weergegeven in fig. 3.

De groep van instrumenten voor iedere microfoon heeft hiermede een afbeeldingsrichting verkregen en een totale opbouw van een uitgebreid ensemble is mogelijk, zonder rekening te behoeven houden met de totale orkestopstelling. Iedere groep daarentegen heeft op zichzelf *geen* spreiding of *breedte*, zij convergeert met de nagalm als een scherpe lijn in het afbeeldingsvlak. Men zou dit kunnen ondervangen door meerdere microfoons op te stellen, doch dan wijkt men weer af van de compatibiliteit. Een betere oplossing verkrijgt men door op deze plaats dan een dubbel-microfoon op te stellen. Men heeft twee soorten van dubbel-microfoons, n.l. $M-S$ en $X-Y$ microfoons, waarvan de eerste de compatibiliteit wel duidelijk aangeeft. De M -sectie is in deze microfoon-combinatie n.l. de normale microfoon met een grote gevoeligheid in de richting van de muziekinstrumenten, terwijl de S -sectie een microfoon is met 8-vormige richtkarakteristiek, waarvan de nulrichting samenvalt met de hoofdrichting van de M microfoon. De andere combinatie ($X-Y$) bevat microfoons, welke hoofdrichtingen naar links en rechts bezitten, zoals aangegeven in fig. 4. Welk type te zijner tijd het meest

toegepast zal worden, is nog een open vraag. Het type $X-Y$ heeft het grote voordeel, dat de richtwerkingen van beide systemen onderling gelijk zijn en dat over het gehele audio-frequente gebied kunnen blijven. Ook de frequentiekaracteristieken

behoeven onderling niet te verschillen, voorzover de serie-productie van één type microfoon dit toelaat.

Door elektrische optelling en aftrekking van een $X-Y$ microfoon verkrijgt men $M-S$ signalen, zoals geleverd door een $M-S$ microfoon, zodat we voorlopig kunnen aannemen slechts met $M-S$ microfoons te doen te hebben.

Van het M signaal alleen kan ook nu een S' signaal worden afgeleid ($S' = aM$), maar bovendien kan het S signaal van de S -sectie zelf worden toegevoegd. Deze superpositie $S' + S$ kan tenslotte aan het S kanaal, tegelijk met dat van andere dubbel-microfoons, worden toegevoerd. De sterkte van het S signaal van één microfoonplaats geeft nu een zekere *breedte* aan de in-

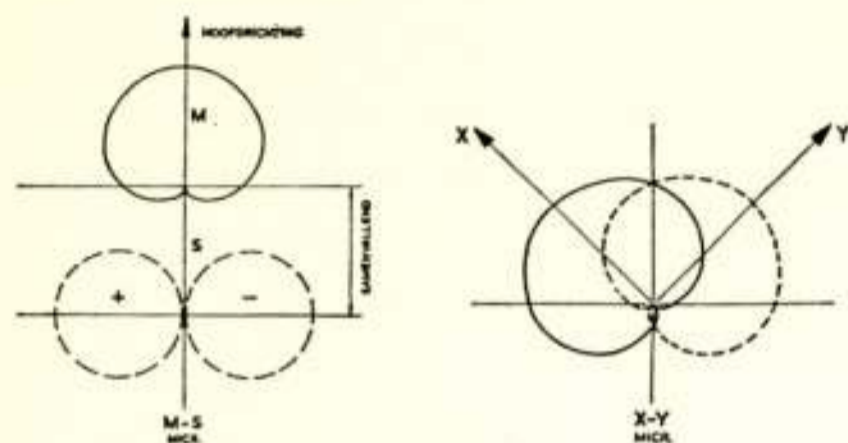


Fig. 4
Stereo-microfoons.

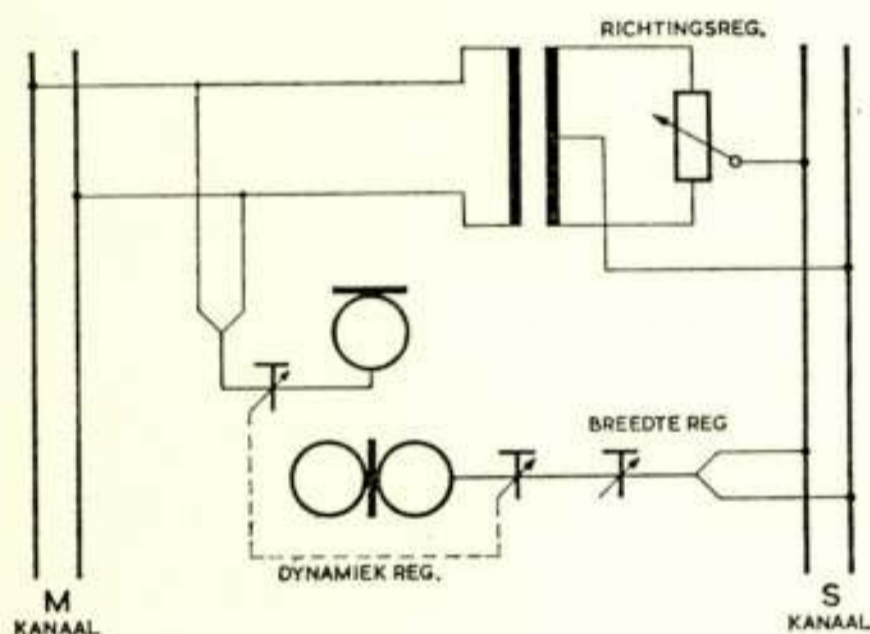


Fig. 5
Richting- en breedteregeling met een
 $M-S$ microfoon.

strumentengroep en haar nagalm, terwijl het S' signaal de *gemiddelde richting* aangeeft.

Een eenvoudige schakeling, die beide regel-mogelijkheden bevat is aangegeven in fig. 5.

Om een $X-Y$ microfoon aan te sluiten aan een schakeling, die voor de radio-omroep, volgens een M en S systeem moet worden opgebouwd, kan een brugschakeling worden toegepast (fig. 6), waarop de gewone breedte- en richtingsregelingen kunnen worden toegepast.

Ook is het mogelijk in één brugschakeling van $X-Y$ microfoons te komen tot M en gemodificeerde S signalen (fig. 7).

Hierbij beïnvloeden beide regelaars elkaar wel, doch automatisch voorkomt men 'overdreven' effecten, zoals volle breedte bij een geheel linkse of rechtse gemiddelde richting. Met de breedte-regelaar wordt een afbeeldingshoek-bereik geforceerd,

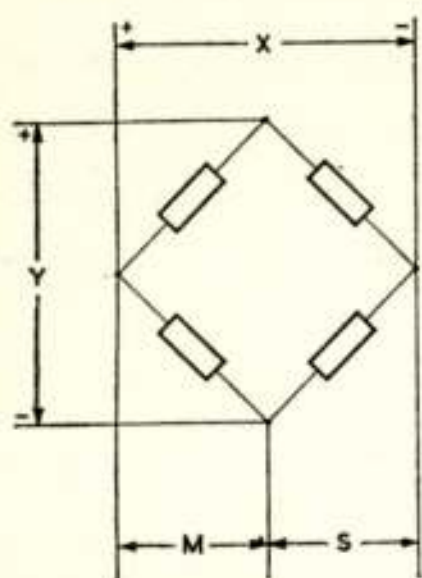


Fig. 6

Conversie van X - Y microfoon in M - S signalen.

terwijl de gekoppelde richtingsregelaar bepaalt waar, binnen dit bereik, de gemiddelde richting zich bevindt; de breedte komt dan tevens niet buiten het gestelde bereik. Geheel linksom of rechtsom gedraaid wordt de grens van het bereik verkregen, uiteraard zonder breedte. Men zou deze regeling dus een *perspectief*-regeling kunnen noemen, in tegenstelling tot de onafhankelijke breedte- en richtingsregeling van het vorige schema dat met *panorama*-regeling zou kunnen worden betiteld (fig. 5).

Staat de richtingsregelaar in fig. 7 geheel links of rechts en verandert men de breedte-regelaar, dan blijft het beeld zonder breedte

doch verschuift overeenkomstig de linker of rechter rand van de ingestelde breedte. Vandaar de dubbelzinnige benaming in het aangegeven schema.

Andere bereikbare effecten.

Het is vanzelfsprekend, dat alle effecten, zoals galm en frequentie-correctie, gehandhaafd kunnen blijven voor het M kanaal, zoals dit steeds wordt toegepast.

Met frequentie-correctie moet men voorzichtig zijn, omdat tevens ook de fasekarakteristiek wordt gewijzigd, zodat optelling en aftrekking met bijbehorende S signalen foutief kan geschieden.

Filters zullen dus in beide kanalen of in beide microfoon-secties gelijktijdig moeten worden ingeschakeld. Behalve de natuurlijke

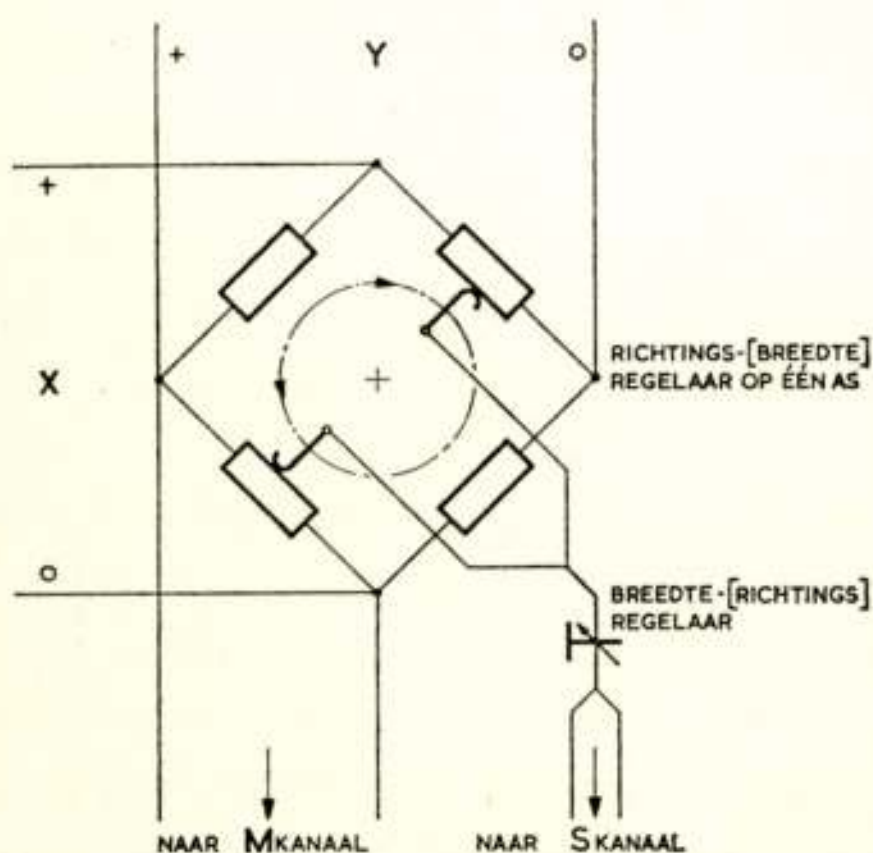


Fig. 7

Breedte- en richtingschakelaar van een X - Y microfoon.

nagalm kan ook extra galm worden toegevoegd. Dit signaal kan op vele manieren worden verkregen, zoals b.v. met een veraf in de zaal opgestelde gewone microfoon, een galmkamer, stalen galmplaat, magnetfoon, etc. Steeds is echter het galm-signaal weer als een afzonderlijke M bron te beschouwen, omdat de fase-relatie met het originele signaal nagenoeg als chaotisch is te beschouwen. Zo draait de fase-karakteristiek in een ruimte per Hz gemiddeld $-0,45 T$. radialen, waarin T de nagalmtijd in sec. voorstelt. Neemt men $T \approx 3$ sec. dan wordt

$$\overline{\frac{d\varphi}{df}} \approx -1,35 \text{ rad}/Hz = -77^\circ/Hz.$$

Op deze gemiddelde rotatie zijn grote afwijkingen mogelijk, afhankelijk van de statistische eigenschappen van de ruimte. Het is daarom mogelijk dit M -galm signaal weer geheel te behandelen als een M microfoon, m.a.w. apart weer richting te geven en deze los te kiezen van de gekozen originele microfoonrichting. Natuurlijk zou ook een dubbel-microfoon kunnen worden opgesteld, voorzover met een galmruimte wordt gewerkt, doch dit heeft minder zin, omdat langs andere weg wel zeer veel breedte kan worden gegeven.

Een afzonderlijke galmmicrofoon, op enige afstand van de zojuist besprokene, geplaatst in dezelfde ruimte, levert n.l. wederom een fase-vrij signaal op. Deze verkregen galm kan n.l. in het S kanaal worden geïnjecteerd, hetgeen betekent, dat dit signaal in tegenfase wordt uitgestraald door de twee luidsprekers; er is n.l. geen fase-gecorrleerd M signaal voorhanden, zodat voor alle frequenties tegelijkertijd de tegenfase van deze galm aanwezig is. Zou men deze tegenfase-signalen inderdaad aan de oren toevoeren, dan lokaliseert men dit in een richting, waarvoor ook langs natuurlijke weg tegenfase zou bestaan. Er is maar één 'richting' waarvoor dit klopt, n.l. in het hoofd zelf; immers bij iedere andere richting is er alleen maar één (of enkele verspreid liggende) frequentie(s) te vinden, waarvoor de tegenfase-relatie bestaat, doch nimmer voor alle frequenties tegelijkertijd. Hoewel met luidspreker-weergave in een toch steeds belangrijk reflecterende ruimte dit effect sterk verandert, blijft het niettemin duidelijk waarneembaar; hiermede heeft men dus een mogelijkheid galm van alle zijden te simuleren, los van de eventueel toegevoegde M galm voor het normale en compatibele kanaal.

De meest belangrijke effecten zijn hiermede aangeduid doch stellig zijn meerdere mogelijk, zonder de normale procedure in het M kanaal aan te tasten.

Een wel zeer belangrijke stereo-programmabron is de grammofoonplaat, welke beschouwd kan worden als een X - Y microfoon. De meeste pick-ups geven n.l. twee signalen, opgetekend in de respectievelijke groefwanden. Met een brugschakeling is deze bron echter terug te brengen tot M en S signalen, waarna zelfs nog effecten kunnen worden toegevoegd, gemiddelde richting en/of breedte van het totale geluidsbeeld kan worden gemodificeerd.

De transmissie van stereo-signalen.

Zien we af van pseudo-stereo systemen, dan is voor compatibele-stereofonie overdracht, een extra audiefrequent kanaal nodig, dat wat amplitude- en fase-karakteristiek betreft, gelijk is aan het hoofdkanaal. Het extra kanaal kan op vele manieren worden gevonden, maar attractief is vooral een oplossing, die geen of nauwelijks meer h.f. bandbreedte vraagt dan het M kanaal reeds bezit. Hier zijn *gecodeerde* systemen berustende op de verschillen van de omhullenden van linker en rechter kanaal direct al in het voordeel. Men kan een hulp-draaggolf juist boven het hoorbare gebied AM moduleren, zodat met een 200 Hz bandbreedte volstaan kan worden. De consequenties voor regelversterkers etc. voor de ontvangst zijn echter niet te onderschatten. Ook het benutten van linker- en rechter zijband van een AM -zender is theoretisch te overwegen en zou zelfs compatibel kunnen zijn.

Meer perspectief bieden echter systemen bij de FM -zenders: men kan b.v. de h.f. draaggolf tegelijkertijd AM en FM moduleren; of ook op een 'sub-carrier' het S signaal moduleren (zowel AM als FM) en de som normaal FM moduleren. De eerste mogelijkheid geeft in het normale FM kanaal sterke overspreking van het S kanaal, omdat de steilheid der nuldoorgangen beïnvloed wordt door de AM modulatie. Men kan deze invloed compenseren door eerst de amplitude-modulatie te detecteren en vervolgens het totale h.f. signaal nogmaals met het gedetecteerde signaal in tegenfase AM te moduleren. Daarna kan FM discriminatie volgen. Dit systeem is echter niet compatibel en buiten discussie. (Zie fig. 8).

Het 'sub-carrier' systeem geeft verreweg de beste vooruit-

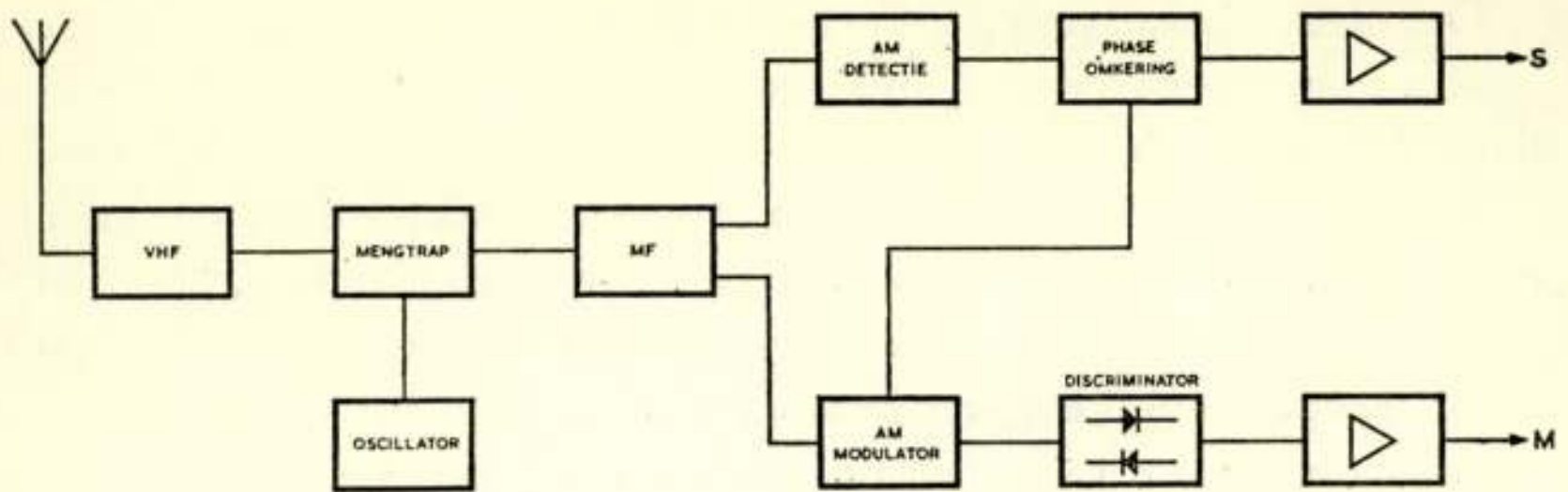


Fig. 8

Ontvangschakeling van een *AM* en *FM* gemoduleerd signaal, met onderdrukking van het overspreken.

zichten en hiervan zal alleen een z.g. dubbel-*FM* systeem besproken worden.

De principiële opbouw van zend- en ontvangedeelte zijn hierbij zoals aangegeven door Crosby: (fig. 9).

De totale deviatie van 75 kHz moet nu verdeeld worden over het *M* signaal en het gemoduleerde *S* signaal, waarbij het om twee redenen voordelig is, het gemoduleerde *S* signaal zo klein mogelijk te kiezen. In de eerste plaats wordt de dynamiek van het *M* signaal dan het minst aangetast, doch bovendien blijft het hoogfrequent-spectrum het beste binnen de toegelaten bandbreedte van 150 kHz. Voor de ongemoduleerde hulp-draaggolf worden de sterkten van de v.h.f. zijbanden $J_n \left(\frac{\Delta \omega_h}{\mu_h} \right)$, de n^{de} Besselfunctie van het argument $\frac{\Delta \omega_h}{\mu_h}$ ($\Delta \omega_h =$ deviatie door de hulp-draaggolf, $\mu_h =$ cirkelfrequentie hulp-draaggolf).

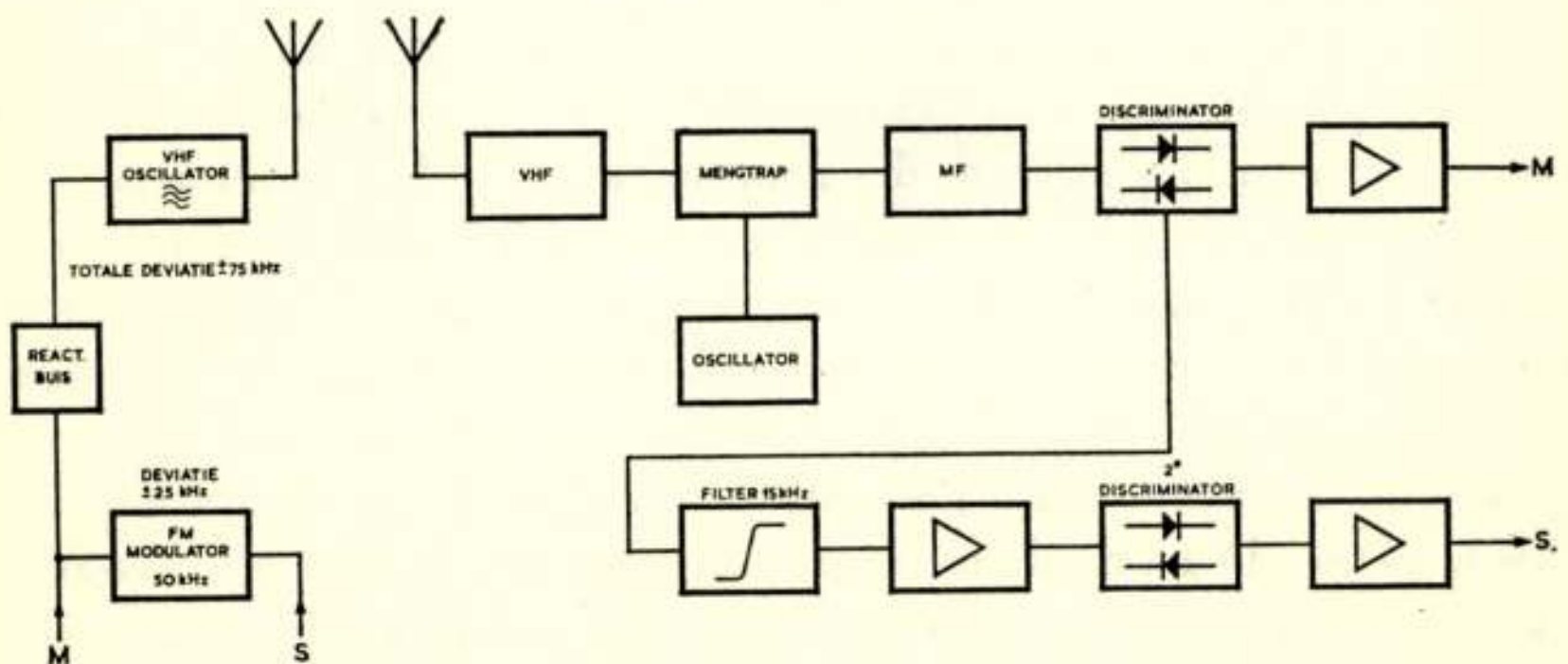


Fig. 9

Principe van een zgn. dubbel *FM* systeem aan zend- en ontvangzijde.

Een praktisch toelaatbaar compromis werd gevonden in de volgende waarden $\mu_k = 2\pi \cdot 50 \text{ kHz}$, $\Delta\omega_k = 2\pi \cdot 20 \text{ kHz}$.

De zijband van 100 kHz ($n = 2$) wordt dus $J_2\left(\frac{20}{50}\right) \approx 0,02$; wordt de hulp-draag golf gemoduleerd, dan wordt deze waarde nooit bereikt in dit zijband-gebied, omdat het argument kleiner wordt en de Besselfunctie eveneens. Voor 150 kHz naast de h.f. draag golf wordt de relatieve spectrum-amplitude hoogstens gelijk aan $J_3\left(\frac{20}{50}\right) \approx 0,0013$.

