

## Toelaatbare onderlinge storing van twee in frequentie gemoduleerde omroepzenders

door Th. J. Weijers

Laboratorium voor Wetenschappelijk Onderzoek der N.V. Philips'

Gloeilampenfabrieken Eindhoven - Nederland

### SUMMARY

In order to give data about the selectivity of an FM broadcast receiver the measurements must be made according to the two-signal method. The results of these measurements, made on three different receivers, are given and discussed. An interesting result is that, for an FM broadcast service in a given area, the required frequency band is reduced considerably if, by repeating the same frequency band at a sufficient distance, the central frequencies of the second set of transmitters are shifted over 50 kc/s or more.

Onder de selectiviteit van een radio-omroepontvangtoestel verstaat men het vermogen om van alle zenders (waaronder ook begrepen de eventuele andere storingsbronnen), die een spanning veroorzaken in de ontvangantenne, een bepaalde zender uit te kiezen en hoorbaar te maken, zonder dat de andere zenders een hinderlijke storing veroorzaken.

Vroeger is in dit Tijdschrift<sup>1)</sup> aangegeven, op welke wijze men deze selectiviteit kan meten, terwijl tevens van een aantal ontvangtoestellen voor amplitudemodulatie (AM) de meetresultaten zijn weergegeven en besproken. Thans willen we de overeenkomstige metingen voor frequentiemodulatie (FM) beschouwen.

In het geval van AM kan men reeds belangrijke gegevens betreffende de selectiviteit verkrijgen met behulp van de één-sigitaal-methode. Daarbij wordt een meetoscillator, 30% gemoduleerd met een frequentie van 400 Hz, over een kunstantenne

---

<sup>1)</sup> Tijdschrift v.h. Ned. Radiogenootschap, Deel VII blz. 156, 1937. Zie ook: Documents de la Conférence Européenne des Radio Communications, Lucerne 1933. blz. 280; Documents du C.C.I.R., Bucarest 1937, blz. 109.



met de ingangsklemmen van een ontvanger verbonden, de luidspreker vervangen door een weerstand en de spanning over deze weerstand gemeten bij verschillende frequenties van de draaggolf van hetingangssignaal. Hierbij kan men de spanning van hetingangssignaal constant houden en de uitgangsspanning meten als functie van de frequentie van de draaggolf van hetingangssignaal, ofwel men kan de uitgangsspanning constant houden en de spanning van hetingangssignaal meten als functie van zijn draaggolffrequentie.

Op deze wijze verkrijgt men echter geen volledig beeld van de selectiviteit van de ontvanger onder de condities, die bij normaal gebruik optreden. Door niet-lineaire effecten in de ontvanger kan de uitgangsspanning, veroorzaakt door een ongewenst signaal, bij aanwezigheid van het gewenste signaal soms groter, soms kleiner zijn dan bij afwezigheid van het gewenste signaal. Bovendien is bij de aangeduide meetmethode de invloed van de luidspreker geëlimineerd.

Een beter aan het praktische gebruik aangepaste meetmethode is de twee-signalen-methode, waarbij twee signalen, waarvan het ene het gewenste, het andere het ongewenste signaal voorstelt, aan de ingangsklemmen van de ontvanger worden toegevoerd, terwijl de luidspreker intact wordt gelaten. Het gewenste signaal wordt 30% gemoduleerd met 400 Hz en de ontvanger daarop afgestemd. De volumeregelaar wordt zo ingesteld, dat een bepaald uitgangsvermogen, bijv. 500 mW, aan de luidspreker wordt toegevoerd. Bij de volgende metingen blijft de volumeregelaar steeds in deze stand staan. Nu wordt de modulatie van ditingangssignaal weggenomen, zodat alleen de draaggolf overblijft. Het andere signaal, dat het ongewenste signaal voorstelt, wordt gemoduleerd met een gramfoonplaat, zo, dat de hoogste optredende modulatie diepte 90% bedraagt. Het verschil tussen de draaggolffrequenties der beide signalen wordt gevarieerd, waarbij telkens de spanning van het ongewenste signaal zo wordt ingesteld, dat juist geen storing wordt gehoord op korte afstand (bijv. 20 of 50 cm) midden voor de luidspreker. Deze spanning is een maat voor de selectiviteit.