Ook het normale *FM* signaal heeft stralingscomponenten buiten de band van $\pm 75 \text{ kHz}$; deze zijn op de rand gegeven

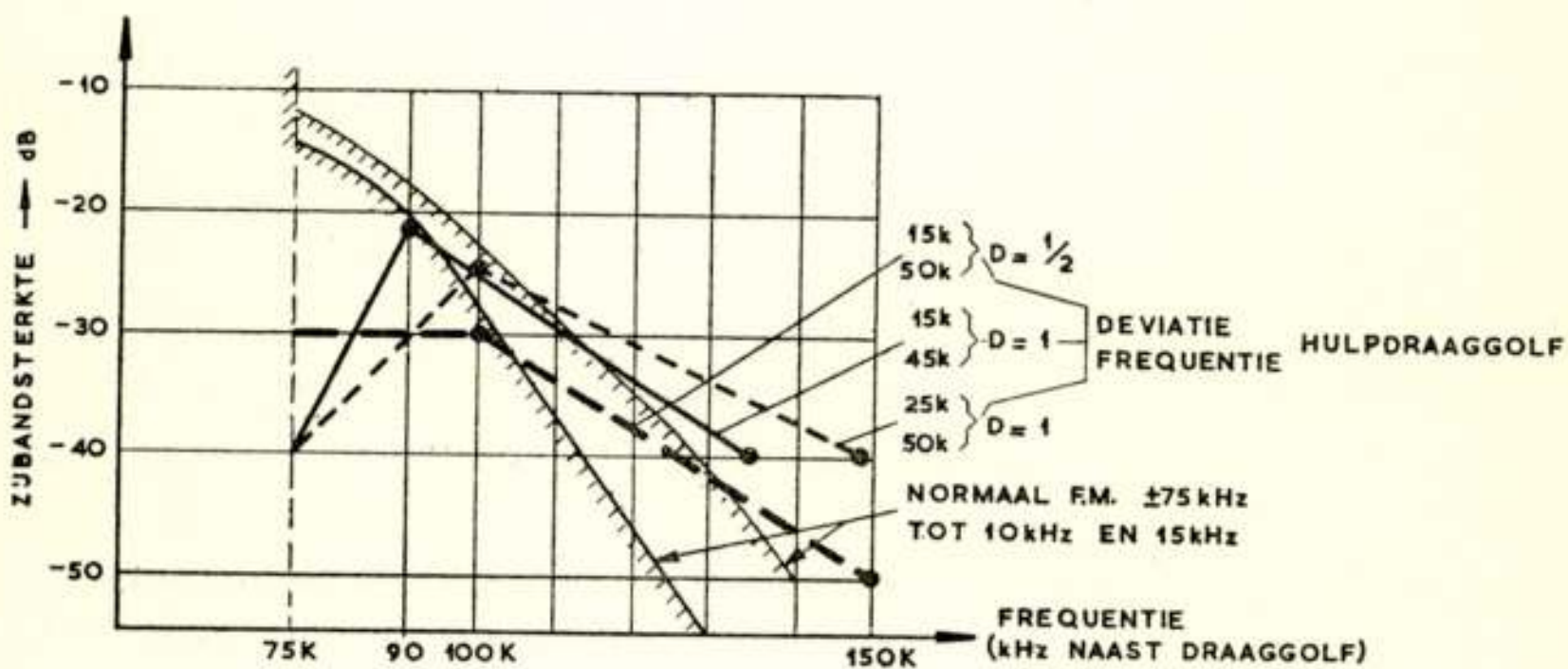


Fig. 10

Zijbandsterkte van Duplex *FM* systemen voor diverse hulp-draag golf frequenties en deviaties hiervan. De grootte D is de verhouding van de deviaties van S en M kanaal op de hoofd-draag golf.

door $J_n(n) \approx 0,25$ voor $n = 5$, de laagste waarde van n (n.l. $\frac{75 \text{ kHz}}{15 \text{ kHz}}$) welke mogelijk is en die de sterkste zijband oplevert. Voor $\pm 100 \text{ kHz}$ vanaf de draag golf wordt de zijbandsterkte hoogstens gegeven door $J_7(5) \approx 0,05$, hetgeen zelfs nog ruim 6 dB meer is dan de zijbandsterkte t.g.v. de hulp-draag golf, zie fig. 10.

Het M signaal kan tengevolge van de reeds benutte 20 kHz deviatie nog met 55 kHz worden gedeveerd, hetgeen een factor $0,73$ of $2,7 \text{ dB}$ minder bedraagt dan normaal. Dit betekent weliswaar een theoretisch verminderde dynamiek voor het M signaal, doch het effectieve werkgebied van de zender blijft

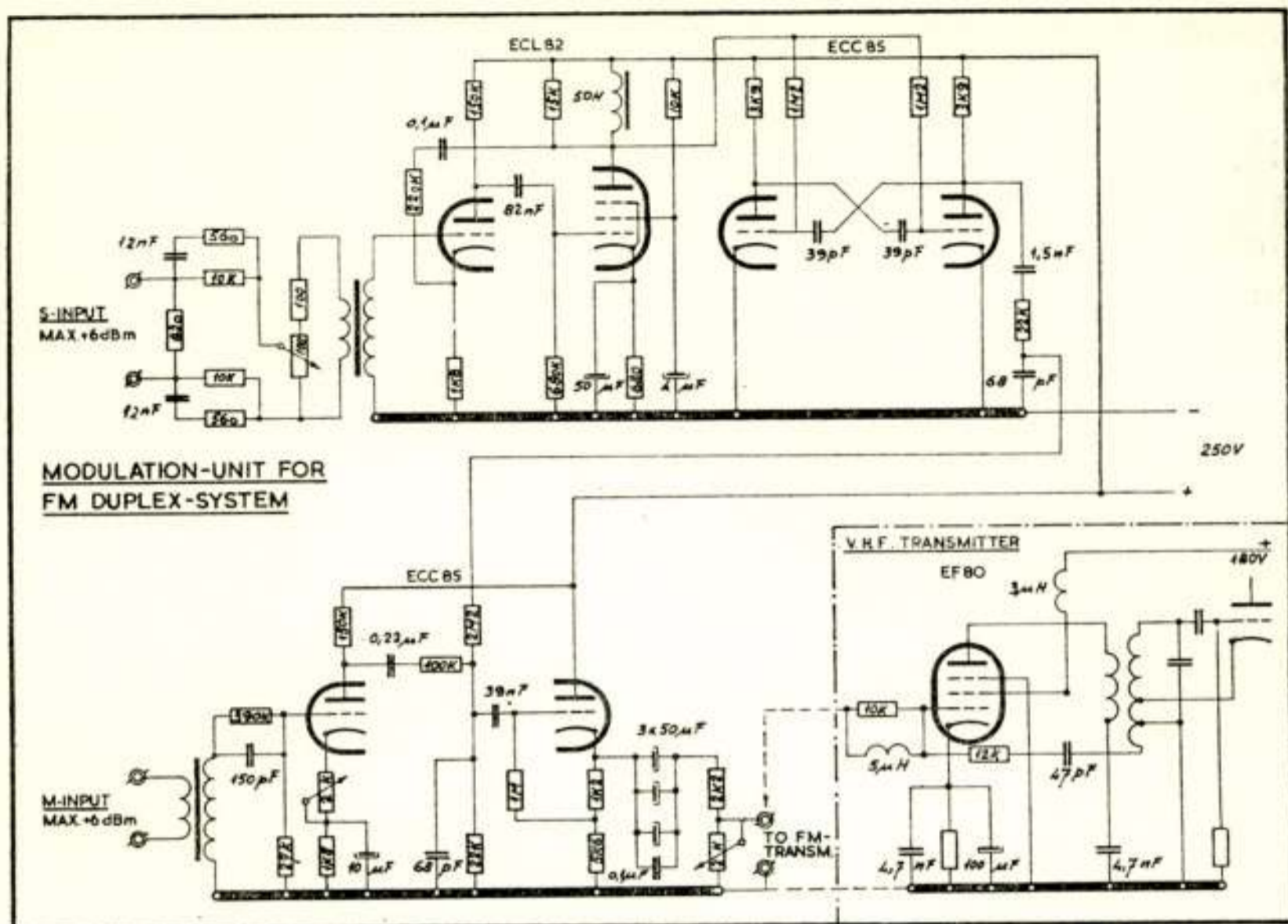


Fig. 11

Modulatie-schakeling voor een *FM*-duplex systeem.

geheel behouden. De h.f. draaggolf-amplitude blijft immers geheel dezelfde, zodat de begrenzende werking en onderdrukking van storingen gehandhaafd blijft. De veldsterkte, die volgens het CCIR in het werkgebied moet heersen, is $50 \mu V/m$, waarbij geen enkele locale stoorbron aanwezig mag zijn. Is dit laatste wel het geval, dan zijn 'veiligheidsfactoren' van 5, 20 en 60 noodzakelijk in resp. landelijke, stedelijke en groot-stedelijke omgeving. Met de huidige ontvangers zijn dan theoretisch dynamieken bereikbaar van 70 à 80 dB, waarvan echter hoogstens 60 dB effectief gebruikt kan worden. Reeds in de studio's (geluid van luchtbehandeling, microfoons, magnetofoons) kan een grotere dynamiek niet worden aangehouden, zodat een theoretische reductie van de signaal/ruisverhouding zelfs van ≈ 15 dB in het 'officiële' werkgebied van de zender niet een merkbare achteruitgang behoeft te betekenen.

Buiten het werkgebied of bij zeer abnormale storingen, waar gewone *FM* ontvangst al reductie van de effectieve dynamiek geeft, wordt de achteruitgang van ≈ 3 dB in het hoofdkanaal en de dynamiek vermindering in het secundaire kanaal, direct in volle omvang merkbaar.

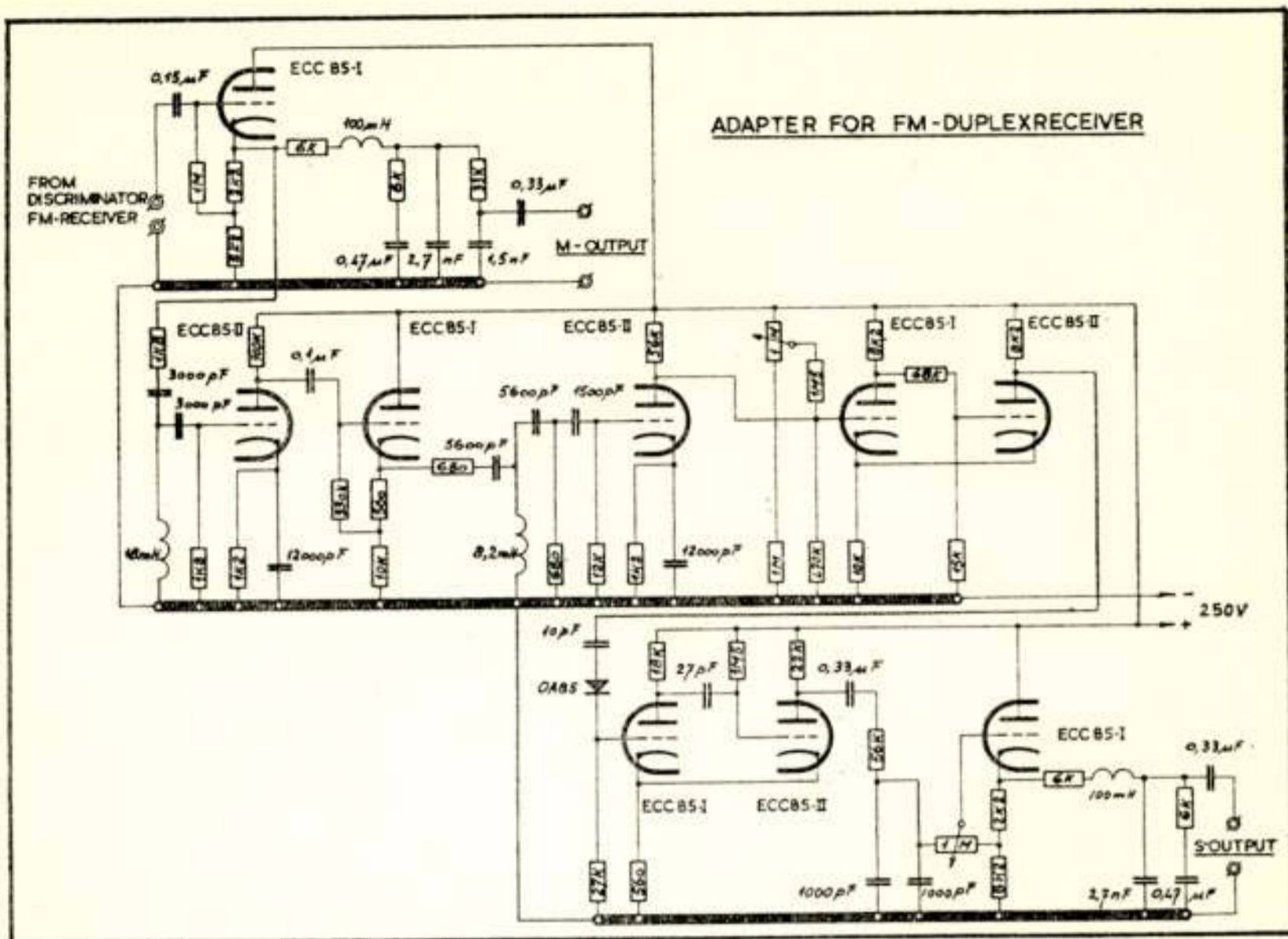


Fig. 12

Toe te voegen schakeling voor een *FM*-duplex ontvanger.

De schakeling van het *FM*-duplex systeem.

Het schakelschema is in fig. 11 aangegeven voor het totale modulatie-signaal. De eerste twee trappen (*ECL* 82) voor het secundaire signaal bevatten een pré-emphasis van $120 \mu \text{ sec}$ (thans $50 \mu \text{ sec}$) en de anodespanning van de tweede buis wordt geleid naar de multivibrator *ECC* 85, welke positieve rooster-voorspanning verkrijgt. Het is bekend¹⁾, dat deze modulatiemethode zeer lineair werkt en direct volle deviatie van $\pm 25 \text{ kHz}$ (thans $\pm 15 \text{ kHz}$) met een draaggolfrequentie van 50 kHz kan opleveren. Om de bandbreedte van deze 'square-wave' te beperken, is een eenvoudig *R-C* filter voldoende om een nage-noeg sinusvormig signaal te verkrijgen, met een bandbreedte van ongeveer $25\text{-}75 \text{ kHz}$.

Superpositie van *M* en gemoduleerd *S* signaal is normaal verkregen d.m.v. een kathode-volger en het totale signaal wordt geleid naar de reactantie-buis van de *FM*-zender. Voor een

¹⁾ Bertram: The degenerative positive-biased multivibrator. Proc. IRE - Febr. 1948.

goede separatie van S signalen in het M kanaal is een beperking van het frequentie-gebied van het gemoduleerde signaal aan de onderzijde noodzakelijk.

Bij de *ontvanger* (fig. 12) wordt het signaal van de discriminator gescheiden in het M signaal d.m.v. een eenvoudig de-emphasis filter, terwijl het gemoduleerde S signaal via enkele hoogdoorlaat filters en versterkertrappen wordt gevoerd naar een bi-stabiele multivibrator. Deze produceert een 'square-wave' spanning, gesynchroniseerd met het f.m. gemoduleerde hulp-draaggolf signaal. Vervolgens wordt deze kanteelspanning gedifferentieerd en enkelzijdig gelijkgericht door een R, C en diode serie-circuit. De gelijkgerichte positieve pulsen worden in de volgende dubbel-triode *verlengd*, welke schakeling als monostabiele multivibrator is uitgevoerd. Iedere puls wordt daarvoor verlengd tot dezelfde tijdsduur, bepaald door de RC tijdconstante in de buis-koppeling.

Deze tijd is zo gekozen, dat de hoogste momentele frequentie nog geen overlapping geeft, waardoor de uitgangsspanning de grootst mogelijke laagfrequent informatie bevat als gemiddelde waarde van de anode-spanning.

Dé-emphasis van $120 \mu\text{sec}$ (thans $50 \mu\text{sec}$) en impedantie-transformatie wordt door de laatste triode bewerkstelligd, zodat een spanning van 2 Volt over een impedantie van 200Ω resulteert.

Eigenschappen van het duplex systeem.

Het detectie-systeem heeft een uitstekende begrenzendende wer-

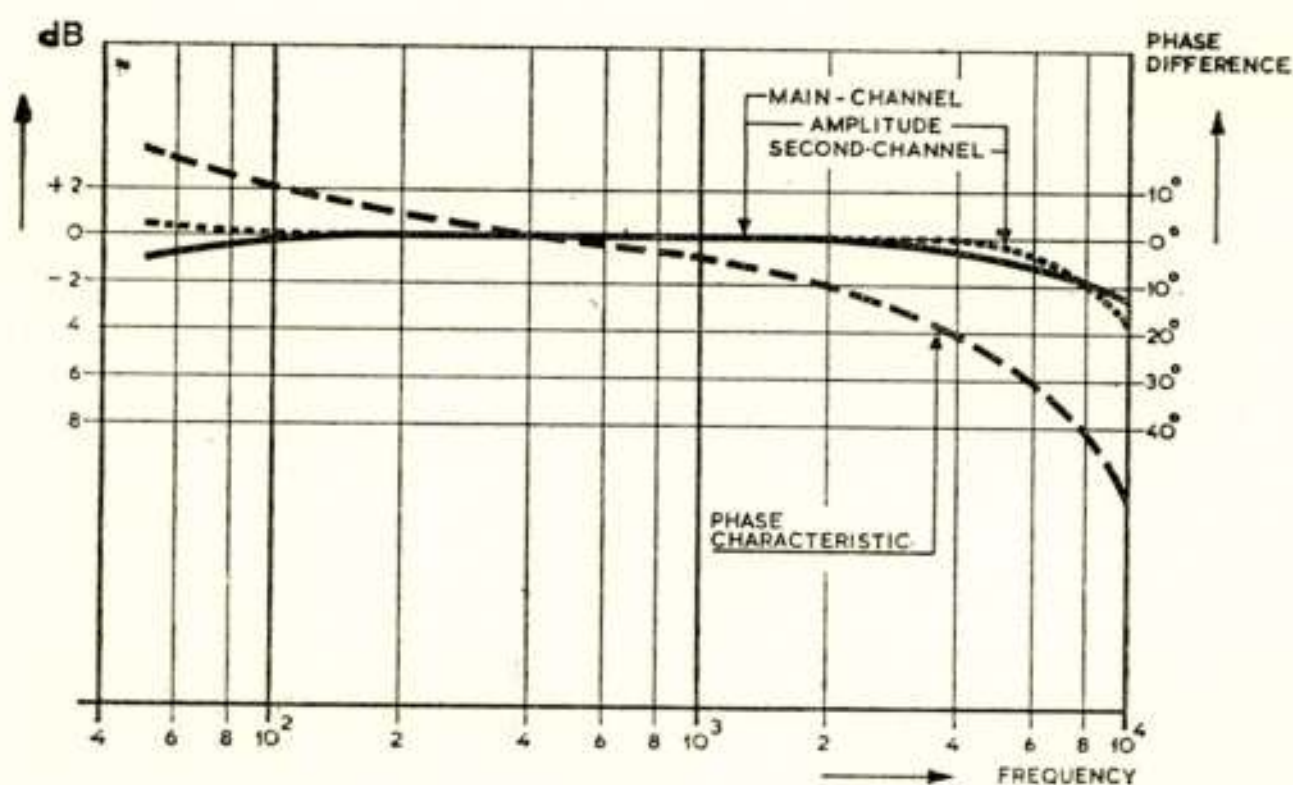


Fig. 13

Amplitude- en onderlinge phase karakteristiek van FM -duplex-kanalén.

king, omdat het binnenkomende signaal alleen werkt als synchronisatie-middel; verder is de lineariteit van het geheel bijzonder groot. Een intermodulatie-distorsie van 0,3 % werd gemeten voor frequenties van 100 Hz en 2000 Hz in een verhouding van 4 : 1. Harmonische vervorming voor 1000 Hz bedroeg 0,25 %, welke cijfers zo laag zijn, dat er geen figuur aan behoeft te worden toegevoegd. Ook de lineaire vervorming is uiterst gering, zodat een overdracht tot 10 kHz kan worden verkregen, zonder noemenswaardige fase-draaiingen (zie fig. 13).

Dit is zeer belangrijk voor compatibele systemen, omdat bij de ontvanger eerst de linker- en rechtersignalen kunnen worden geformeerd door optelling en aftrekking. Denkt men zich een origineel signaal alléén in het linkerkanaal, zodat M en S signalen gelijk zijn in fase en amplitude, dan geeft een faseverschil φ een verhouding, van gerecombineerde linker- en rechtersignalen, gegeven door $\text{tg } \varphi/2$.

Moduleert men een hulp-draaggolf in *amplitude*, dan zal na de eenvoudiger detectie de scheiding van deze *lage* draaggolf-frequentie moeilijk zijn zonder fase-verschuivingen te introduceren of de frequentieband te beknotten.

In principe is de scheiding van M en S kanaal tot iedere waarde op te voeren, echter is dit reeds bij de gegeven schakeling meer dan voldoende voor stereofonische overdracht. In fig. 14 zijn de gemeten waarden uitgezet, alsmede de signaal-ruisverhoudingen per octaafbreedte.

Proefuitzendingen hebben bovendien aangetoond, dat twee

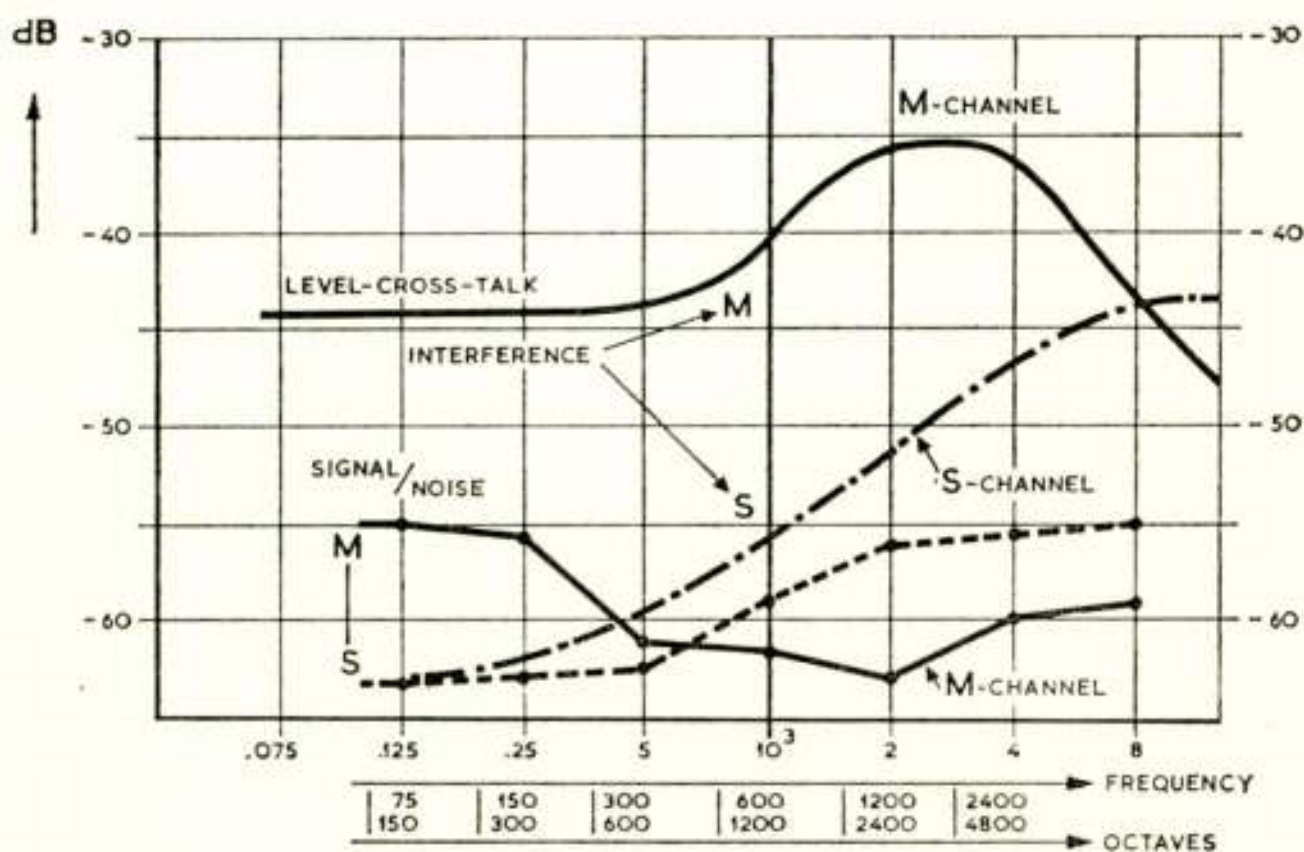


Fig. 14

Overspreken en signaal ruisverhouding voor een *FM*-duplexsysteem.

verschillende programma's over één *FM*-zender zonder bezwaar kunnen worden uitgezonden, hetgeen mogelijkheden opent voor meer-talige landen, een derde Hilversum-programma, gesproken ondertitels bij films etc.