De selectiviteitskrommen, die men op deze wijze verkrijgt, wijken af van de krommen, die men met de één-signaal-methode verkrijgt. De combinatietoon der draaggolven, kruismodulatie, kruisdetectie, de luidspreker-karakteristiek, de oorgevoeligheidskromme enz. doen bij de twee-signalen-methode hun normale invloed gelden, doch komen bij de één-signaal-methode niet tot



hun recht. Wat de gebruiker van het apparaat interesseert, is het gedrag onder normale gebruiksomstandigheden, dus de selectiviteitskrommen, gemeten volgens de twee-signalen-methode.

Bijzonderheden over de meetmethode, resultaten der metingen en beschouwing dezer meetresultaten vindt men in bovengenoemd artikel in Deel VII van dit Tijdschrift.

Bij frequentiemodulatie is het eveneens van belang te onderzoeken, welke amplitude van een storende zender toelaatbaar is tijdens de ontvangst van een gewenste zender als functie van het verschil der centrale frequenties van beide zenders.

In een FM-ontvanger treden de niet-lineaire effecten nog veel meer op de voorgrond dan in een AM-ontvanger. Men denke slechts aan de begrenzer, een essentieel niet-lineair element, waaraan de voordelen van FM boven AM in hoofdzaak te danken zijn. Een selectiviteitsmeting volgens de één-signaal-methode geeft een doorlaatkromme van het gehele toestel, een weliswaar nuttig gegeven, waaruit bepaalde conclusies kunnen worden getrokken, doch waaruit men in het geheel niet kan zien, welk storend signaal toelaatbaar is bij ontvangst van een gewenst signaal. Om de selectiviteit van het toestel te kunnen beoordelen is het bij FM dus beslist noodzakelijk, deze te meten volgens de twee-signalen-methode.

De schakeling der apparatuur en de wijze van meten is bij FM volkomen dezelfde als bij AM. Hiervoor moge daarom worden verwezen naar het meergenoemde artikel.

Voor radio-omroep met FM wordt algemeen een maximale frequentiezwaai van 75 kHz aangenomen. Ter voorkoming van distorsie is het noodzakelijk, dat de bandfilters in de ontvanger, die het in frequentie gemoduleerde signaal moeten doorlaten, minstens  $1\frac{1}{2}$  maal het frequentiegebied, bestreken door de momentele frequentie, doorlaten, dus in ons geval minstens 225 kHz breed zijn. Het verschil der centrale frequenties van de verschillende zenders stelt men algemeen op 200 kHz.

Daar bij FM bij gegeven frequentiezwaai de ingenomen bandbreedte vrijwel onafhankelijk is van de modulatiefrequentie en er dus geen compromis behoeft te worden gezocht tussen selectiviteit en kwaliteit, snijdt men in zender en ontvanger geen hoge tonen af, doch laat de reproductie doorlopen tot de hoogste hoorbare frequenties, n.l. ongeveer 15.000 Hz.

Van enkele FM omroepontvangers is de selectiviteit op de aangegeven wijze gemeten. Bij afwezigheid van het „ongewenste” signaal werd het „gewenste” signaal gemoduleerd met 400 Hz



tot een frequentiezwaai van 75 kHz en ingesteld op 1 mV. De ontvanger werd op dit signaal afgestemd en de volumeregelaar zo ingesteld, dat aan de luidspreker 1 watt werd toegevoerd. Bij de nu volgende metingen bleef de stand van de volumeregelaar onveranderd. Vervolgens werd de modulatie uitgeschakeld, terwijl de ongemoduleerde draaggolf van het gewenste signaal aanwezig bleef. Daarna werd het ongewenste signaal ingeschakeld en gemoduleerd met een gramfoonplaat tot een maximale frequentiezwaai (tijdens de sterkste passages) van 75 kHz. De amplitude van dit signaal werd ingesteld op verschillende waarden en telkens de centrale frequentie van het ongewenste signaal ingesteld op de drempelwaarde, zo, dat juist een storing hoorbaar was op een afstand van 20 cm voor de luidspreker. (Men zou ook omgekeerd te werk kunnen gaan en de centrale frequentie van het ongewenste signaal op verschillende waarden instellen en telkens de amplitude van dit signaal instellen op de drempelwaarde, doch dit bleek in de praktijk minder handig.)

Van enige FM ontvangers is de selectiviteit op de aangegeven wijze onderzocht. De centrale frequentie was bij alle 47 MHz; de maximale frequentiezwaai 75 kHz; de hoogste audiofrequentie, die kon worden weergegeven, 15 kHz. De constructie der ontvangers was vrijwel dezelfde; de middenfrequente bandbreedte, de discriminator en de begrenzer vertoonden echter enige verschillen.