Conclusie.

Met de besproken technische schakelingen is het mogelijk, om met handhaving van een volledige compatibiliteit, zowel in de studio alsook over het *FM* zendernet, een stereo-programma te kunnen samenstellen en uit te zenden.

Of het publiek deze mogelijkheid zal appreciëren en op grote schaal zal overgaan tot aanschaffing van 'adapters' of nieuwe ontvangers teneinde deze programma's volledig te kunnen ontvangen, is een vraag, die door vele omstandigheden wordt beïnvloed.

Een eerste voorwaarde zal zijn, dat inderdaad deze programma's in enige omvang aanwezig zijn, waarbij de stereogrammofoonplaat reeds baanbrekend werk kan verrichten. De industrie zal de technische outillage ter beschikking moeten hebben, hetgeen sterk bevorderd zal kunnen worden, indien er een standaardisatie op dit transmissie-gebied zal zijn bereikt.

In hoeverre de mogelijkheid van een afzonderlijk programma over het duplex-kanaal wordt aangegrepen, is eveneens een open vraag.

Resumerend kan men zeggen dat, technisch gesproken, stereofone overdracht over één enkele *FM* zender mogelijk is. De studio-techniek kan zodanig worden gecompleteerd dat geen enkel artistiek bezwaar tegen de invoering kan worden gemaakt.

Stereofonische Registratie.

door J. L. Ooms *)

Voordracht gehouden voor het Nederlands Radiogenootschap en de
Geluidstichting op 5 februari 1959.

Summary

A historical and general review on the subject of stereophonic recording is followed by a treatment of typical problems inherent to the magnetic tape and disk type of record.

Constructional details of multitrack magnetic recording systems as well as of two track disk cutters are given and a number of theoretical and practical aspects is discussed.

1. Historische Inleiding.

Als spreker over stereofonische registratie zou ik schromelijk te kort schieten indien ik U uitsluitend zou confronteren met de wetenschappelijke en technische aspecten van dit onderwerp. Het is namelijk zeer verhelderend om enige indruk te krijgen van de omstandigheden, die tot deze techniek geleid hebben, alsmede van de redenen die hetzij in positieve hetzij in negatieve zin hebben bijgedragen tot de toepassing van de stereofonische registratie en dus in principe tot de stereofonische waarneming anders dan onder natuurlijke directe luistercondities.

Omstreeks het midden van de 19e eeuw liet men reeds zijn gedachten gaan over de redenen waarom het menselijk auditieve orgaan in tweevoud was uitgerust. Aangezien het gehoororgaan, afgezien van de signalering van externe noodzakelijke informaties met betrekking tot de omgevingssituatie, direct in verband kan worden gebracht met het begrip, dat wij heden ten dage met „communicatie” aanduiden, rees de vraag waarom de mens wel is uitgerust met 2 oren (analoog met vele andere organen)

*) N.V. Philips' Phonographische Industrie, Baarn.

doch slechts met één mond. Het antwoord op deze vraag zal wel nooit gegeven worden, maar de gedachtengang wijst duidelijk op het feit, dat aan het „ontvangen” psychologisch een hogere waarde werd toegekend dan aan het „zenden”. Uit de aard der zaak is deze stelling hiermede niet bewezen. Opvallend is echter, dat de oudste gegevens omtrent elektrische transmissie van muzieksignalen teruggaan tot 1881, waarbij als bijna vanzelfsprekend gebruik werd gemaakt van 2 kanalen. Hospitalier¹⁾ beschrijft een installatie, waarmede het toneelgebeuren van de Opera te Parijs werd getransmitteerd over een zekere afstand. Deze installatie omvatte 2 microfoons, geplaatst aan tegenovergestelde zijden van het toneel aan de „gever” zijde, met corresponderende „Links”- en Rechts- telefoons voor de luisteraars aan de „ontvangst” zijde.

Het zal vermoedelijk te wijten zijn aan de ontwikkeling van de huistelefoon, dat de invoering van de geluidstransmissie en -registratie daarna zonder veel bedenken „monofoon” verliep. Er volgt althans na de proefnemingen van Hospitalier een periode waarin niemand zich meer verwondert over de ingeslagen weg. In navolging van de telefoon kregen de grammofoonplaat en radio burgerrecht en het duurde tot omstreeks 1930, vóórdat stereofonie opnieuw aan het daglicht kwam. De reden moet vermoedelijk gezocht worden in het feit, dat stereofonische waarnemingen door middel van hoofdtelefoons tot de meest onwaarschijnlijke situaties voor de luisteraar leiden, die volkomen onbevredigend zijn. Hoewel de localisatie en de ruimte-overdracht onder deze luisteromstandigheden optimaal zijn, ondergaat de luisteraar een aantal nevenverschijnselen (o.m. het feit dat bij verdraaiing van zijn hoofd de gehele geluidsbron mede beweegt), die het systeem praktisch onbruikbaar maken.

Hoewel omstreeks 1925 een poging werd gedaan om een meer „ruimtelijk” klinkende weergave te verkrijgen d.m.v. een in de tijd vertraagde herhaling van het monofone signaal tijdens de weergave van grammofoonplaten, bleek het resultaat toch niet voldoende om grote opgang te maken. Het onder de naam „Küchenmeister-Ultraphon” bekende systeem maakte gebruik van 2 aftastnaalden, die op geringe afstand van elkaar dezelfde groef aftastten om via hetzelfde membraan en dezelfde hoorn direkte akoestische energie uit te stralen.

Eerst de toepassing van luidsprekers met een gedefinieerde richtingkarakteristiek maakt stereofonische geluidsoverbrenging in praktische zin mogelijk. Hierop baseert Blumlein²⁾ zich dan

ook in 1931 in zijn beroemde octrooischrift, dat door velen wordt beschouwd als het handboek der stereofonie.

Blumlein legt de basis voor de praktische toepassing der stereofonie volgens het 2-kanaalssysteem en verstrekt in zijn octrooi vele waardevolle theoretische beschouwingen alsmede een groot aantal praktische aspecten. Ondanks dit alles echter blijkt het publiek nog niet rijp te zijn voor het nieuwe product, want de stereoplaten die in 1933 op de markt worden gebracht, hebben géén succes. Wij kunnen ons wel voorstellen, dat hierbij industriële overwegingen een rol hebben gespeeld, aangezien ook 25 jaar later de taak voor de apparatenindustrie om een goede groeftaster voor dit doel te ontwerpen, niet eenvoudig blijkt.

Een volgende informatie biedt ons het octrooi van Keller en Rafuse³⁾ uit 1936, die evenals Blumlein op het idee kwamen om de twee kanalen in één groef niet uitsluitend te gebruiken voor stereofonische registratie, doch tevens voor het vastleggen van verschillende programma's. Nu, ruim 20 jaar later, met vele stereofonische grammofoonplaten op de markt, blijft deze wens nog steeds onvervuld; de overspraak is voor dit doel helaas niet zwak genoeg. Hierover zeg ik U later meer.

In 1940 promoveerde onze landgenoot K. de Boer⁴⁾ op een proefschrift over stereofonie en gaf o.m. naast vele waardevolle informaties inzake het richtinghoren ook een methode aan om 2-kanaalsstereofonie vast te leggen d.m.v. 2 concentrische groefringen die tegelijkertijd op één plaat werden gesneden, in tegenstelling tot de methoden aangegeven door Blumlein en Keller, die beide registraties in één groef onderbrachten door middel van orthogonale bewegingen der snijbeitel.

Het duurde echter weer tot 1952, voordat een publikatie het licht zag, waaruit bleek dat het principe van De Boer praktisch werd toegepast. In Amerika was het Cook⁵⁾ wie de eer toekomt de eerste stereofonische grammofoonplaten met een zeker succes te hebben gelanceerd volgens de methode De Boer, waarbij dus gebruik werd gemaakt van 2 identieke monofone registratiemiddelen, die toen ter beschikking van de industrie stonden.

Het systeem dat in 1940 werd voorgesteld door De Boer, is inmiddels weer verlaten. Aan de weergavezijde veroorzaakte dit systeem nogal wat moeilijkheden en bovendien was de bereikbare speelduur slechts de helft van de monofone uitvoering. Deze zelfde bezwaren kleefden aan hiervan afgeleide systemen, waar bij een bepaalde uitvoeringsvorm de twee registraties ieder

aan één zijde der plaat werden ondergebracht en bij een ander voorstel één plaatzijde werd voorzien van 2 parallel lopende archimedesspiralen. Zoals reeds gezegd, wordt de speeltijd van het beschikbare plaatoppervlak hierdoor gehalveerd en kunnen zich grote moeilijkheden voordoen bij het juist localiseren van de twee weergeefnaaldpunten.

Een herleving van het principe van Blumlein vindt eveneens plaats in Amerika en wel in 1954 met een ontwikkeling van de Bing Crosby Enterprises⁶⁾. De achtergrond hiervan was gelegen in het groeiend succes van het inmiddels geboren magnetische stereoregistratiesysteem, dat uit de aard der zaak niet te kampen had met moeilijk oplosbare elektromechanische problemen.

Weer andere uitvinders baseerden zich op het gebruik van slechts één groef en wilden deze groef uitvoeren met een dubbel profiel, gedeeltelijk b.v. met een hoek van 90° à 100° , waarbin-

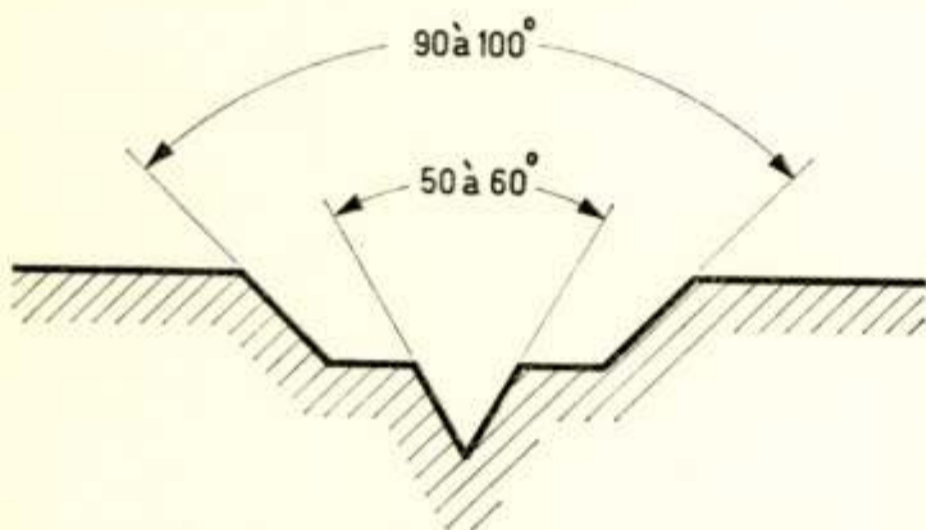


Fig. 1

Door middel van een groef met dubbel profiel kunnen twee signalen worden vastgelegd.

geschieden door twee mechanisch volledig gescheiden naaldpunten, als gevolg waarvan de notaties op enige afstand van elkaar in dezelfde groef moeten worden aangebracht. Aangezien de signalen echter zwak gecorreleerd zijn en zeker geen enkel verband meer zullen vertonen indien de notaties op enige afstand van elkaar plaatsvinden, zal oversnijding van het ene profiel door het andere optreden, tenzij een brede groef en dus speeltijdverlies wordt geaccepteerd.

De pogingen welke in de loop der jaren nog zijn gedaan om het tweede signaal in dezelfde groef met dezelfde beitel te noteren als onderste zijband van een draaggolf (Fig. 2), faalden alle om zuiver technische en kosten-technische redenen. De bijzondere weergeefapparatuur is kostbaar, niet in het minst

nen een profiel met een hoek van 50° à 60° werd gesneden (Fig. 1). Bij enig nadenken blijkt dit systeem, indien het geen speeltijdbeperking medebrengt, praktisch echter onuitvoerbaar. Aangezien beide groefprofielen onafhankelijk van elkaar, zwak gecorreleerde bewegingen uitvoeren, kan de aftasting uitsluitend

wegens de noodzakelijk ingewikkelde scheidingsfilters, zonder welke de bandbreedte van het weer te geven spectrum zodanig

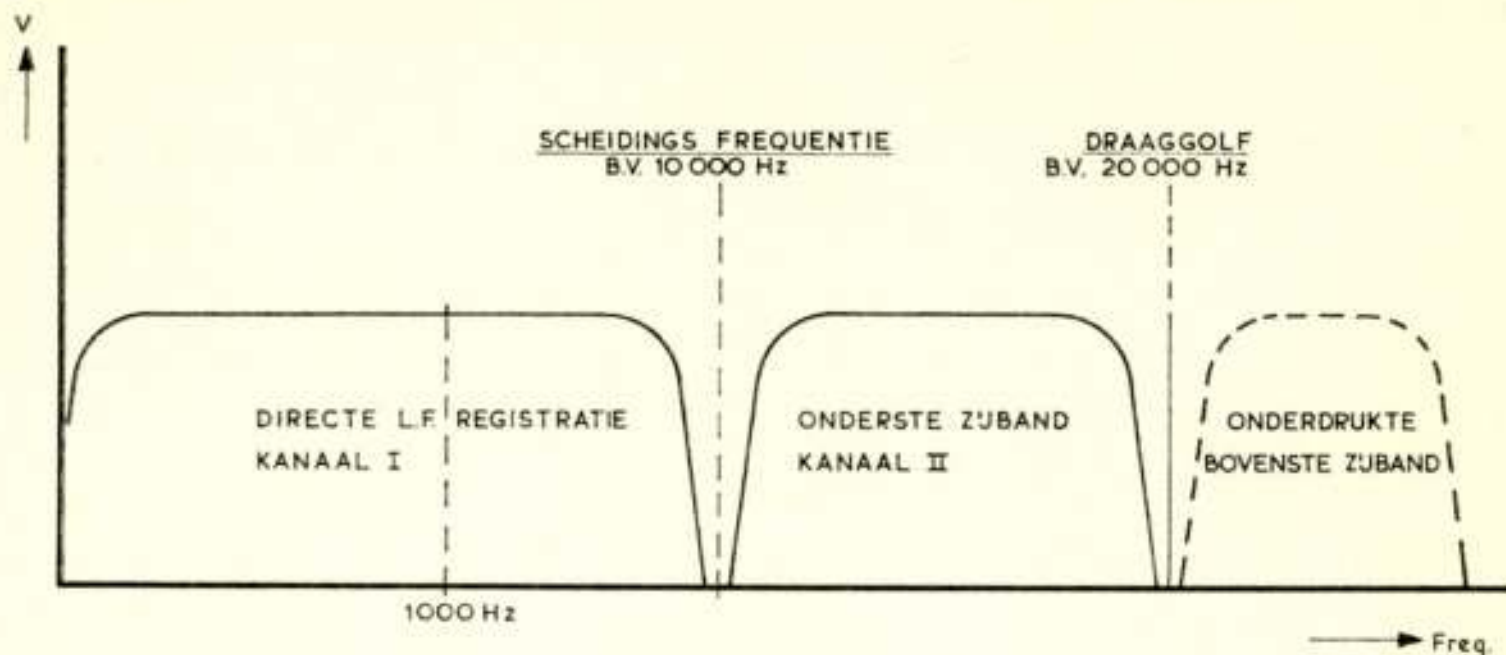


Fig. 2

Het verloop der registratie van het opnamesysteem met supersonische draaggolf en onderdrukte bovenste zijband.

zou worden beperkt, dat het de toets der vergelijking met de monofone weergave niet zou kunnen doorstaan. Bovendien is het technisch zeer moeilijk om grammofoonplaten in groten getale te vervaardigen waarop de vereiste zeer grote bandbreedte gedurende een zeker aantal malen afspelen kan worden gegarandeerd. Verlies van bandbreedte betekent hier namelijk het verdwijnen van één der twee informaties, nodig voor stereofonische weergave.

Betrekkelijk kort hierna werd door verschillende gespecialiseerde industrieën in Europa en de V.S.A.⁷⁾ het complexe probleem van 2-kanaalsregistratie en -reproductie in één groef vlg. Blumlein ter hand genomen. Hoewel de moeilijkheden groot waren wegens de fysische „kleinheden” van de constructie, werd het verwonderlijk snel tot oplossing gebracht. Wij mogen wel aannemen, dat de stereofonische grammofoonplaat (hoewel nog beperkt in zijn mogelijkheden wegens gebrek aan afspeelapparatuur) nu wél zijn weg naar het publiek zal vinden en dat een verdere kwantitatieve uitgroei niet veel meer in de weg staat.

Inmiddels heeft de ontwikkeling van de magnetische registratie niet stil gestaan. Er is momenteel in Amerika een uitvoeringsvorm in de handel gebracht, waarin het magnetisch band wel bijzonder effectief wordt benut⁸⁾. Onder toepassing van een bandsnelheid van 9,5 cm/sec en 4 sporen op één band met een totale breedte van 6,25 mm is het mogelijk praktisch dezelfde speeltijd als van een stereofonische 30 cm-grammo-

foonplaat onder te brengen in een cassette van ca. 18 x 12 x 1 cm. Deze vorm maakt het gebruik van het band bijzonder eenvoudig en aantrekkelijk. Een speciaal afspeelapparaat hiervoor is echter een vereiste. Ook voor dit registratiemedium wordt dus op het ogenblik de toekomstmogelijkheid bepaald door de mate waarin deze apparaten ter beschikking komen van het publiek.

2. Stereofonische Registratie.

Na deze historische en algemene inleiding wil ik thans overgaan tot het bespreken van enkele specifieke facetten der stereofonische registratie.

De media der stereofonische registratie kunnen in grote lijnen worden ondergebracht in 3 groepen, t.w. het magnetisch band, de magnetische registratie naast het optische filmbeeld, en de grammofoonplaat.

Hoewel stereofonische transmissie met twee kanalen goede resultaten geeft, kan het gebruik van meer dan 2 sporen onder bepaalde omstandigheden grote voordelen bieden, vooral indien het erom gaat ingewikkelde klankbeelden op de juiste wijze te registreren. Hiervan wordt gebruik gemaakt voor enkele bijzonder effectvolle doeleinden in combinatie met het filmbeeld, zodat de toeschouwer de indruk krijgt, midden in het gebeuren te zijn opgenomen. Uit de aard der zaak zijn dan luidsprekers rondom in de zaal aangebracht teneinde de gewenste beweeglijkheid te verkrijgen.

Dezelfde meersporentechniek wordt ook toegepast tijdens ingewikkelde opnamen voor grammofoonplaten (waarbij normaal gebruik gemaakt wordt van 2 sporen), door 3-, 4- en soms 8-kanalige magnetische registratie te gebruiken. Aangezien het niet mogelijk is in een groef van een grammofoonplaat méér dan 2 signalen te registreren, dient deze opname tot 2 kanalen te worden gereduceerd. Deze hoofdzakelijk muzikale bewerking behoeft nu niet te geschieden in de gespannen sfeer van de opnamestudio's, doch kan later onder meer passende omstandigheden plaats vinden.

Niet alleen de grammofoonplaat, doch ook de heden ten dage bekende uitvoeringen van stereofonische registratie op magnetisch band zijn voor gebruiksdoeleinden uit kostenoverwegingen gebaseerd op 2 kanalen. Ook de toekomstige stereofonische radiotransmissie zal praktisch met niet meer dan 2 kanalen

kunnen worden verzorgd, zodat wij wel mogen aannemen, dat de stereofonische eindregistratie voorlopig tot 2 sporen beperkt zal blijven.

Aangezien de magnetische registratie op band op het ogenblik over de gehele wereld, zowel bij de radio als bij de film- en grammofoonplatentechniek, het conserveringsmiddel bij uitnemendheid is, wil ik nu iets dieper op de merites hiervan ingaan.

2.1. *Registratie op magnetisch band.*

Bij de meersporentechniek worden in tegenstelling met de monofone registratie, die over de gehele breedte plaatsvindt, een aantal sporen evenwijdig aan elkaar op de band geschreven, uit de aard der zaak gescheiden door een smalle ongemoduleerde strook. Per verdubbeling van het aantal sporen stijgt de ruis-signaalverhouding theoretisch met 3 dB; immers, het signaalniveau wordt gehalveerd, de ruis daalt slechts 3 dB. Praktisch is deze relatieve ruistoename nog iets groter t.g.v. de spoorversmalling door de ongemoduleerde stroken. Voor professionele toepassing maakt men op het ogenblik gebruik van band met een breedte van 6,25 mm met 2 sporen, van 12,5 mm breedte met 3 of 4 sporen, en van 25 mm breedte met 4 of 8 sporen.

Een zeker fenomeen dat optreedt bij het simultaan registreren van meer signalen op één band, is dat van de magnetische overspraak. Dit verschijnsel treedt hoofdzakelijk op tijdens het registratieproces door wederzijdse magnetische inductie van de schrijfkoppen. Men heeft dit trachten te ondervangen door deze koppen enige afstand ten opzichte van elkaar te verschuiven in de looprichting van de band, i.p.v. deze koppen tot één mechanisch geheel samen te bouwen, bij welke configuratie de schrijfspleten in elkaars verlengde liggen. De mechanische moeilijkheden welke bij eerst genoemde constructie kunnen optreden, zijn echter zo groot, dat het systeem slechts weinig toepassing heeft gevonden. De fazeverschuiving die immers kan ontstaan indien de spleetafstand van de weergeefkoppen in een bepaalde situatie niet volkomen gelijk is aan die waarmee de opname tot stand kwam, neemt voor kleine golflengten ontoelaatbare waarden aan, nog afgezien van de mogelijkheid van onjuiste amplitudeverhoudingen bij de weergave van transiënten.

Verkleining van de wederzijdse inductie van de magnetische meerspoorkoppen met de spleten in één lijn door toepassing van juiste wikkelmethode en afscherming, hebben geleid tot een verkleining van de overspraak tot waarden van -50 tot

-60 dB in het middenfrequentiegebied, terwijl in het lage- en hogefrequentiegebied 40 dB demping gerealiseerd kan worden. Op het eerste gezicht lijken deze waarden alleszins acceptabel, temeer omdat tot heden wordt aangenomen dat een kanaalseparatie van ca. 20 dB tijdens de uiteindelijke reproductie van stereofonische klankbeelden als voldoende kan worden beschouwd.

Een verdere bijzonderheid van het magnetische registratieproces met meer sporen is, dat aandacht moet worden besteed aan de gelijkloop der fasen van de kanalen, zoals reeds eerder genoemd bij de registratiemethode met in de bewegingsrichting van de band verschoven koppen. Niet zozeer de absolute faze-karakteristiek is van belang, als wel de gelijkheid van de kanalen onderling i.v.m. de juistheid der lokalisatie tijdens de reproductie.

Een bijzondere toepassing van de meersporige magnetische registratie is het z.g. „play-back” systeem, dat zowel bij de stereofone als bij de monofone opnametechniek wordt toegepast. Door de schrijfkop zo uit te voeren dat hij tevens als weergeefkop kan worden benut, is het mogelijk een zojuist opgenomen signaal, b.v. een orkestklankbeeld, via een hoofdtelefoon of een luidspreker toe te voeren aan een solist, die dan synchroon hiermede het van hem of haar verwachte aandeel kan bijdragen via een microfoon, waarvan het signaal synchroon op een volgend spoor van dezelfde band wordt vastgelegd. Ofschoon deze techniek op zichzelf reeds oud is, wordt door toepassing van meersporige registratie een belangrijke kwaliteitswinst geboekt. Voordien immers werd het orkestsignaal (tezamen met het originele microfoonsignaal van de solist) op een volgende band gekopieerd, terwijl nu beide signalen als eerste registratie ter beschikking staan. Vooral in het populaire muziekgenre, waarbij onder omstandigheden tot het bereiken van bepaalde effecten wel eens 8 maal een dergelijke bewerking wordt toegepast, is de kwaliteitswinst zeer groot.

Van een praktische toepassing van magnetisch band, voorzien van een muziekprogramma en bedoeld voor gebruik in de huiskamer, is tot dusverre in Europa weinig te bespeuren. In tegenstelling hiermee was deze registratievorm in de V.S.A. een veel verbreid artikel. De toegepaste bandsnelheid hierbij bedraagt 19 cm/sec. Het band heeft een breedte van 6,25 mm en draagt 2 sporen. Uit de aard der zaak is dit medium vrij kostbaar, en toen de stereofonische grammfoonplaat zijn intrede deed, bleek de prijs van dit laatste medium c.a. één derde te bedragen van een band met dezelfde speelduur. Als logisch

gevolg hiervan verloor dit type muziekband praktisch zijn afzetmogelijkheid en men bezon zich aan de muziekband een vorm te geven, die de handzaamheid van een grammofoonplaat paarde aan een concurrerende prijs.

Het is de R.C.A. ⁸⁾ die momenteel een uitvoering in doosvorm propageert, waardoor het voor de leek lastige inleggen van de band in het weergeefapparaat wordt voorkomen. Tevens worden hierbij op het band van 6,25 mm breedte 4 in plaats van 2 sporen aangebracht en is de bandsnelheid gereduceerd van 19 cm/sec. tot 9,5 cm/sec. De spoorbreedte bedraagt bij dit systeem 1,1 mm met separatiestroken van ca. 0,6 mm. Door bovendien een dun type band toe te passen, was het mogelijk de afmetingen van de cassette terug te brengen tot ca. 18 x 12 x 1 cm en desondanks één uur stereofone of twee uur monofone muziek hierop vast te leggen.

De technische problemen, verbonden aan deze uitvoering, kunnen worden samengevat in de volgende punten:

1. De gelijkmatige voortbewegingssnelheid van de band.
2. De signaal-ruisverhouding.
3. De praktische uitvoering van de weergeefkop, die ten gevolge van de zeer kleine golflengten die bij deze lage snelheid optreden, een uitermate geringe spleetlengte moet bezitten van enkele microns.

Het eerste probleem biedt bij de huidige stand der techniek géén onoverkomelijke moeilijkheid en de bereikbare gelijkmatigheid van de toonhoogte doet zeker niet onder voor die van commerciële draaitafels voor grammofoonplaten.

De signaal-ruisverhouding wordt door de geringe spoorbreedte en de lage bandsnelheid in negatieve zin beïnvloed, doch het blijkt onder toepassing van modern bandmateriaal en speciale schakelingen in het elektronisch deel van de weergeefapparatuur mogelijk, een signaal-ruisverhouding te bereiken in de orde van grootte zoals die van goede grammofoonplaten algemeen wordt geaccepteerd.

Tegenover de constructiemoeilijkheid van de kleine spleetlengte der weergeefkop staat, dat de fysische lengte slechts dient te worden bereikt over de geringe hoogte van het spoor, t.w. 1,1 mm. Het is uit de aard der zaak eenvoudiger deze spleetlengte te realiseren met een geringe spoorbreedte dan voor een volledige spoorbreedte van 6,25 mm van de totale band.

De bandregistratie heeft t.o.v. de grammofoonplaat het voordeel, dat de optredende distorsie met het voortschrijden der

weergave niet toeneemt. De vervorming is constant en gegeven door de eigenschappen van het band; de aftastvervorming van grammofoonplaten daarentegen is, wat betreft de even en de oneven-harmonischen, omgekeerd evenredig met de tweede resp. vierde macht van de groefsnelheid. De kwaliteit is derhalve aan het begin der plaat belangrijk beter dan aan het einde.

Uit de aard der zaak leent de bandcassette zich het best voor klassieke werken, stemmingsmuziek, opera's, operettes en musicals. Voor de populaire „hits” is het moeilijk denkbaar of een complete cassette te gebruiken voor 4 tot 6 minuten muziek, of één of twee hits tezamen met een groot aantal niet zo populaire nummers met een gezamenlijke speelduur in de orde van grootte van één uur in een cassette onder te brengen. De eerste uitvoering zou relatief te kostbaar worden, de tweede onverkoopbaar wegens de titelkoppeling, die door het publiek niet zal worden geaccepteerd.

2.2 Registratie op grammofoonplaten.

De stereofonische registratie op grammofoonplaat vindt momenteel uitsluitend plaats volgens de door Blumlein en Keller genoemde methode d.m.v. orthogonale bewegingen van de groefwanden in een vlak loodrecht op de groefrichting.

Het blijkt dat twee stel bewegingsrichtingen in principe mogelijk zijn: de bewegingen kunnen plaatsvinden hetzij loodrecht op en evenwijdig met het plaatoppervlak, of beide onder een hoek van 45° met het plaatoppervlak. Bij nadere beschouwing blijkt het laatste, aangeduid als 45/45-systeem bepaalde voordelen te bezitten boven het eerste, aangegeven als de 0/90-methode. Bij deze laatste methode bestaan de componenten uit één laterale en één verticale notatie met onderling verschillende eigenschappen.

Tijdens de aftasting van het *laterale* signaal komen uitsluitend oneven harmonische vervormingsprodukten aan de orde, de even harmonischen worden getransformeerd naar een beweging loodrecht op het plaatoppervlak. (Zij worden geëlimineerd door de juiste constructie van de groeftaster ten gebruike bij de weergave van monofone platen). Tijdens aftasting van het *verticale* signaal komen zowel even als oneven harmonischen tot uitdrukking, waarbij géén eliminatie mogelijk is. Indien nu een stereofonisch signaal met het 0/90-systeem wordt geregistreerd, zal een belangrijk kwaliteitsverschil tussen beide sporen tijdens de weergave optreden. Het laterale signaal bevat oneven harmo-

nischen, het verticale zijn eigen even en oneven harmonischen plus de even harmonischen van het laterale signaal.

Bij de toepassing van het 45/45-systeem zijn beide notaties identiek. Ze kunnen worden beschouwd als 2 gelijke verticale registraties, gekanteld over resp. $+45^\circ$ en -45° .

Indien we de groefhoek nominaal 90° groot denken, iets wat in de praktijk het geval is, bewegen de groefwanden elk evenwijdig met zichzelf en onafhankelijk van elkaar in de ritmen der beide signalen van het stereofonische klankbeeld. De registreer- en de weergeefsystemen zijn symmetrisch ten opzichte van de loodlijn op het plaatoppervlak en de optredende nevenverschijnselen identiek voor beide kanalen.

Uit de aard der zaak is de kwaliteit per kanaal van de stereoregistratie lager dan die van de zuiver laterale monofone, onder gelijklopende omstandigheden. Aangezien in het totale vervormingsprodukt een aantal parameters voorkomen die men in de hand heeft, is het mogelijk dit verlies te compenseren. Door een kleinere afrondingsradius van de aftastnaaldpunt, een iets geringere modulatie diepte en een iets hogere minimale groef-snelheid te kiezen, kan men de als gebruikelijk geaccepteerde totale vervorming wederom bereiken. Een en ander volgt zonder meer uit de vervormingsvergelijkingen, waarin o.m. de afrondingsradius R , de modulatie diepte \hat{v} en de groef-snelheid V als volgt voorkomen:

$$d_o \simeq \frac{R^2 \cdot \hat{v}^2}{V^4} \quad (\text{oneven harmonischen}), \quad d_o \simeq \frac{R \cdot \hat{v}}{V^2} \quad (\text{even harmonischen})$$

De radius van de aftastnaald is voor professioneel gebruik gesteld op ca. 12,5 micron, tegenover 25 micron zoals momenteel gebruikelijk voor monofone microgroefplaten. De oppervlakbelasting van het plaatmateriaal stijgt bij gelijkblijvende naaldkracht dan echter met een factor 4, zodat voor dezelfde belasting niet alleen de naaldkracht doch ook de mechanische impedantie van het groeftaster-systeem met een factor 4 moet dalen. Dit betekent, dat de naaldpuntmassa met een factor 16 zou moeten worden verkleind, iets wat voor de groeftaster-constructeurs, die nu reeds denken in naaldpuntmassa's van enkele milligrammen, geen eenvoudige taak is. Een aantal bijkomende problemen maakt het geheel nog ingewikkelder, reden waarom men als overgangsvorm een radius van 18 micron in combinatie met een statische naaldkracht van ca. 5 gram heeft geaccepteerd

voor de handelsuitvoering. Hierdoor behoeft de mechanische impedantie slechts een factor 2 te dalen en de naaldpuntmassa een factor 4, iets wat zich praktisch wel laat realiseren.

De modulatie wordt gemiddeld 3 dB lager gekozen dan voor laterale registraties, terwijl de minimale groefsnelheid ca. 16% hoger ligt. Door gelijktijdige toepassing der gewijzigde parameters daalt de vervorming aanzienlijk. Zoals gezegd, wordt door deze maatregel een kwaliteit bereikt die vergelijkbaar is met die van monofone laterale registraties.

Aangezien flankbeweging der groefwanden zowel groefverdieping als zijdelingse groefverplaatsing veroorzaakt, dient de inrichting die zorg draagt voor de juiste minimale afstand der groefwindingen, aanmerkelijk te worden uitgebreid t.o.v. die voor uitsluitend laterale registraties⁹⁾. Wij zullen hiertoe eerst

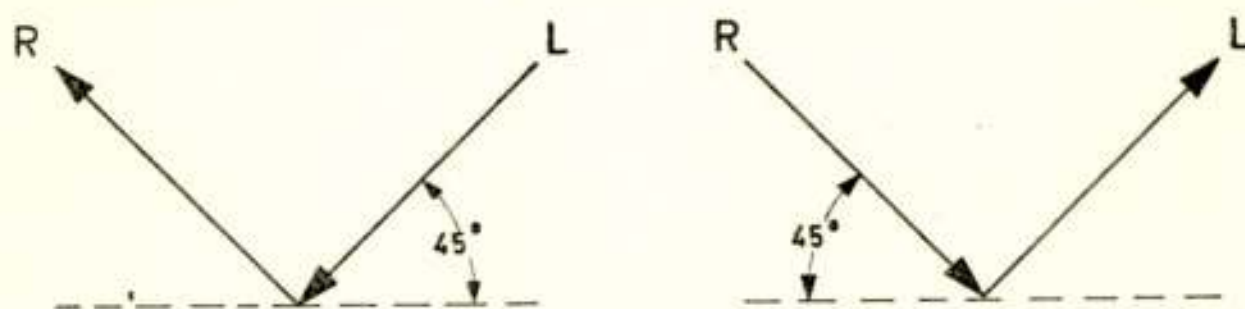


Fig. 3

Bewegingsvectoren der groefwanden van de stereofonische grammfoonplaat. Het centrumgat van de plaat bevindt zich *links* van de figuur.

het orthogonale bewegingssysteem bestuderen, teneinde de verschillende vectorcombinaties te leren kennen.

Per definitie wordt het linker signaal (L) genoteerd op de linker groefwand, het rechter signaal (R) op de rechter groefwand. Als linker groefwand geldt dat groefvlak dat de hartlijn der plaat door het centrumgat snijdt boven het plaatoppervlak. Indien we deze hartlijn links van ons denken, ontstaat de volgende vectornotatie van L - en R -signalen (Fig. 3).

De faze der vectoren wordt gegeven door de tweede definitie, luidende, dat beweging van L en R in tegenfaze resulteert in uitsluitend laterale beweging van de groef. Beweging van L en R in fase veroorzaakt dus uitsluitend verticale beweging van de groef. Dit wil zeggen dat identieke tegenfaze-informatieinhoud van L en R gelijk te stellen is aan een monofoon signaal dat zich tijdens de weergave schijnbaar midden tussen de luidsprekers bevindt, aangezien tegenfazige bewegingen der groefwanden volgens de derde definitie dienen te resulteren in in fase zijnde geluidsdrukken der beide luidsprekers. De linker luidspreker

straalt nu tijdens beweging van de linker groefwand, de rechter luidspreker t.g.v. verplaatsing van de rechter groefwand.

Het is begrijpelijk dat de groefwanden ongecorreleerde bewegingen kunnen en zullen uitvoeren, waardoor elke symmetrie van het groefbeeld t.o.v. de bodemlijn verloren gaat. Dit wil zeggen, dat de minimale afstand der groefwindingen bepaald wordt door:

1. de laterale component van de beweging der rechter groefflank op dit moment;
2. de laterale component van de beweging der linker groefflank op dezelfde radiale lijn der plaat, doch één omwenteling te voren;
3. de laterale component der groefdiepte, welke op haar beurt wordt bepaald door de som van de verticale ontbondenen van de *L*- en de *R*-signalen, op dit moment en één omwenteling te voren.

Deze factoren resulteren in een te verwachten groefspoed, die wordt afgeleid van:

- a. de groefdiepte n_0 ;
- b. de te verwachten groefdiepte ná 1 omwenteling;
- c. de te verwachten uitwijking der rechter groefwand ná 1 omwenteling;
- d. de uitwijking van de linker groefwand n_0 .

Tot dit doel worden drie stuelelementen gebruikt, die hun informatie verkrijgen zowel van de weergeefkop van de magnetofoon, als van een extra weergeefkop die het stereofonische signaal vooruitlopend aftast. Door juiste combinatie van de 4 aldus verkregen signalen worden de genoemde informaties gevormd en de besturing bewerkstelligd.

Door het gebruik van een kleinere afrondingsstraal van de aftastnaald kan de minimale groefbreedte verkleind worden, en door de geringere modulatie diepte kan ook de groefafstand verkleind worden, zodat per saldo de totale speelduur per plaatzijde vrijwel identiek is aan die van een monofone uitvoering, onder toepassing van de zojuist omschreven regelmethode.

3. Stereofonische Groefsnijders.

Ik wil U nog iets vertellen over de constructie van de stereofonische groefsnijders zoals die momenteel in gebruik zijn. Uit de aard der zaak kunnen 0/90- en 45/45-systemen worden onderscheiden. Beide systemen zijn voorzien van een elektro-

mechanische tegenkoppeling, waardoor een grote graad van lineariteit is verkregen, zowel wat de amplitudekarakteristiek als functie van de frequentie, als de niet-lineaire vervorming betreft. Met beide systemen is het mogelijk de 45/45-groefregistratie te bewerkstelligen.

Het 45/45-systeem voert twee orthogonale bewegingen, elk 45° hellend t.o.v. het plaatoppervlak, aan de bewegingsinrichting der snijbeitel, loodrecht op de groefwanden toe.

Door aan het 0/90-systeem in de juiste fase combinaties van de L - en R -signalen toe te voeren, t.w. $L + R$ en $L - R$, zal de beitel volkomen identieke bewegingen uitvoeren als wanneer deze werd aangedreven door een 45/45-systeem (Fig. 4).

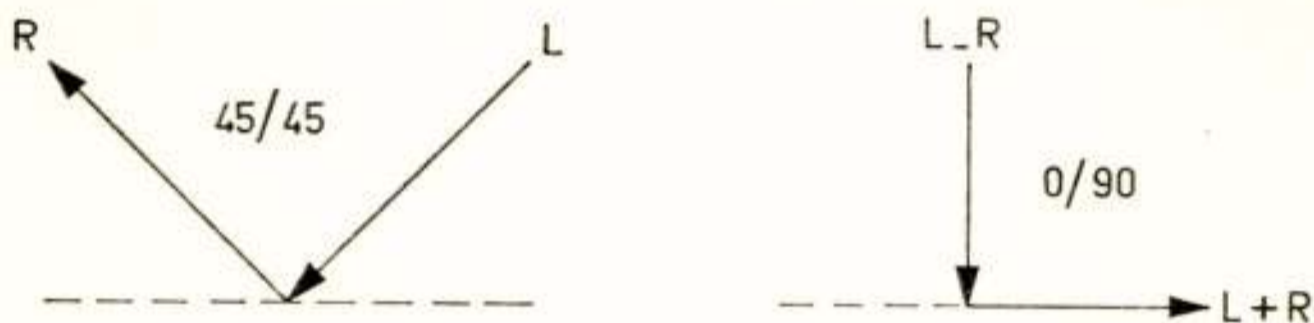


Fig. 4

Identieke registraties kunnen met 45/45- en 0/90-systemen worden verkregen door toepassing van de juiste vectorcombinaties.

Constructief bezit het 45/45-systeem twee identieke monofone systemen, die op de een of andere wijze mechanisch aan elkaar zijn gekoppeld. Het 0/90-systeem is opgebouwd als één bewegend

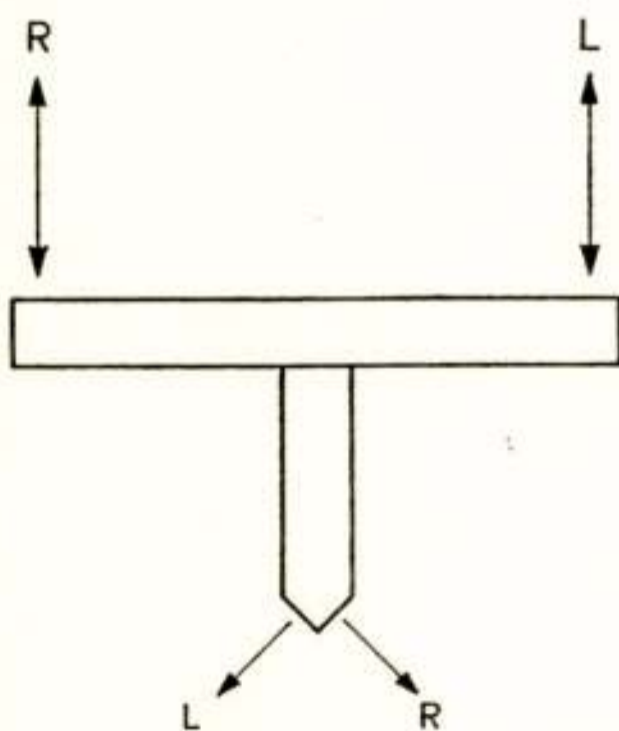


Fig. 5

Exacte registratie wordt ook verkregen door aandrijving van de z.g. T -constructie met de juiste bewegingen.

lichaam, waardoor aan de constructie bijzonder hoge eisen worden gesteld als gevolg van de grote warmte-ontwikkeling in een bijzonder kleine ruimte. Uit de aard der zaak is de mechanische koppeling der beide systemen praktisch 100%, wat de amplitude- en fase-getrouwheid zeer ten goede komt.

Er is nog een derde systeemconstructie bekend, die in de praktijk echter tot dusverre weinig toepassing heeft gevonden, de z.g. T -constructie (Fig. 5). De bewegingen R en L vinden beide plaats in verticale zin en worden via een T -vormig verbindingsstuk overge-

bracht op de naaldpunt. Indien wordt zorggedragen dat het zwaartepunt van alle bewegende delen samenvalt met het natuurlijke draaipunt van het systeem bij gelijke doch tegengestelde bewegingen van L en R , zijn met deze constructie goede resultaten bereikt.

4. Overspraak van het orthogonale registratieproces op grammofonplaten¹⁰⁾.

Ik kom nu terug op de overspraak tussen de twee sporen, voorgesteld door de individuele bewegingen der groefwanden. De overspraak is helaas groot en de wens om elke groefwand drager te doen zijn van een programma, zal vermoedelijk nooit in vervulling gaan. Desondanks blijft het idee om naar believen het programma van de linker of de rechter groefwand te kunnen beluisteren, een intrigerende gedachte.

De oorzaak van de grote overspraak wordt gevonden in de stapeling van toleranties van hoofdzakelijk geometrische con-

figuraties en wordt in wezen bepaald door het feit dat het niet mogelijk is de orthogonale bewegingsassen van registreer- en weergeefstelsel volkomen te doen samenvallen, onafhankelijk van frequentie en amplitude.

Ik wil trachten U een aantal oorzaken van deze overspraak uiteen te zetten. Wij zullen hierbij uitgaan van de veronderstelling dat de groefsnijder noch de groeftaster overspraak vertonen, inhaerent aan het systeem zelf. De geometrische oorzaken van overspraak kunnen als volgt worden gedefinieerd:

1. Niet-orthogonale assen-oriëntatie van de groefsnijder en/of de groef-

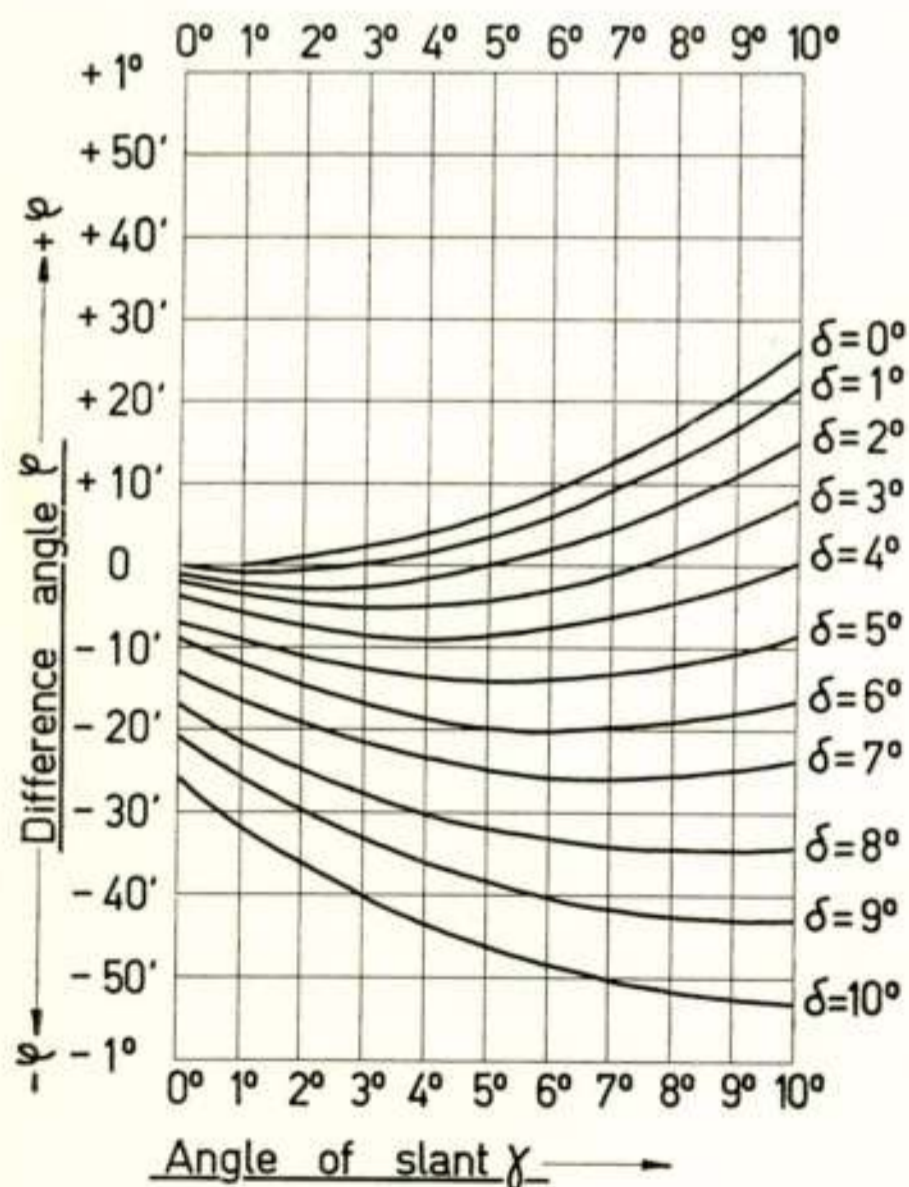


Fig. 6

De resulterende verschilhoek φ (bepalend voor de kanaalscheiding) veroorzaakt door de hellingshoek γ , met als parameter de verdraaiingshoek δ .