De resultaten der waarnemingen zijn voor drie ontvangers weergegeven in figuur 1. De krommen geven de boven omschreven drempelspanning van het ongewenste signaal in db vergeleken met de spanning van het gewenste signaal als functie van het verschil der centrale frequenties. Daar bij deze ontvangers de selectiviteitskrommen vrijwel symmetrisch waren ten opzichte van de centrale frequentie is slechts één helft weergegeven.

De resultaten der metingen bleken vrijwel onafhankelijk van de spanning van het gewenste signaal mits deze spanning voldoende is om het geruis van de ontvanger zelf volledig te onderdrukken. Bij de onderzochte ontvangers was hiervoor een ingangsspanning van  $25 \mu V$  voldoende.

Ook de aard van het modulerende signaal van de storende zender (muziek of gesproken woord) had weinig of geen invloed op het resultaat der meting. Wel verdient het aanbeveling, een gramfoonplaat te kiezen met een vrij constant geluidsniveau,



dus zonder uitgesproken sterke of zachte passages. Marsmuziek bleek voor dit doel zeer geschikt.

De waarnemingspunten lagen zeer dicht om de getekende krommen. Dit bewijst wel, dat het op het gehoor instellen van de drempelspanning zeer nauwkeurig kan geschieden.

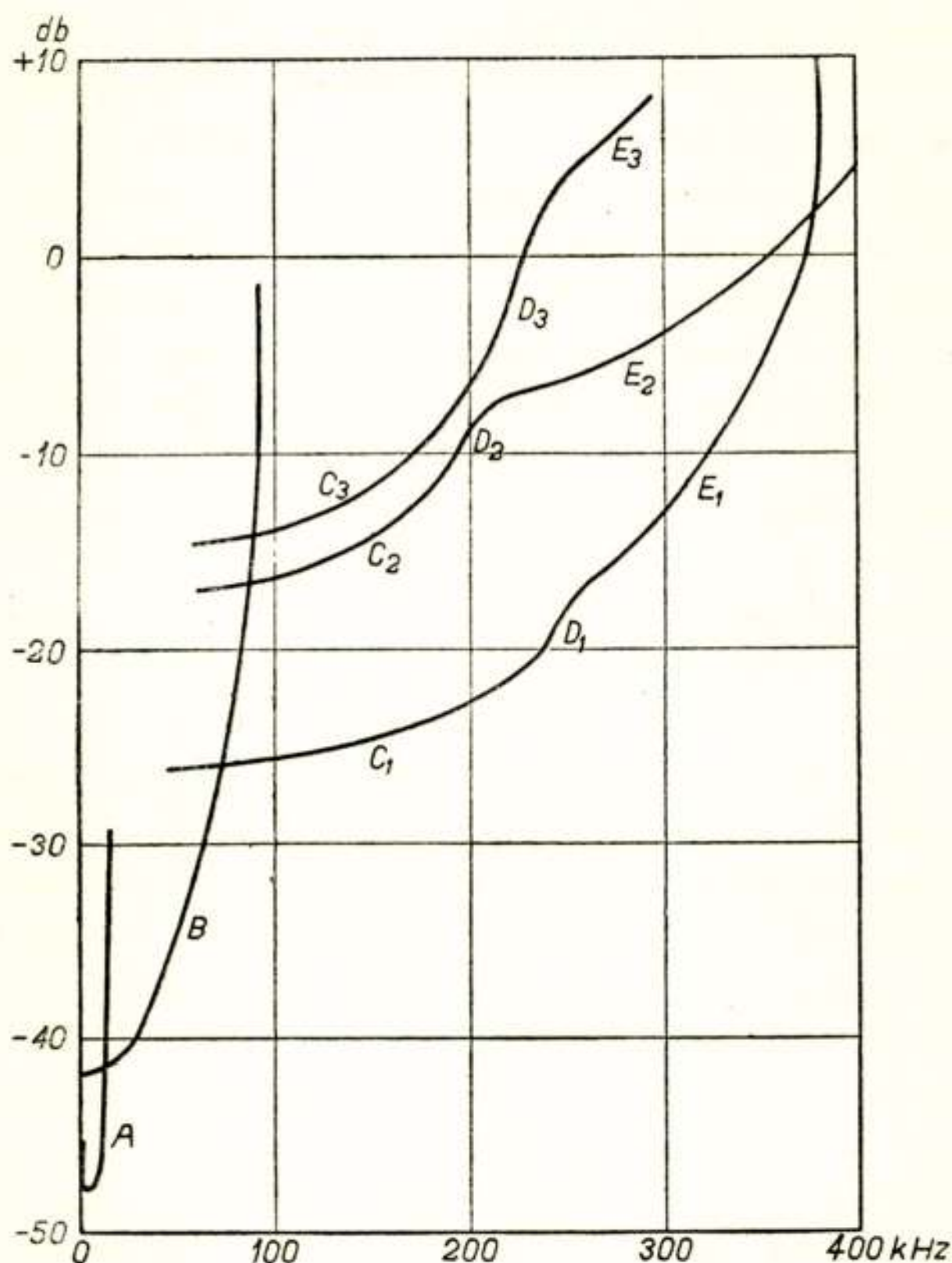


Fig. 1.

Selectiviteitskrommen voor drie verschillende FM omroepontvangers.

### *Beschouwing der meetresultaten.*

Verschillen de centrale frequenties van het gewenste en het ongewenste signaal minder dan 15 kHz, dan hoort men, indien het ongewenste signaal niet gemoduleerd is, de verschiltoon der centrale frequenties (kromme A). Verschillen de centrale frequenties minder dan 30 Hz, dan is de verschiltoon onhoorbaar. Het is echter praktisch zeer moeilijk, de centrale frequenties zo con-



stant te houden, dat de verschiltoon beneden de hoorbaarheids-grens blijft; niet alleen bij een meting, doch ook bij omroep-zenders voor FM in bedrijf.

Wordt het ongewenste signaal gemoduleerd, dan verdwijnt de juist genoemde verschiltoon, ook al is het verschil der centrale frequenties kleiner dan 15.000 Hz. De door de modulatie veranderende momentele frequentie van het ongewenste signaal passeert de constante frequentie van het ongemoduleerde gewenste signaal. Daardoor ontstaat een laagfrequent