- taster, waardoor een verschilhoek ontstaat, te noemen φ .
2. Verdraaiing van het vlak (om een loodlijn op het plaatvlak) waarin de registratievectoren zich bewegen t.o.v. het vlak der aftastvectoren. Theoretisch dient dit vlak tijdens de registratie en aftasting loodrecht te staan op de raaklijn aan de groef in het modulatiepunt. Deze verdraaiingshoek noemen we δ .
 3. Helling van de vlakken van registratie en aftasting t.o.v. elkaar. Deze hellingshoek te noemen γ .

Het blijkt nu dat de gevolgen van de oorzaken, genoemd onder 2 en 3, zelfs in uiterste gevallen afwijkingen doen ontstaan die klein zijn t.o.v. die, veroorzaakt door niet-orthogonaliteit (zie Fig. 6). Uit deze figuur blijkt dat de resulterende verschilhoek φ , veroorzaakt door een helling (γ) van 10° , *tezamen* met een verdraaiing (δ) van 10° , nog slechts $53'$ bedraagt, dus gelijk te stellen is aan een afwijking van orthogonaliteit van rond 1° .

Het is begrijpelijk dat onder praktische gebruikscondities de assenkruisafwijking al zeer snel méér dan 1° zal bedragen indien we b.v. denken aan de afwijkingen die o.m. kunnen optreden ten gevolge van de bevestiging van een groeftaster aan de arm en de bewegingen van deze arm op een grammofoonplatenwisselaar.

Uit figuur 7 blijkt de grootte van de overspraak als functie van de totale verschilhoek φ . Een hoek van $1,8^\circ$ veroorzaakt reeds -30 dB; voor $\varphi = 6^\circ$ blijft nog slechts 20 dB signaaldemping over. Dit alles in de onderstelling dat de

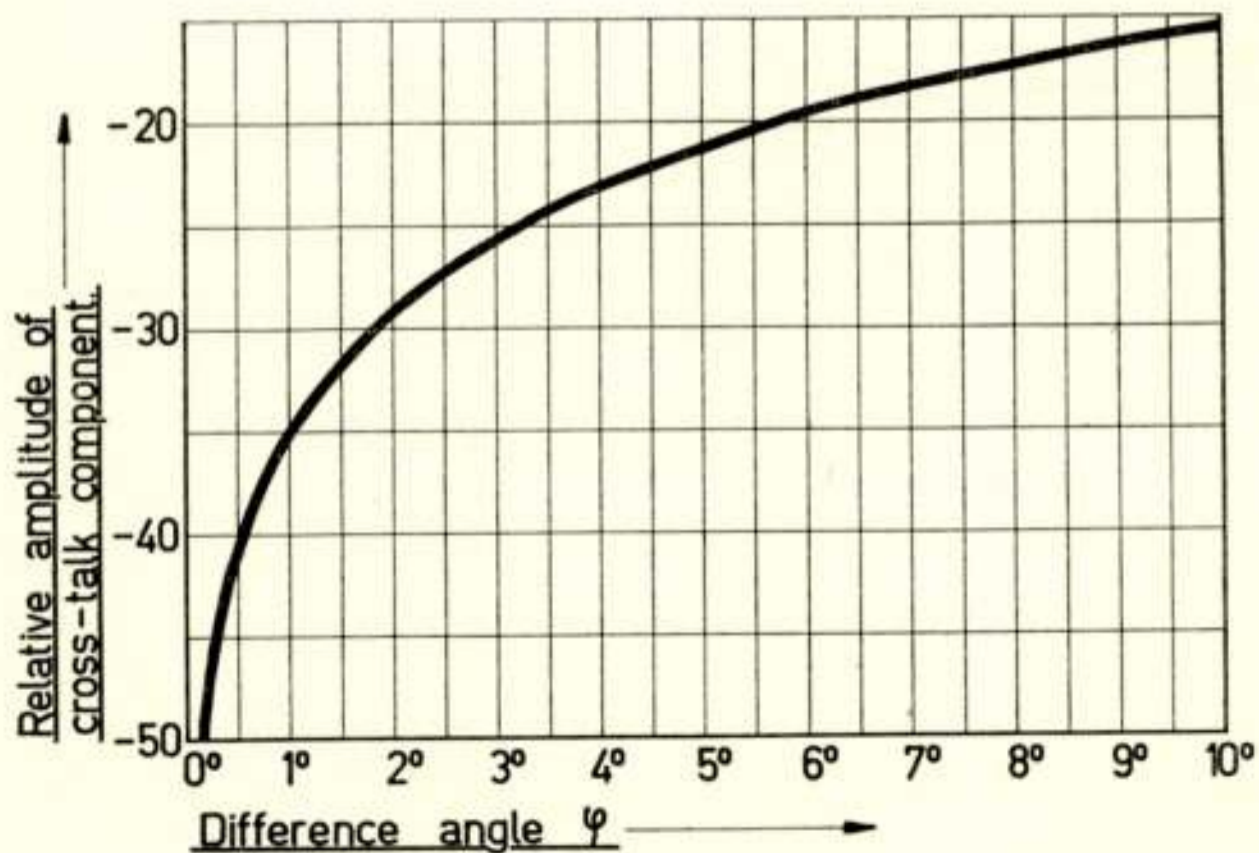


Fig. 7

De overspraak in dB als functie van de verschilhoek φ .

groefsnijder en de groeftaster géén inhaerente overspraak bezitten.

De gedachte aan 2 programma's in één groef blijft aantrekkelijk; blijkt echter voorlopig illusoir, te meer aangezien de elastische groefwanddeformatie tijdens het afspeelproces¹¹⁾ de overspraak in ongunstige zin beïnvloedt.

Het is een geluk dat de invloed van de overspraak op het uiteindelijke stereofone klankbeeld beperkt blijkt te zijn. Hoewel de lokalisatiescherpte en de basisbreedte beïnvloed worden, is deze invloed niet bijzonder groot. Bovendien is de luisteraar niet in staat de optredende afwijking objectief te bepalen, aangezien hem de vergelijkingswaarneming ontbreekt.

Uit figuur 8 blijkt, dat een panoramische hoekafwijking θ van 5° ontstaat bij een verschilhoek φ van 6° . Deze 5° veroorzaakt in een bepaalde situatie een verschuiving van het klankbeeld van uiterst rechts met 35 cm naar links (zie Fig. 9) en betekent dus op een totale basis van 350 cm slechts een fout van 10%.

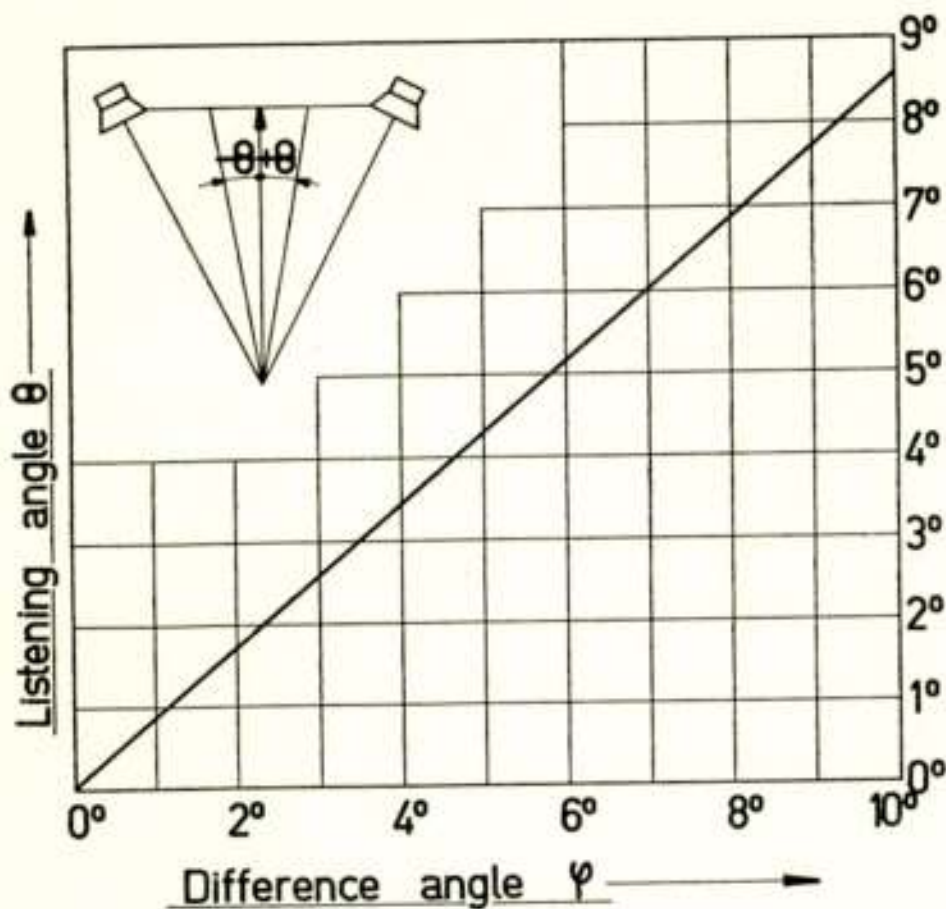


Fig. 8

De panoramische luisterhoekafwijking θ als functie van de verschilhoek φ .

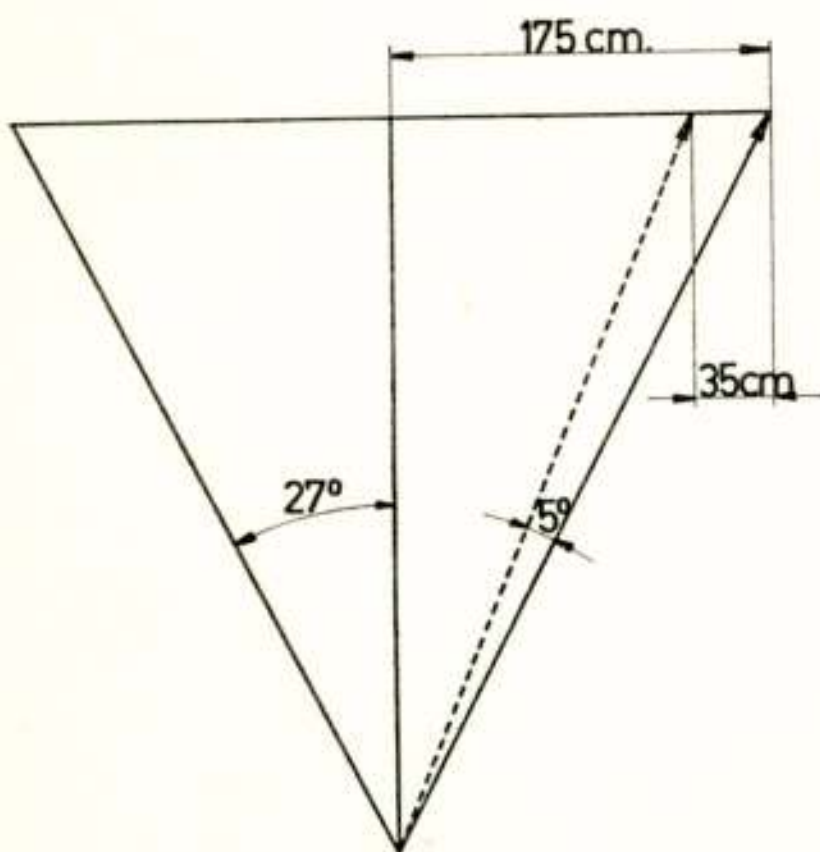


Fig. 9

Het klankbeeld verschuift in een bepaalde situatie 35 cm naar links indien de verschilhoek θ een waarde verkrijgt van 5° (gegeven de geschetste luidsprekeropstelling waarbij afstand tussen luidsprekers = afstand luisteraar op middenloodlijn op verbindingslijn luidsprekers = 350 cm).

Conclusie.

Tweekanaals stereofonische registratie is na een lange

periode van voorbereiding een praktische realiteit geworden.

Als uitvoeringsvorm voor algemeen gebruik in de huiskamer komen zowel de grammfoonplaat als de magnetische band in aanmerking; de laatste i.v.m. de hanteerbaarheid door leken bij voorkeur in de zg. cassettevorm.

De toekomstmogelijkheid van beide media wordt hoofdzakelijk bepaald door het ter beschikking komen aan het publiek van stereofonische afspeelapparatuur, welke in wezen verschilt van de tot dusverre gebruikelijke monofone constructie.

Het gebruik van het tweede kanaal als extra monofoon programma blijkt slechts mogelijk met het magnetisch band; de overspraak in de plaatgroef, hoewel ruim voldoende voor stereofonische doeleinden, is niet zwak genoeg voor niet-gecorrleerde programma's.

Naschrift

Sedert het houden van deze voordracht hebben in de V.S.A. enkele ontwikkelingen op het gebied der magnetische registratie plaats gevonden, die het met de lezing gegeven aspect beïnvloeden.

1. De bespeelde magnetische stereoband met een snelheid van 19 cm/sec., heeft wederom een plaats veroverd, doch nu voorzien van 4 in plaats van 2 sporen.
De kwaliteit bleef praktisch behouden, de speelduur per gegeven bandlengte werd verdubbeld.
2. C.B.S. Laboratories ontwikkelden in opdracht van 3-M (Minnesota Mining and Manufacturing Company) een nieuw modulatiesysteem voor magnetisch band, waardoor het mogelijk werd één uur stereoregistratie onder te brengen in een cassette van ca. 7,5 x 7,5 x 0,8 cm. Het hierbij toegepaste magnetisch band heeft een breedte van ca. 3,5 mm en beweegt zich met een snelheid van 4,75 cm/sec. Het systeem is echter, in tegenstelling tot dat der RCA nog niet produktierijp en vraagt eveneens bijzondere afspeelapparatuur.

Referenties.

- 1) E. Hospitalier, Les Auditions Téléphoniques Théâtrales. L'Electricien, 1881.
- 2) A. D. Blumlein. U. K. pat. 394.325.
- 3) A. C. Keller, I. S. Rafuse. U. S. pat. 2.114.471.
- 4) K. de Boer, Proeven met stereoplaten. Philips Techn. T., 5; p. 187, 1940.
- 5) E. Cook, Recording Binaural. Tele-Tech. Nov. 1952, p. 48.
- 6) John T. Mullin, Monogroove Stereophonic Disk Recording. J.A.E.S., 2; p. 249, 1954.
- 7) Neumann, Berlijn; Ortofon, Kopenhagen; Westrex, Hollywood; Fairchild, New York.
- 8) Harvey Slovic, R. C. A., Radio & Television Service News, 24; p. 4, 1959.
- 9) J. L. Ooms, Het Opname- en het Productieproces van Grammofoonplaten. Philips Techn. T., 17; p. 33, 1955.
- 10) J. L. Ooms, C. R. Bastiaans, Some Thoughts on Geometric Conditions in the Cutting and Playing of Stereodiscs and Their Influence on the Final Sound Picture. J. A. E. S. 7; p. 115, 1959.
- 11) J. B. S. M. Kerstens, Mechanische Verschijnselen bij de Hogetonen Weergave van Groeftasters. Philips Techn. T., 18; p. 95, 1956.

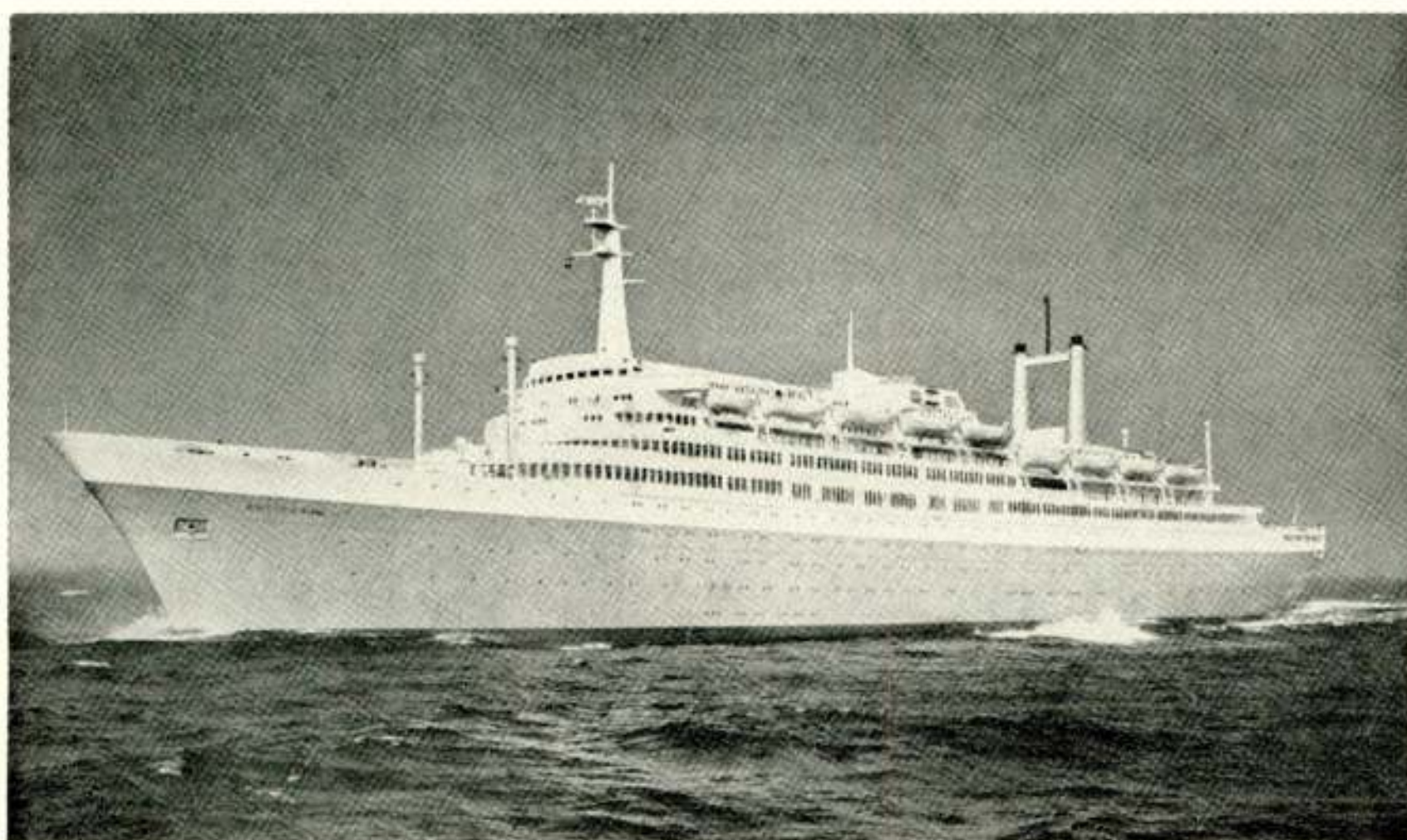


DE ELECTRONISCHE APPARATUUR a/b s.s. „ROTTERDAM”

Het radiostation

Volgens het internationaal verdrag tot beveiliging van mensenlevens op zee, moet elk zeegaand schip boven 1600 bruto register ton uitgerust zijn met een hoofd- en een nood radiotelegrafie installatie.

Een dergelijke installatie bestaat dan gewoonlijk uit een middengolf telegrafie zender met een frequentie bereik van 400-512 kHz en een antenne kring vermogen van circa 200 Watt. Zeer vaak zien wij dat deze m.g. telegrafie zender een gekombineerd apparaat is, waarmede ook hogere frequenties kunnen worden afgestemd en dan zowel voor telegrafie als voor telefonie geschikt is. Bij deze zender behoort dan een ontvang apparaat dat geschikt moet zijn alle frequenties te ontvangen waarop gecorrespondeerd kan worden. De noodzender is van eenvoudige constructie en behoeft alleen de middengolf telegrafie frequenties te bevatten. Hiervan is de 500 kHz de internationale noodfrequentie, waarop al het verkeer betreffende een noodgeval wordt afgewikkeld. De nood ontvanger



Figuur 1
s.s. „ROTTERDAM”

behoeft ook alleen geschikt te zijn voor de m.g. frequenties 400-512 kHz. Een der veiligheids eisen is, dat zowel noodzender als noodontvanger aangesloten moeten zijn op de z.g. noodbatterij, een accumulatorenbatterij van doorgaans 24 V en 180 Ah, geschikt om deze noodinrichting gedurende minstens 6 uren te kunnen laten werken. Het antennekring vermogen van een standaard noodzender ligt tussen 40 en 50 Watt.

Passagiersschepen welke de Noord-Atlantische route bevaren zijn over het algemeen met meer apparatuur uitgerust dan strikt noodzakelijk door de wet geëist wordt. Op deze route waarvan door vele zakenlieden gebruik gemaakt wordt, is een grote behoefte aan radiotelefonie verkeer en daar de reisduur betrekkelijk kort is, worden er dagelijks een groot aantal gesprekken gevoerd, in tegenstelling tot schepen met een lange reisduur waar de intensiteit der gesprekken alleen hoog is, een of twee dagen voor aankomst en na vertrek.

Voor de „Rotterdam” werd daarom een radiostation ontworpen waarbij rekening werd gehouden met een zo efficiënt mogelijke radiotelefonie service.

Het radiostation, dat op de scheidingslijn 1e kl. - Touristenkl. ligt heeft twee telefooncellen (een voor elke klasse), twee aanneemloketten en een dubbel uitgevoerde bedieningstafel, waardoor vanuit elke telefooncel gelijktijdig een gesprek kan worden gevoerd.

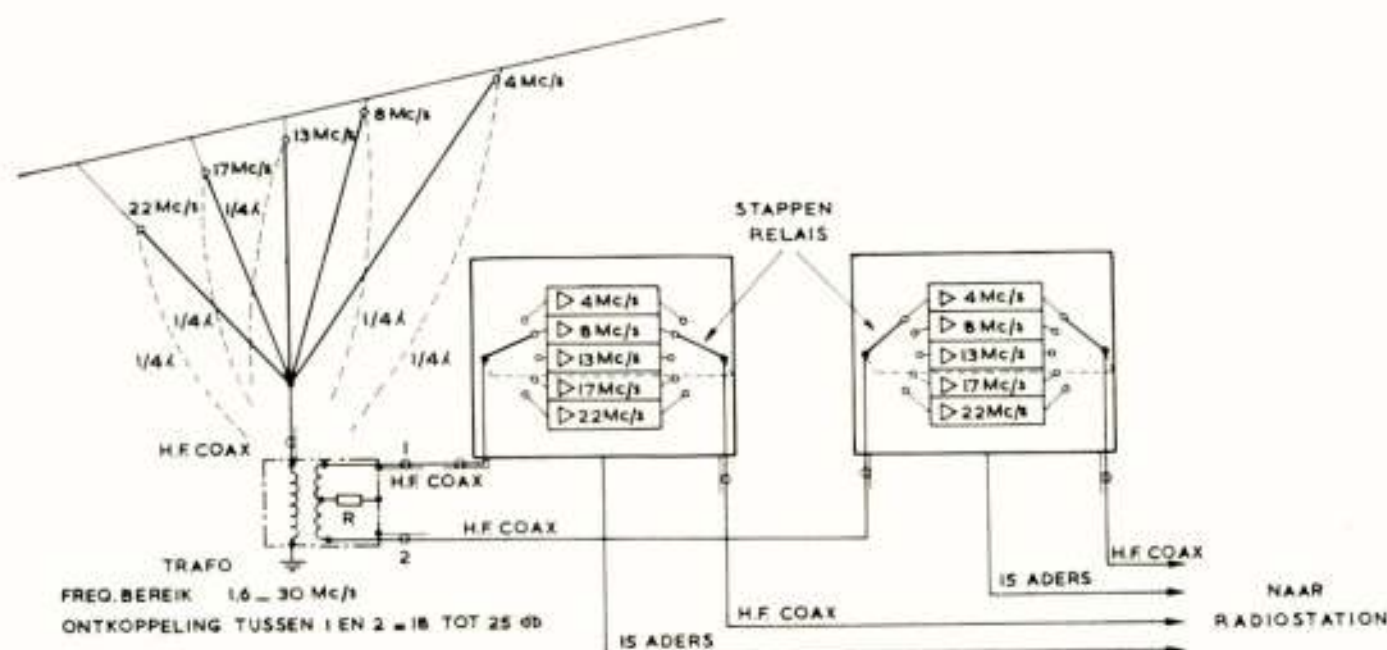
De ligging van het radiostation gaf al aanstonds een probleem, n.l. dat van de antenne invoer. Het station ligt namelijk in het midden van het schip, zowel van de lengte-as als van de breedte-as, dus geen buitenwanden en bovendien twee dekken beneden het bovenste dek. De zendantennes lopen daarom door drie kokers die elk $7\frac{1}{2}$ meter lang zijn. Aan de voorzijde van het station ligt een koker voor de hoofd- en de noodantenne, aan de achterzijde zijn twee kokers voor de drie h.f. zendantennes.

Op het bovenste dek ter hoogte van het radiostation staat een mast waaraan deze zendantennes opgehangen zijn, terwijl boven op deze mast de VHF antenne van het radiostation en een televisie antenne zijn gemonteerd. Op de grote radarmast is de VHF antenne van de brug installatie geplaatst.

Alle ontvang antennes zijn achter de beide rookkanalen opgehangen, dat is op een afstand van 60 meter van het radiostation verwijderd.

Voor de speciale telefonie-frequenties hangen hier 5 stuks kwartgolflengte antennes die, via een voor dit doel ontworpen h.f. transformator, twee groepen antenne-versterkers van signaal voorzien. Deze versterkers zijn ondergebracht in een ruimte, welke zich direkt onder de invoer isolatoren van de ontvang-antennes bevindt.

Elke groep bevat 5 versterkers, scherp gepiekt in het midden van de telefonie bandjes en praktisch niets doorlatend van frequenties die buiten deze bandjes liggen.



Figuur 2
Ontvang Antennes

Door middel van een stappen relais kan vanuit het radiostation de gewenste versterker worden gekozen. Van elke versterker groep gaat een h.f. kabel naar het radiostation om de twee Telefunken E 127 telefonieontvangers van signaal te voorzien. Bovendien hangen op het achterschip nog twee gewone ontvangantennes en een dipool, welke ook via h.f. kabels naar het radiostation zijn doorgevoerd. Daar onderweg twee expansie naden worden gepasseerd — en kabels over deze expansienaden aan voortdurend bewegen onderhevig zijn, werden hier lasdozen geplaatst en tussen deze lasdozen soepele verbindingskabels.

Fig. 2 is het blokschema van de antenneversterkers. Elke versterker bevat 2 bandfilters en 2 versterker buizen, de versterkingsfactor is ± 26 db. De laatste buis is gekoppeld als kathodevolger waardoor een lage impedantie h.f. kabel (100 Ohm) direkt aan dit circuit aangesloten kan worden. De bandfilters hebben een doorlaat breedte van circa 70 kHz. Deze 70 kHz band is de internationaal toegewezen band voor alle kuststations die radiotelefonisch contact met schepen onderhouden. In de 4 MHz is deze band van 4368—4438 kHz, in de 8 MHz van 8745—8815 kHz enz. De band filters zijn in het midden van deze frequentie afgeregeld, de gevoeligheid valt 100 kHz naast deze frequentie 22 db af.

De vloer van het radiostation is $7\frac{1}{2}$ cm verhoogd boven het normale dek zodat alle kabels voor de onderlinge verbindingen in kabelgoten konden worden gelegd.

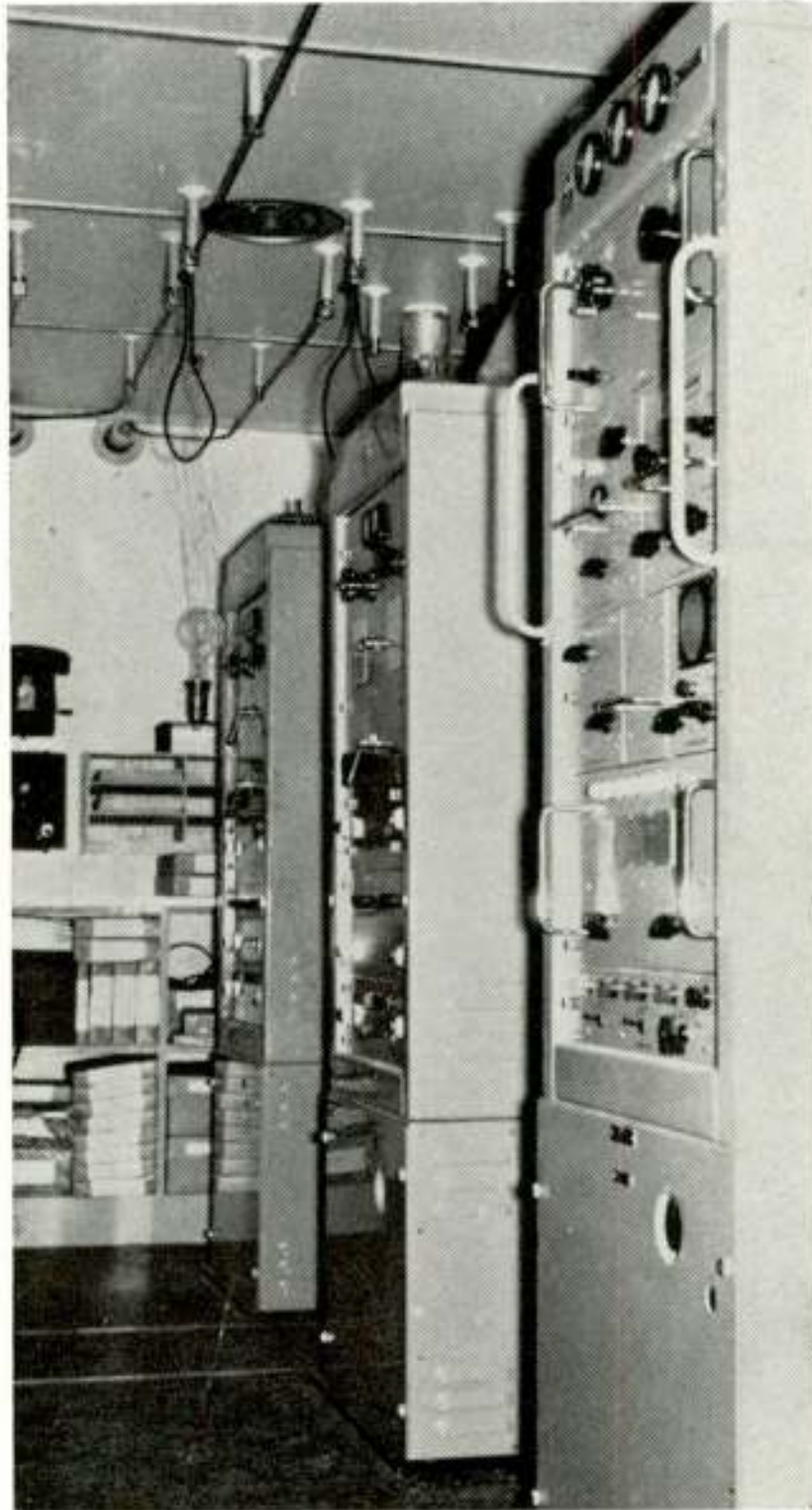
De beide telegrafisten voor de afwikkeling van het telefonieverkeer zitten

samen aan een drie meter lange bedieningstafel, die uit twee praktisch gelijke helften bestaat. De telefonie zenders staan onmiddellijk achter de beide „operators” en zijn vanaf hun zitplaatsen af te regelen. Om tijdens het bedrijf de zenders „in de gaten” te kunnen houden, zijn op de bedieningstafels milliamp.meters geplaatst waarop de kathodestromen van de eindtrappen afgelezen kunnen worden.

Als telefonie-zenders zijn geplaatst:

- a) een zender type Globespan fabrikaat Marconi. Deze zender heeft een antenne kring vermogen van 600 Watt ongemoduleerd en een frequentie bereik van 1600—3800 kHz en 4—22 MHz.

Door middel van 2 keuze schakelaars kunnen in deze banden 35 kristal ge-



Figuur 3

„Globespan” zenders en ééNZijbandzender

stuurde frequenties worden gekozen. Deze zender is tevens reserve-zender voor de radiotelegrafie zender, eveneens van het type Globespan. Voor telegrafie doeleinden zijn dan in de banden 405—525 kHz en 4—22 MHz nog 37 kristal gestuurde frequenties beschikbaar.

- b) een zender type NT 201 fabrikaat Marconi met een Peak Envelope Power van 1000 W. en geschikt voor normaal telefonie verkeer waarbij naast de draaggolf de beide zijbanden worden uitgezonden en voor het uitzenden van één der zijbanden waarbij de draaggolf gedeeltelijk kan worden onderdrukt; het zgn. Single Side Band systeem.

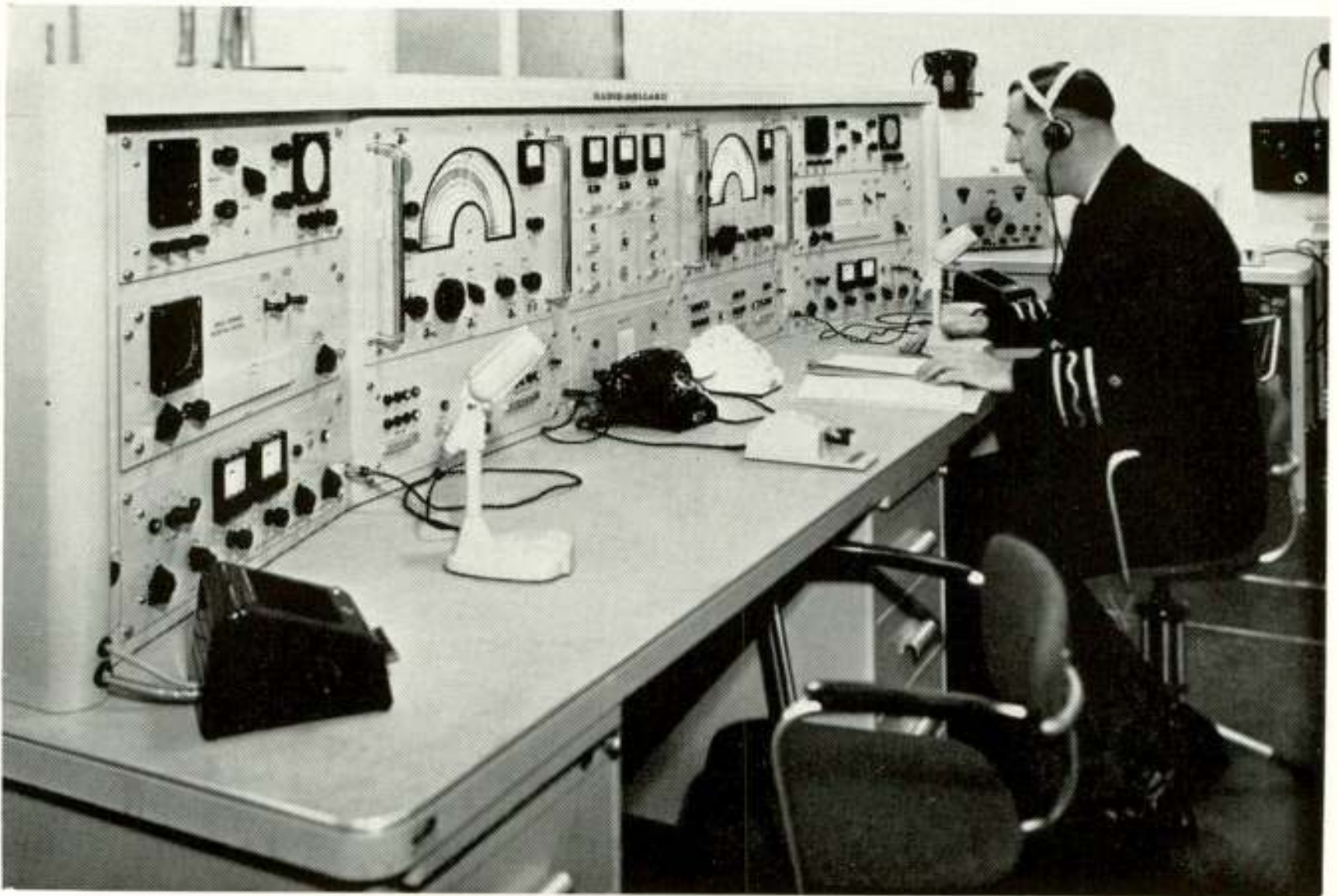
Het frequentie bereik van deze zender is 1.6—23 MHz.

- c) een 30 kanalen scheepsmobilofoon voor zeer hoge frequenties (VHF = very high frequencies) fabrikaat Philips. De zender heeft een frequentie

bereik van 156 tot 157,5 MHz de ontvanger van 160.5 tot 162 MHz. Het antennevermogen bedraagt 15 Watt.

Deze hoge frequenties hebben de eigenschap dat hun voortplanting rechtlijnig is, zodat het bereik niet veel groter is dan het zichtbereik. Bij de hoge opstelling van de antenne op de „Rotterdam” is dit bereik ± 60 KM. Met deze zender is het toegestaan ook in de havens en in de territoriale wateren te telefoneren. Het voordeel van de kleine reikwijdte is, dat er in een betrekkelijk klein rayon meerdere stations op dezelfde frequentie kunnen werken, zonder elkaar te storen. Behalve openbaar verkeer (gesprekken met abonnees aan de wal) wordt dit type zender ook gebruikt voor verbindingen met loodsbotten, sleepboten, radar- en havendiensten. Voor dit doeleinde is een tweede VHF installatie op de brug gemonteerd zodat de stuurman hier vandaan rechtstreeks deze contacten kan onderhouden.

De centrale bedieningstafel is zo uitgevoerd, dat „operator” A de Globespan, de VHF of de NT 201 zender kan kiezen en dan kan doorschakelen naar een



Figuur 4
Het centrale Bedieningspaneel

van de beide telefoons. Evenzo kan „operator” B deze keuze maken. Heeft A zijn keuze gedaan, dan gaat bij „operator” B een rode signaal lamp branden boven zijn betreffende keuze schakelaar. Deze schakelaars zijn als druktoetsen uitgevoerd.

Behalve de beide ontvangers type E 127, zijn in het centrale bedieningspaneel ook twee éénzijdig band bijschakelpanelen ondergebracht, die het mogelijk maken om uitzendingen van het éénzijdig band systeem te kunnen ontvangen.

Het modulatie patroon van de zenders kan geobserveerd worden op twee in het paneel ingebouwde kathodestraalbuizen, terwijl tevens aanwezig zijn microfoon - telefoon „level indicators” met regelaars om het volume van het uitgaande en inkomende gesprek te meten en konstant te houden.

Op de bedieningstafel staan verder nog een dienst huistelefoon, een passagiers-huistelefoon, alsmede een intercom-apparaat voor gesprekken met de telefoons, de wachtkamers, de antenneversterker ruimte en de werkplaats van het radiostation.

Het centrale bedieningspaneel is drie meter lang en zestig centimeter hoog.

Alle panelen kunnen uitgeschoven of uitgekapt worden. Bovendien is de achterwand in gedeelten afneembaar, zodat de bereikbaarheid bij service zeer groot is. Het paneel is geplaatst op twee stalen schrijfbureaux met ingebouwde schrijfmachine. De achterkant van deze bureaux bevat een boekenkast en twee kastjes waarin de „geheimpanelen” zijn ondergebracht. Deze „geheimpanelen” zijn een essentieel onderdeel van de radiotelefonie. Het is n.l. niet gewenst dat de uitgaande en inkomende gesprekken door iedereen afgeluisterd kunnen worden. Om dit te voorkomen worden de spraakfrequenties, direkt achter de microfoon versterker, omgedraaid. Dit omkeren van het frequentie spectrum geschiedt met behulp van een 3000 Hz oscillator die gemoduleerd wordt met de spraakfrequentie van bijv. 200—2700 Hz. Er ontstaan dan $f + f_1$ en $f - f_1$. Laatstgenoemde band is dan 2800—300 Hz. De bovenste band $f + f_1$ wordt in een scherp filter uitgeselecteerd evenals de 3000 Hz frequentie. Een lage toon is nu een hoge toon geworden, waardoor de verstaanbaarheid verdwenen is. Bij het ontvangen wordt door middel van dezelfde 3000 Hz oscillator de 2800—300 Hz band op analoge wijze weer omgekeerd in een 200—2700 Hz band.

De Hoofdtelegrafie tafel staat tegen de achterwand van het radiostation. Op deze tafel is een Philips communicatie ontvanger type BX 925 en een bedieningspaneel geplaatst. Deze Philips ontvanger is een super-heterodyne ontvanger met

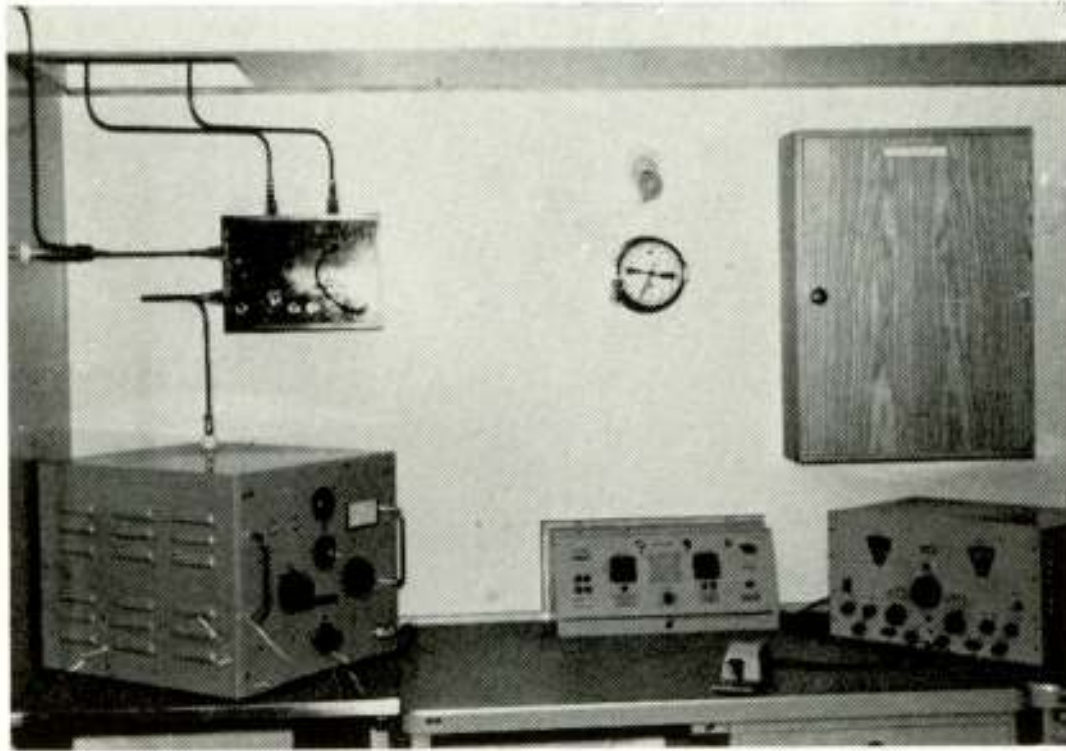


Figuur 5
Hoofdtelegrafie tafel

een frequentie bereik van 210—540 kHz en 1,4—32 MHz; de midden frequentie bedraagt 735 kHz. Het toestel bevat 16 buizen. Er wordt geseind met de z.g. tussenhoor inrichting d.w.z. als de sleutel wordt neergedrukt, wordt door het openen van de achterkontakten de ontvanger geblokkeerd, zodat de eigen zender dan niet gehoord kan worden. Bij het ontvangen en zenden op dezelfde frequentie is dit van groot voordeel. Tussen de sein pauzes in is de ontvanger weer „open” en kan men de tegen stations horen en controleren of er gestoord wordt tijdens het overseinen van telegrammen. De Globespan telegrafie-zender, die ook reserve telefonie-zender is, staat haaks op deze telegrafie tafel, naast de Globespan telefonie-zender.

Tussen de achterzijden van de Globespan en NT 201 zenders en de wand is een ruimte van zestig centimeter; de achterzijden van de zenders zijn afneembaar gemaakt zodat ook hier de service-mogelijkheden zijn vergroot. De voedingsapparaten van de NT 201 en beide Globespan zenders zijn onder deze zenders geplaatst. Voor de Globespan is de voedingsspanning 3 x 115 V. en voor de NT 201 : 1 x 115 V, 60 Hz. Daar de scheepsspanning 3 x 440 V bedraagt zijn in de transformatorruimte van het radiostation vier transformatoren 440/115 V geplaatst en wel een dubbel stel voor drie fase en een dubbel stel voor éénfase. Op een gekombineerd zekering- en schakelbord kan met een schakelaar één der reserve transformatoren in gebruik worden genomen. De verschillende voedings-

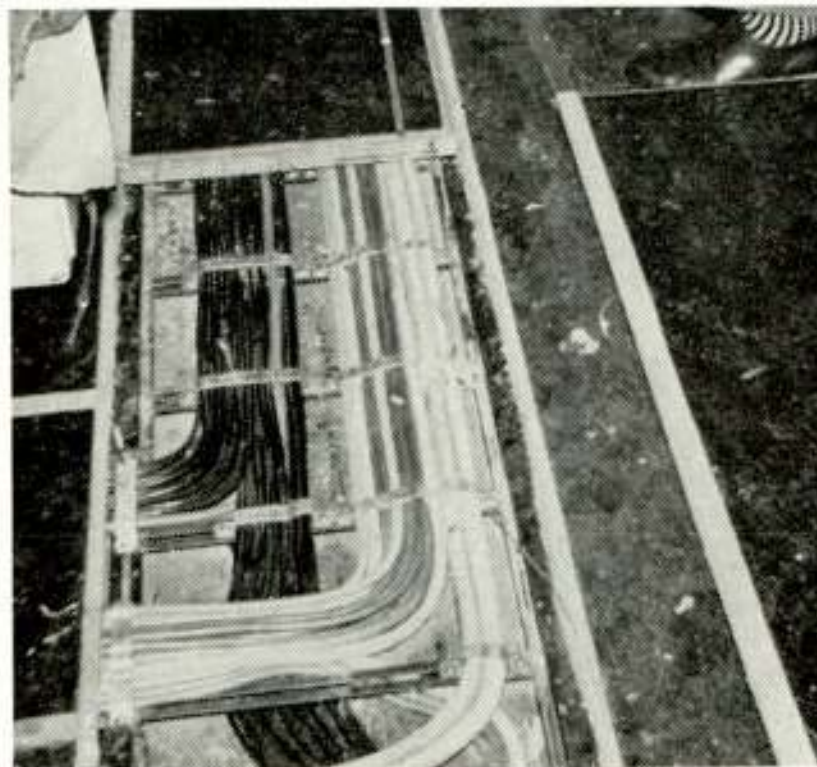
spanningen van de schakelpanelen, ontvangers, zenders etc. zijn afzonderlijk op dit bord gezekerd en afschakelbaar. Tevens is in de transformatorruimte een laadgelijkrichter voor de 24 Volt noodbatterij ondergebracht, welke omschakelbaar is op de leiding die naar de motor reddingsloep loopt waarin een vaste sloep-installatie is ondergebracht, om ook de 24 V batterij van deze installatie te kunnen laden.



Figuur 6
Noodtafel

De nood zend/ontvang installatie is tegen de voorwand van het radiostation geplaatst en bestaat uit een zender type Renovas, een ontvanger Philips BX 925 en een bedieningspaneel. De ontvanger wordt normaal uit het wisselspanningsnet gevoed; in noodgevallen via een 24 Vgs/115 V ws omvormer uit de akkubatterij.

Bij de aanneemloketten is een z.g. wacht ontvanger geplaatst, hoofdzakelijk om het verkeer op de nood- en oproep freq. van 500 kHz te kunnen volgen. Een nieuwigheid voor de Nederlandse vloot is ook de buizenpost. Bij elk der twee loketten is een kastje aangebracht waarin een buisje — bevattende b.v.



Figuur 7
Kijkje in de kabelgoot

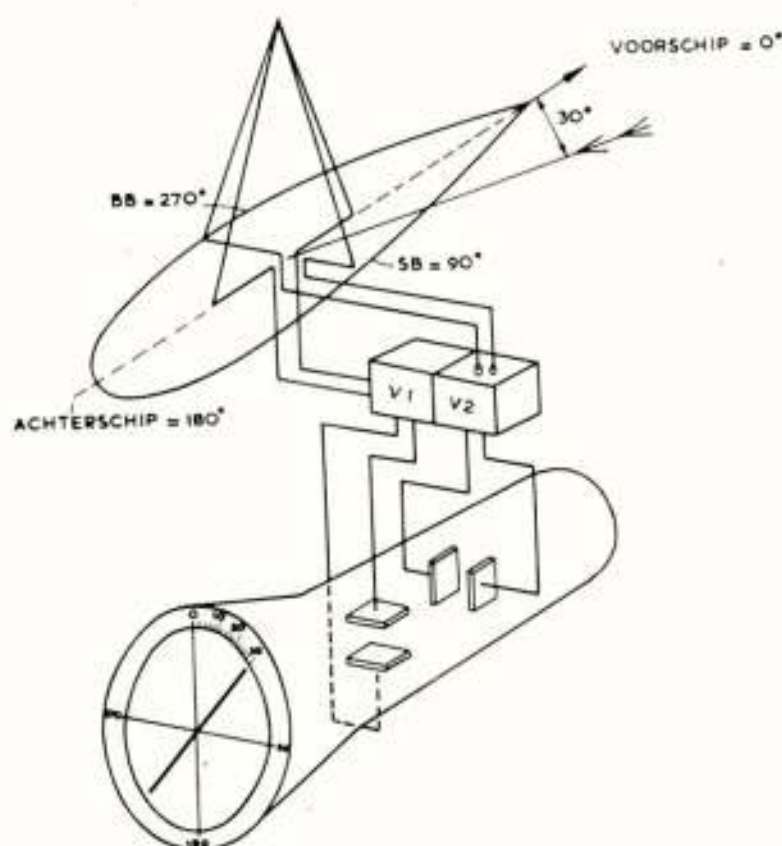
een af te leveren telegram — gestopt kan worden. Door luchtdruk vliegt dit buisje via een buizenleiding naar de „Chief Steward's Office" eerste of touristen klasse. Omgekeerd kunnen van deze kantoren de recu's enz. worden „terugblazen" naar het radiostation.

De Plot-kamer

Verlaten we nu het radiostation om een dek hoger op de brug een kijkje te gaan nemen, dan is hiervoor een wandeling nodig over een afstand van 70 meter.

In een speciale plot-kamer waarvan de wanden zwart gemaakt zijn en een diffuus licht de waarnemingen vergemakkelijkt, staat onder andere een Sperry radar-indicator. Deze indicator heeft een kathodestraalbuis met een diameter van 16". De bereiken waarop ingeschakeld kan worden zijn 1, 2, 6, 16 en 40 zeemijlen. De Sperry radar werkt met een golflengte van 3 cm (freq. ± 10.000 MHz) en heeft een piekvermogen in de pulsen van 65 kW. De pulsduur is op de eerste drie bereiken 0.1μ sec. op de twee laatste bereiken 0.4μ sec.

Aan deze radar is gekoppeld een Raytheon True Motion indicator. In tegenstelling tot de conventionele scheepsradar, waar het eigen schip zich steeds in het midden van het scherm (kathodestraalbuis) bevindt en men moeilijk stilstiggende voorwerpen van varende schepen kan onderscheiden, geeft de True Motion radar het eigen schip als een bewegend voorwerp volgens eigen snelheid en koers over het scherm aan. Ook andere varende schepen bewegen zich volgens snelheid en koers over het scherm, terwijl stilstaande voorwerpen stil blijven



Figuur 8
Principe van de Zichtpeiler

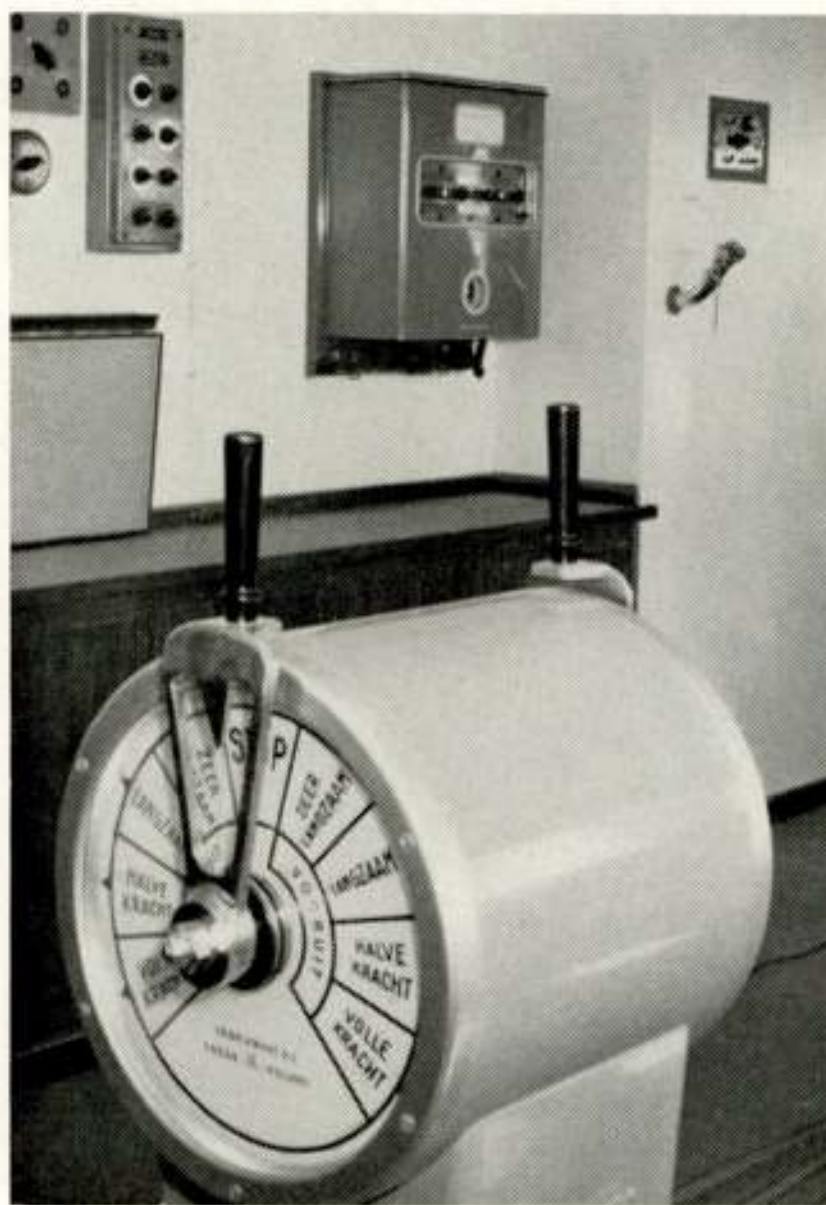
staan. Een bijzonderheid van deze Raytheon True Motion radar is het „geheugen”. De kathodestraalbuis is n.l. voorzien van een gevoelige laag waarop de echo's zeer lang vastgehouden kunnen worden, naast een gevoelige laag met een normale belichtingstijd.

De echo's op deze extra gevoelige laag zijn alleen zichtbaar indien ze belicht worden met infra rood licht, dat wordt ingeschakeld met behulp van een schakelaar op de indicator. Men ziet dan van de bewegende voorwerpen (varende schepen) inplaats van een stip, een lange staart, lengte en richting van deze staart afhankelijk van snelheid en koers.

Hieruit kan de navigator allerlei konklusies trekken ter voorkoming van een aanvaring. Door dit scherm met een extra sterke infra rode belichting te beschijnen, verdwijnen de opgetekende echo's en kan men opnieuw beginnen met een „schone lei”.

In de plotkamer staan verder een Sperry Loran en een visuele radiopeiler fabrikaat Plath. De Loran (longrange navigation) is een apparaat waarmee het verschil in looptijd tussen twee radiogolven wordt gemeten. Er zijn speciale Loran uitzendstations die door een geëigend systeem, een serie waarnemingen mogelijk maken waaruit de navigator op afstanden van 1000 à 2000 zeemijlen nauwkeurig de positie van het schip kan bepalen.

De visuele radiopeiler is in tegenstelling tot de conventionele peiler, waar de peiling van een radiostation wordt genomen door het minimum signaal te bepalen op het gehoor, een apparaat waarmee de peiling direkt zichtbaar gemaakt wordt op een kathodestraalbuis. Er zijn twee loodrecht op elkaar geplaatste raamantennes, elke raamantenne is aangesloten op een afzonderlijke versterker. Voorwaarden aan deze versterker verbonden zijn: gelijke versterkingsgraad en gelijke phase doorloop. Door eerst de ingangen van beide versterkers parallel te schakelen waardoor op elke versterker een even sterk signaal van het te peilen station komt, regelt men met een sterkte regelaar en een phase verschuiver zodanig dat de peilstreep op de kathodestraalbuis precies op 45° staat. Eén versterker is aangesloten op de horizontale afbuigplaten, de andere versterker op de verticale afbuigplaten. Heeft men deze 45° streep ingesteld, dan is dus de versterking en de phase van beide versterkers gelijk. Nu wordt overgeschakeld op de stand peilen waarbij elk raam aan zijn eigen versterker wordt aangesloten. De spanning welke in een raam wordt opgewekt is o.a. evenredig met de cosinus van de hoek tussen raamvlak en richting van de electro magnetische golf. Is deze hoek voor het ene raam 30° dan is ze voor het andere raam 60° . De spanningen verhouden zich dan als $\frac{1}{2} \sqrt{3} : \frac{1}{2}$ enz. De spanningen op de afbuigplaten verhouden zich eveneens als $\frac{1}{2} \sqrt{3} : \frac{1}{2}$. De kathodestraal neemt onder invloed van deze beide spanningen een stand in van 30° t.o.v. het ene stel en 60° t.o.v. het andere stel platen. Een graadverdeling van $0-360^\circ$ rondom de kathodestraalbuis maakt het mogelijk de peiling af te lezen (zie fig. 8). Onder invloed van allerlei terugstraal effecten door masten en stagen ontstaat er een storing waardoor een 90° phase verschoven spanning wordt geïnduceerd in de ramen. De streep op de kathodestraalbuis wordt dan een ellips welks middellijn echter in de juiste richting van de peiling staat. Met behulp van een draaibare peilstreep kan men op eenvoudige wijze de middellijn van deze ellips bepalen. Voordelen van deze peiler boven de minimum peiler zijn: grotere reikwijdte, men maakt gebruik van de maximale veldsterkte en veel minder last van storende zenders en van scheepsstoringen.



Figuur 9

30 kanalen VHF Scheepsmobilofoon op de commandobrug

De kaartenkamer

In de kaartenkamer hangt een echolood type Raytheon DE 103 met een papierrol waarop de echo van de zeebodem wordt opgetekend en zodoende de diepte van het water aangeeft.

Verder bevinden zich hier nog een Decca navigator, een draagbare reddingboot installatie en een door een kristal gestuurde tijdmetr. De Decca navigator geeft evenals de Loran de navigator de gelegenheid om de positie van het schip te bepalen. In dit systeem wordt niet het tijdsverschil van 2 of meer radiogolven gemeten, doch het fase verschil in deze radiogolven. Het bruikbare bereik van dit systeem is 300 à 500 zeemijlen.

De draagbare reddingboot installatie bevat een zender en een ontvanger waarvoor de energie wordt opgewekt door een handgenerator. Het geheel is ingebouwd in een waterdichte kist met een volume groot genoeg om het apparaat te doen drijven zodat het in tijd van nood zonodig overboord gegooid kan worden en dan door één der reddingboten kan worden opgepikt.

Op de brug hangt een diepte indicator, waar de teruggekaatste echo een ronddraaiend neonbuisje doet oplichten. Passeert deze neonbuis de 0 van de schaal dan wordt een sterk ultra sonor signaal uitgezonden, teruggekaast door de zeebodem, weer opgevangen door de uitzendprojector om na versterking het neonbuisje te doen oplichten. De diepte wordt op dat moment afgelezen op de ronde schaal. Deze is doorgaans verdeeld in vaders en/of voeten.

De brug

Op de commandobrug zijn verder geplaatst een Sperry radar indicator en een 30 kanalen Philips scheepsmobilfoon speciaal bedoeld voor de „port operation” gesprekken.

Het behoeft geen betoog, dat een als hierboven omschreven installatie een uitgebreide staf personeel vergt. De „Rotterdam” vaart dan ook met 9 telegrafisten die het radioverkeer moeten onderhouden en de zorg voor de technische zijde van het radiostation hebben. De elektronische apparatuur op de brug wordt doorgaans verzorgd door een der navigatieofficieren die hiervoor een speciale opleiding heeft genoten.

W. P. Stiekema

S.V.E.N.

Verslag van het bestuur der Stichting tot bevordering van het Vakonderwijs op het gebied van de Elektronica in Nederland over de periode van 1 mei 1958 t/m 30 april 1959.

1. Inleiding.

Het vakonderwijs op het gebied van de elektronica in Nederland is in het verslagjaar langs verschillende banen tot verdere ontwikkeling gekomen.

De belangstelling van het bedrijfsleven was ten deze in het bijzonder gericht op een passende vakopleiding op het gebied van elektronische meet- en regeltechnieken.

De ontwikkeling van de techniek in de richting van automatisering, van verfijning van de regeling van industriële productieprocessen, van nauwkeurige en snelle verwerking van uitvoerige gegevens op allerlei gebied stimuleerde in steeds meer bedrijfstakken de vraag naar vakbekwame medewerkers op het gebied van deze jongste tak van de techniek.

Uiteraard werden deze medewerkers in eerste instantie gezocht op het terrein van de aanverwante techniek, t.w. de radiotechniek, en wel voornamelijk onder degenen die reeds een N.R.G.- of V.E.V.-monteursdiploma dan wel een N.R.G.-diploma Radiotechnicus hadden verworven. De opleiding voor de betreffende examens was vrijwel uitsluitend verbonden aan particuliere opleidingsinstituten en/of bedrijfsscholen.

In het verslagjaar won steeds meer de overtuiging veld dat de vakopleiding gericht moet worden op het gehele brede terrein van de elektronica, met specialisatiemogelijkheden voor radiotechniek, voor televisietechniek, voor meet- en regeltechniek en voor eventuele andere bedrijfstakken, waarbij een dergelijke specialisatie gewenst mag blijken.

Programma's voor vakopleiding op het gebied van de elektronica werden in deze geest ontwikkeld.

Eenzijds werden door de V.E.V. in eerste instantie elektronica-applicatiecursussen ontwikkeld voor hen die reeds een N.R.G.- of V.E.V.-monteursdiploma hadden behaald.

Anderzijds echter werd door de Vereniging voor Uitgebreid Technische Scholen in Nederland (V.U.T.S.) een applicatiecursus elektronica ontworpen voor bezitters van een diploma U.T.S., afd. elektrotechniek. Door deze laatste ontwikkeling ontstond steeds meer vraag naar een passend instrumentarium aan U.T.S.'en met een afdeling elektrotechniek. Hierdoor wordt uiteraard een grotere spreiding bevorderd van de scholen en opleidingsinstituten, waaraan „elektronica“-cursussen gegeven kunnen worden.

Ten aanzien van de doelstelling van onze stichting bleek hierbij het volgende:

- 1e. Nu gesubsidieerde scholen worden voorzien van een passende inventaris, geschikt voor vakopleiding op elektronisch gebied, wordt de tegenstelling tussen deze en de bestaande particuliere onderwijsinstituten nog meer geaccentueerd.
- 2e. Gezien het feit, dat de overheid, beperkt door de mogelijkheden van de Rijksbegroting, een voorzichtig beleid moet voeren bij het voldoen aan verzoeken om subsidiëring van „elektronica“-cursussen, wordt ook door deze cursussen voor het benodigde instrumentarium een beroep gedaan op de S.V.E.N., zolang zij nog niet voor overheidssubsidie in aanmerking komen.

Uiteraard slaat het bestuur van onze stichting krachtens de doelstelling van haar naam de uitbreiding van het aantal opleidingsmogelijkheden in den lande met belangstelling en instemming gade.

Hoewel de middelen, die aan het bestuur ter beschikking werden gesteld, nog in genen dele voldoende waren om te voorzien in de tekorten van de opleidingsinstituten, kon de actie tot het verbeteren van het instrumentarium van de bestaande cursussen op bevredigende wijze voortgang vinden.

Andere vormen van steunverlening konden niet in beschouwing worden genomen bij gebrek aan voldoende middelen.

2. Bestuur.

In de samenstelling van het bestuur kwam in het verslagjaar geen wijziging. De aan de beurt van aftreding zijnde bestuursleden, t.w. de heren W. van den Born, ir. P. H. Boukema, ir. J. A. J. Bouman en ir. A. J. Ehnle werden herkozen. Alle gekozenen aanvaardden hun herbenoeming.

Het bestuur kwam tweemaal bijeen.

Lopende zaken werden in nader overleg tussen voorzitter, secretaris en penningmeester geregeld.

De secretariaatswerkzaamheden werden verricht met medewerking van het centraal bureau van de V.E.V.

Het aantal ingekomen brieven bedroeg 242, het aantal verzonden brieven 198. Daarnaast werden nog ontvangen 48 poststukken en verzonden 4913.

Er werden 29 gestencilde stukken gereedgemaakt met in totaal 49 pagina's.

3. Werkcommissie.

De werkcommissie, bestaande uit de heren ir. P. H. Boukema, C. A. J. Meijer en A. P. Moelands heeft in het verslagjaar controlebezoeken gebracht aan de door de stichting gesubsidieerde cursussen. De leiding van de betrokken instituten toonden zich zeer erkentelijk voor de beschikbaar gestelde materialen en meetinstrumenten.

Zoals reeds werd medegedeeld, kon in het verslagjaar niet tegemoet gekomen worden aan geuite wens tot steunverlening op het gebied van salariëring, uitbreiding personeel, verbetering van gebouwen, van inventaris e.d.

4. Middelen.

De bedrijfsbijdragen beliepen in het verslagjaar een totaal van f 32.052,50.

Dit bedrag is geheel besteed voor aankoop van meetinstrumenten en van apparaten. Het verslagjaar werd afgesloten met een nadelig saldo van f 693,19.

Een der begunstigers heeft een bedrag van f 10.000,— beschikbaar gesteld voor aankopen uit het eigen produktieprogramma.

Een aanmerkelijke bijdrage betekenden voorts diverse zendingen gebruikte meetinstrumenten, gebruikte apparaten, onderdelen en materialen, zoals beschikbaar gesteld vanwege het ministerie voor Defensie en verschillende bedrijven.

Toezeggingen, w.o. zeer belangrijke, zowel op het gebied van financiën en/of materialen, die nog niet konden worden geëffectueerd, werden dankbaar aanvaard. Wil de stichting haar taak naar behoren vervullen, dan is een toeneming van de belangstelling zowel van het particuliere- als het overheidsbedrijfsleven dringend noodzakelijk.

Een subsidie van de centrale overheid, aangevraagd tot een totaal van f 150.000,— is wel opgenomen op de rijksbegroting, maar kon nog niet worden uitgekeerd. Inmiddels is reeds gebleken, dat de administratieve afwikkeling van deze uitkering nog aan diverse formele regelingen is gebonden, welke een vlotte afdoening in de weg staan.

Desalniettemin vertrouwt het bestuur vóór het begin van het cursusjaar 1959—1960 tenminste over een gedeelte van dit bedrag te kunnen beschikken.

Een nieuwe aanvraag voor eenzelfde subsidie over 1960 is ingediend.

5. Steunverlening.

Gesteunde opleidingsinstituten.

Aan opleidingsinstituten in de volgende centra werd steun verstrekt: Amsterdam, 's-Gravenhage, Haarlem, Nijmegen, Rotterdam en Schiedam.

In de loop van het verslagjaar zijn contacten tot stand gekomen met scholen in Arnhem, Breda, Emmen, Gorinchem, Groningen, Heerlen, Den Helder, Helmond, Hengelo, 's-Hertogenbosch, Leeuwarden en Roermond, welke gedeeltelijk reeds in het komende verslagjaar S.V.E.N.-steun zullen kunnen verkrijgen. Verdere spreiding van het aantal cursussen zal onzerzijds worden bevorderd, als en voor zover de behoefte aan uitbreiding nodig of gewenst lijkt.

In het verslagjaar werd aan 13 cursussen een zending dumpmaterialen ter

beschikking gesteld. Voorts werd een aantal gebruikte meetinstrumenten door het bedrijfsleven ter beschikking van de S.V.E.N. gesteld voor verdeling onder cursussen.

Einde 1958 werd aan de cursussen een lijst toegezonden van de beschikbare apparaten, opdat deze hieruit een keuze konden maken.

Het bestuur heeft in het voorjaar van 1959 besloten om een bedrag te bestemmen voor aanvulling van de hieruit voortgekomen keuze-aanvraag met nieuwe apparaten.

Voorts heeft het bestuur de aanschaffing goedgekeurd van 8 stel standaard basisuitrustingen (omvattende 1 universeelmeetinstrument, 1 R.C.-generator, 1 buisvoltmeter, 1 oscilloscoop, 1 elektronenschakelaar, 1 universeelmeetbrug, 1 meetzender, 2 regeltrafo's), bestemd voor nieuwe cursussen die voor een S.V.E.N.-ondersteuning in aanmerking komen.

Alle meetinstrumenten en apparaten werden uitsluitend op basis van bruikleen aan de betr. cursussen afgestaan.

Ten slotte is aan elke bij de S.V.E.N. ingeschreven cursus de gelegenheid geboden tot aanschaf via de S.V.E.N. van materialen en onderdelen tot een cataloguswaarde van f 500,—, terwijl documentatiemateriaal, buizenboekjes e.d. op gunstige voorwaarden betrokken konden worden.

6. Instructie leerkrachten.

In samenwerking met onze stichting werd door de Vereniging voor Uitgebreid Technische Scholen (V.U.T.S.) de organisatie van een leerlang van ca. 100 lestijden voor U.T.S.-leraren ter hand genomen, waaraan ook leraren van bij de S.V.E.N. ingeschreven opleidingsinstituten kunnen deelnemen.

Vergoeding van cursusgeld, reis- en verblijfkosten van leraren aan gesubsidieerde uitgebreid technische scholen zal via de subsidieregeling van overheidswege gefinancierd kunnen worden.

Het is de bedoeling, dat de leraren die via de S.V.E.N. worden ingeschreven bij de leergang, deze kosten bij de S.V.E.N. kunnen declareren.

7. Slotwoord.

Ook al kon in de verslagperiode slechts op beperkte schaal tegemoet gekomen worden aan de bestaande tekorten bij de opleidingsinstituten, het stemt tot voldoening dat toch voorzien kon worden in de grootste nood bij de bestaande scholen.

De ontwikkeling van cursussen op elektronisch gebied bij U.T.S.'en en andere gesubsidieerde scholen heeft een uitbreiding ondergaan, die bij de oprichting van de S.V.E.N. niet kon worden voorzien.

Uiteraard zal mettertijd een onderling evenwicht tussen deze en de particuliere opleidingsinstituten moeten ontstaan.

Hoe het resultaat van dit samenspel van opleidingsmogelijkheden ten slotte zal zijn, valt thans nog niet te overzien.

In ieder geval wordt de bevordering van het vakonderwijs op elektronisch gebied gediend door de ontwikkeling van studieprogramma's en leermiddelen zoals deze thans ter hand zijn genomen.

Waar e.e.a. speciaal gericht is op moderne elektronische technieken, zal deze ontwikkeling ongetwijfeld mede ten goede komen aan de vakopleiding op radio- en televisiegebied.

Het bestuur van onze stichting vertrouwt ook in het volgende verslagjaar een passende bijdrage aan deze ontwikkeling te kunnen geven, daartoe in staat gesteld door ruime steun van overheid en bedrijfsleven.

LANGE AFSTANDS RADAR OP SCHIPHOL

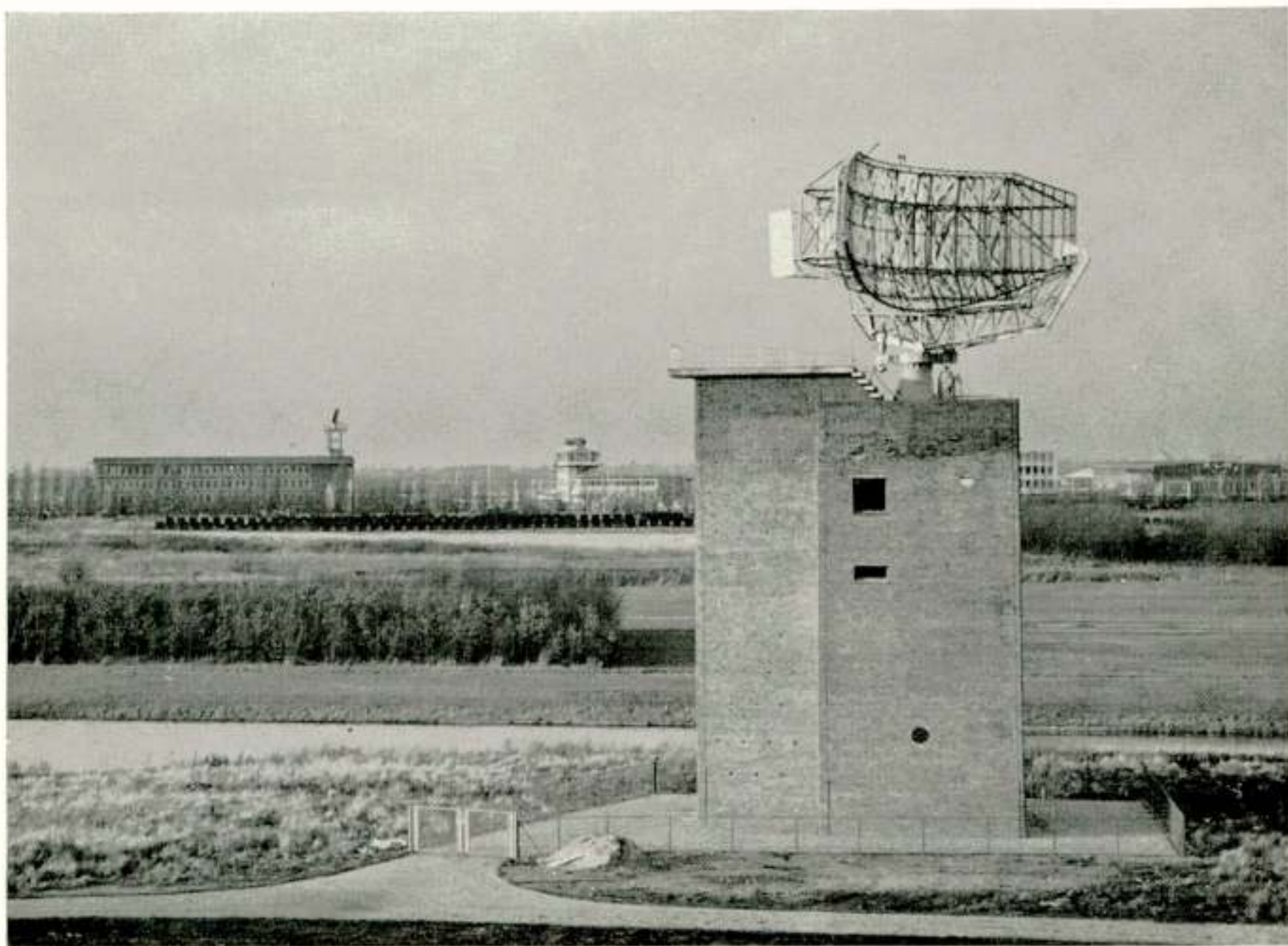
Rijksluchtvaartdienst ontving nieuwe radar-apparatuur.

Op 22 december 1959 werd op Schiphol de lange afstandsradar officieel aan de Rijksluchtvaartdienst overgedragen.

Deze radar zal de verkeersleiders in staat stellen (verkeers)vliegtuigen tot op een afstand van ruim 300 km en tot op een hoogte van 50.000 voet (15.000 meter) waar te nemen.

Tot nu toe beschikte de Rijksluchtvaartdienst te Schiphol over een rondzoekradar met een bereik van bijna 100 km en tot een hoogte van ongeveer 10.000 voet. Deze radar wordt in hoofdzaak gebruikt om vliegtuigen tijdig op te vangen en geleiding te geven ter voorbereiding van hun landing.

Nu het verkeer met straalvliegtuigen zijn intrede in de burgerluchtvaart heeft



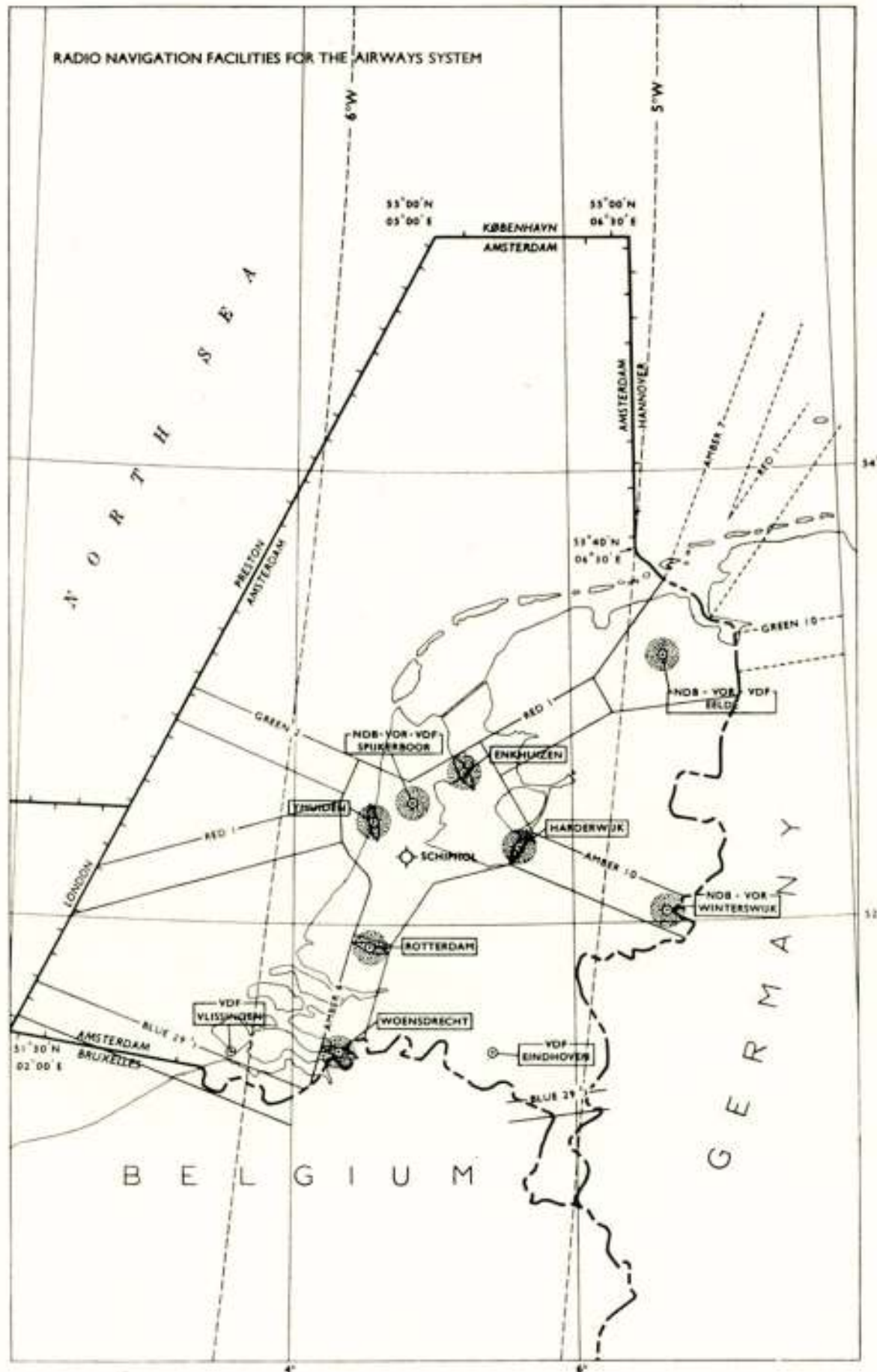
gedaan is het in verband met de veel grotere snelheden en de grotere vlieghoogten noodzakelijk over een radar te beschikken, die de vliegtuigen tot op grotere afstand en hoogte kan zien. De dubbel uitgevoerde installatie is geleverd door Philips Telecommunicatie Industrie te Hilversum. Het omvangrijke antennesysteem is in opdracht van Philips Telecommunicatie Industrie ontworpen door de N.V. Hollandse Signaal Apparaten te Hengelo, die de constructie van de eigenlijke antenne met reflector opdroeg aan Fokker en het elektrische gedeelte van de antenneaandrijving aan Smit - Slikkerveer.

De beeldkasten, welke voorzien zijn van een beeldbuis met een middellijn van 38 cm, zijn geleverd door de Engelse firma Marconi; deze beeldschermen zijn voorzien van z.g. „Intertrace” waarover hier onder meer bijzonderheden worden gegeven.

De reflector van de antenne is 16 meter lang en ruim 5 meter hoog. Het gewicht bedraagt 17 ton. De constructie is bestand tegen windsnelheden tot 140 km/uur.

Dit omvangrijke gevaarte, dat normaliter met zes omwentelingen per minuut het luchtruim afzoekt, is geplaatst op een door de Rijksgebouwendienst ontworpen gebouw, dat door het Aannemersbedrijf J. G. Mak te Rotterdam in het Amsterdamse Bos gebouwd. In het gebouw zelf is de radar-apparatuur, de elektrische voeding en een noodstroom generator opgesteld.

De Algemene Verkeersleiding, die belast is met de regeling van het luchtverkeer in de luchtwegen en in de hogere luchtruimte boven 20.000 voet (6100 m) hoogte, krijgt de beschikking over twee beeldschermen, één voor de verkeersleider die het verkeer ten oosten van de Noord-Zuid lijn door Schiphol



en één voor zijn collega, die het verkeer ten Westen van die lijn regelt. De kasten zijn, zoals gezegd, voorzien van z.g. „intertrace”, d.w.z. dat bepaalde gegevens op elektronische wijze op de beeldbuis kunnen worden weergegeven.

Deze gegevens zijn:

- 1e. de peilingslijnen van de te Spijkerboor, Vlissingen en Eindhoven opgestelde automatische peilers. Wanneer een vliegtuig radiotelefonisch in verbinding staat met de verkeersleider te Schiphol wordt het automatisch gepeild, hetgeen op de beeldbuis van de radar wordt weergegeven door een lichtlijn tussen de desbetreffende peilstations en de radarecho van

het vliegtuig. Deze peilingslijnen geven de mogelijkheid om de radarecho's te identificeren hetgeen, vooral bij druk verkeer, wanneer vele radarecho's op het scherm zichtbaar zijn, voor de verkeersleider van grote waarde is.

- 2e. een instelbare koerslijn, die de richting en de afstand tussen elke twee willekeurige punten op het scherm meet.
- 3e. per beeldscherm twee echo-markeringssymbolen, d.w.z. dat de verkeersleider twee van de zich op het scherm vertonende vliegtuigecho's langs elektronische weg van een markeringssymbool kan voorzien. Met behulp van een z.g. „joystick“ kan hij de beweging van de radarecho door het markeringssymbool doen volgen. Ook deze wijze van markering is een uiterst welkom hulpmiddel om een radarecho blijvend te identificeren. Dit biedt tevens een gemakkelijke gelegenheid om de leiding van een bepaald vliegtuig over te dragen aan de verkeersleider achter het andere scherm, aan wie de bewuste radarecho „aangewezen“ kan worden, door het markeringssymbool langs elektronische weg gelijktijdig met het radarbeeld op zijn scherm zichtbaar te maken.

Op het beeldscherm wordt binnenkort ook op elektronische wijze een kaartbeeld geprojecteerd (videomapping) tot een afstand van 120 zeemijlen (222 km).

De beeldschermen zijn instelbaar op bereiken van resp. 40, 80, 120, 160 en 200 zeemijlen.

De radar is voorzien van z.g. MTI (Moving Target Indication), d.w.z. dat desgewenst de echo's van vaste voorwerpen geëlimineerd kunnen worden en alleen echo's van bewegende voorwerpen (vliegtuigen) zichtbaar blijven. Dit is van belang wanneer de echo van een vliegtuig in het grote aantal vaste echo's dreigt te verdrinken.

Enige technische gegevens:

Type van de radar: Philips SGR 200/04 in dubbele uitvoering

Golflengte: $\pm 23,5$ cm (frequentie 1220-1350 MHz)

Pulsvermogen: 600 KW.

Horizontale bundel-breedte 1 à 1.1°

Verticale bundel-breedte cosecans² 1 : 14

Opstraalhoek 30°.

Impulslengte: instelbaar op 5 en 2 microseconden.

Impulsherhalingsfrequentie: instelbaar op 250 en 500 microseconden.

Omwentelingssnelheid van antenne: regelbaar tussen 1 en 10 omwentelingen per minuut.

De installatie is voorzien van een diesel-elektrisch noodstroom-aggregaat van 180 kVA, bestaande uit een Rolls-Royce diesel-motor, gekoppeld aan een van Kaick zelfregelende generator, geleverd door de Kromhout Motoren Fabriek te Amsterdam, dat automatisch zeer snel aanloopt bij wegvallen van de netspanning en zodoende de stroomlevering vrijwel direct overneemt.

De kabels, welke de verbinding vormen tussen de radar-installatie en de beeldkasten in de verkeerstoren, zijn geleverd door de Nederlandse Kabelfabriek te Delft en gelegd door de aannemer M. Meijssen te Naarden. Het installatiewerk is in opdracht van Philips uitgevoerd door de Electrotechnische Fabriek de „Hoop“ te Rotterdam en het plaatsen van het antennesysteem door de firma van Twist te Dordrecht.

U.R.S.I.

XIIIe ALGEMENE VERGADERING VAN U.R.S.I.

Londen, 5 - 15 september 1960

De Union Radio Scientifique Internationale (URSI) zal van 5 t/m 15 september 1960 in Londen haar XIIIe Algemene Vergadering houden. De nadruk zal gelegd worden op de resultaten van het waarnemingsprogramma voor het Internationale Geophysisch Jaar.

Onder meer zullen de volgende onderwerpen behandeld worden:

Time signals and frequency standards, atomic standards, radio measurement of power.

Tropospheric propagation, radio meteorology and climatology.

Rocket and satellite observations, the ionosphere, the exosphere.

Atmospheric noise, whistlers, man made noise.

Galactic radio emission, solar phenomena, planets and meteors.

Information theory, coding, statistically inhomogeneous media.

Molecular and parametric amplifiers, microwave properties of ferrites.

Space research and space radio relays.

Deelneming aan het congres wordt gecoördineerd door het Ned. Nat. URSI Comité. Voordrachten worden als regel alleen gehouden na invitatie. Alle verdere inlichtingen over het congres worden verstrekt door de secretaris van het Ned. Nat. URSI Comité:

Ir. P. L. M. van Berkel
Dr. Neherlaboratorium der PTT
Leidschendam

POLYTECHNIC INSTITUTE OF BROOKLYN

Van 19 tot en met 21 april 1960 organiseert het Polytechnisch Instituut van Brooklyn een internationaal symposium betreffende actieve netwerken en teruggekoppelde systemen.

Opgave voor deelname aan Professor Herbert J. Carlin, Microwave Research Institute, 55 Johnson Street, Brooklyn 1, New York.

De vergaderingen worden gehouden: Engineering Societies Building, 33 West, 39 Street, New York, N.Y.

INSTITUTE OF RADIO ENGINEERS

Het Institute of Radio Engineers, Professional Group on Microwave Theory and Techniques (PGMTT) is voornemens 9-11 mei 1960 te San Diego in Californië een symposium te houden het

1960 PGMTT Symposium

Belangstellenden worden uitgenodigd tot inzending van „papers in the field of microwave components, systems and physics”. One hundred word abstracts in triplicate and 500 word summaries in triplicate should be submitted before 15 January 1960 to

Dr. David B. Medved, Chairman
Technical Program Committee,
1960 PGMTT Symposium,
Convair, a Division of General Dynamics Corporation,
Mail Zone 6-172,
P.O. Box 1950,
San Diego 12, California.

NACHRICHTENTECHNISCHE GESELLSCHAFT

Het „Nachrichtentechnische Gesellschaft im VDE (NTG)“ houdt van 7-11 juni 1960 in München de „Internationale Tagung Mikrowellenröhren“.

Men kan zich als spreker voor voordrachten van maximaal 20 minuten aanmelden bij

Vortragsausschusz der internationalen Tagung
„Mikrowellenröhren“
Z. Hd. Herrn Prof. dr. W. Kleen,
München 8, Balanstrasse 73,

vóór 30 december 1959.

NIEUWE UITGAVEN

De redactie ontving de volgende nieuwe uitgaven:

Principles of Frequency Modulation door B. S. Camies.

Basic Audio, deel 1, 2, 3, door N. Crowhurst.

Antennes voor KG, FM en TV.

HI-FI versterkerschakelingen door E. Rodenhuis.

Deze uitgaven zullen in één der volgende nummers besproken worden.

Uit het Nederlands Radiogenootschap

WIJZIGING REDACTIE

Wegens drukke werkzaamheden heb ik tot mijn spijt het Hoofdredacteurschap met ingang van 1 januari 1960 moeten neerleggen.

Gaarne zeg ik langs deze weg allen dank met wie ik in mijn functie als Hoofdredacteur op zo'n prettige manier heb mogen samenwerken.

Het Bestuur van het Nederlands Radiogenootschap heeft met ingang van 1 januari 1960 als Hoofdredacteur Ir. L. Krul benoemd. Ik heb het volle vertrouwen dat Ir. Krul zijn beste krachten aan zijn nieuwe taak zal wijden en wens hem van harte veel succes toe.

Ir. H. T. Hylkema

NOTULEN

De Secretaris stelt sinds geruime tijd pogingen in het werk enige vermiste notulenboeken op te sporen, tot heden zonder resultaat. Het betreft boeken, waarin de door de Heren Nordlohne en van Soest als Secretaris gemaakte notulen zijn geschreven, voorafgaande aan de datum februari 1943. Het is niet mogelijk vast te stellen, waar en wanneer de boeken zijn verlorengeraakt. Mede in verband met ons komende jubileum zou de Secretaris het archief van het N.R.G. gaarne zo compleet mogelijk willen maken. Leden, die in deze aangelegenheid nuttige inlichtingen kunnen verstrekken worden uitgenodigd zich met de Secretaris in verbinding te stellen.

NIEUW LID

Mr. B. Barrow, c/o Shape Air Defence Technical Centre, Postbus 174, Den Haag.

VOORGESTELDE LEDEN

- Ir. J. H. W. Arends, Gestelsestraat 25g, Eindhoven (T.H.).
 Ir. J. M. Douwes Dekker, d/o S.A.D.T.C., Building 18, Parijs (Shape, Parijs).
 F. W. Hogesteeger, Nic. Ruyschstraat 6, Rotterdam (student TH).
 Ir. L. L. Kossakowski, Gabriël Metsulaan 13, Eindhoven (Philips).
 G. Lehmann, 3e Eeldepad 52, Den Haag (Van der Heem, Den Haag).
 Ltz. 1 J. Lennings, Laan v. Arenstein 23, Oegstgeest (Marine).
 K. A. B. Ubbink, Voorschoterlaan 143a, Rotterdam 16 (Octrooiraad).
 Ir. H. H. van de Ven, Belgerenseweg 15, Deurne/Vlierden (T.H., Eindhoven).
 Ir. L. E. Zegers, Pauwenlaan 47, Den Haag (RVO-TNO, Den Haag).
-

NIEUWE ADRESSEN VAN LEDEN

- Ir. P. A. van Deinse, Koudekerkseweg 86, Vlissingen.
 Ir. B. van Dijl, Deylerweg 17, Wassenaar.
 Ir. A. G. van Doorn, Van Wassenhovestraat 12, Eindhoven.
 Ir. E. G. Dorgelo, c/o Amperex Electronic Corp., Division of the North American Philips Co., 230, Duffy Avenue, Hicksville (L.I.), New York, U.S.A.
 R. Y. Drost, Ing., Hoflandlaan 13, Weesp.
 Drs. L. D. de Feiter, Aaltje Noordewierlaan 12, Bussum.
 F. Doornbos, p/a Kootwijk Radio, post Apeldoorn.
 Dr. H. Groendijk, Vesaliuslaan 9, Eindhoven.
 Ir. Y. B. F. J. Groeneveld, Tolakkerweg 76, Hollandse Rading.
 A. H. Hagendoorn, v. Wassenhovestraat 36, Eindhoven.
 Ir. J. D. Hoepelman, Spaaklaan 106, Utrecht.
 Ir. R. A. Kasper, Prinses Beatrixlaan 22, Oegstgeest.
 H. M. Koch, Trompenbergerweg 51, Hilversum.
 Ir. S. Korthals Altes, 328, Southfield Drive, Fayetteville, New York, U.S.A.
 Ir. L. J. W. van Loon, Dr. Lelylaan 19, Huizen (N.H.).
 Ir. J. Noordanus, Bachlaan 6, Huizen (N.H.).
 P. van Prooijen Ing., Spaaklaan 58, Utrecht.
 Ir. G. Radstake, Lopik Radio, Post IJsselstein.
 P. C. Tolck, Zeverijnstraat 3, Hilversum.
 Ir. J. J. P. Valetton, Hertesprieg 8, Eindhoven.
 Ir. R. v. d. Veen, Vliegenvangerlaan 13, Den Haag.
 Prof. Ir. W. H. v. Zoest, 1e Le Sage ten Broecklaan 87, Eindhoven.
-