signaal met een continu veranderende momentele frequentie, nl. de momentele verschilfrequentie der beide signalen (Hoewel deze quasi-stationnaire beschouwingswijze niet geheel correct is, is zij voor een kwalitatieve verklaring dezer verschijnselen wel toelaatbaar). De hier bedoelde storing klinkt vrijwel als geruis (het onderste gedeelte van kromme *B*).

Laat men het verschil der centrale frequenties geleidelijk toenemen boven 15 kHz, dan passeert de momentele frequentie van het ongewenste gemoduleerde signaal geleidelijk minder vaak de constante frequentie van het gewenste signaal. Dientengevolge zal de toelaatbare ingangsspanning van het ongewenste signaal geleidelijk toenemen (kromme *B*). Het storende geluid gaat hierbij geleidelijk over van een op geruis gelijkend geluid tot steeds zeldzamer wordende korte „kraak”-storingen. Bij een frequentieverschil van 90 kHz zijn ook deze laatste storingen verdwenen, daar bij een maximale frequentiezwaai van 75 kHz het verschil van de momentele frequenties der beide signalen steeds groter blijft dan 15 kHz, en dus onhoorbaar is.

Indien het gewenste signaal ook gemoduleerd is, zal de kans op het optreden van deze storing groter zijn, en zal pas bij een verschil der centrale frequenties groter dan 165 kHz het verschil der momentele frequenties der beide signalen steeds boven de gehoorgrens liggen, doch de hinderlijkheid dezer storing is nu veel geringer dan bij ongemoduleerd gewenst signaal, daar het hoorbaar gemaakte gewenste signaal de storing overstemt.

Bij het vergroten van het verschil tussen de centrale frequenties van beide signalen is, reeds voor de juist genoemde storing is verdwenen, een storing van andere aard hoorbaar geworden.

De modulatie van het ongewenste signaal wordt verstaanbaar, doch vervormd, gehoord (kromme *C*). Hoe groter het frequentieverschil, des te groter ingangsspanning van het ongewenste signaal is toelaatbaar, daar dit laatste signaal door de selec-



tieve kringen van de ontvanger steeds meer wordt verzwakt. Wordt het verschil der centrale frequenties zo groot, dat de momentele frequentie van het ongewenste signaal het doorlaatgebied van de middenfrequentkringen van de ontvanger niet meer bereikt, dan treedt er een meer of minder flauwe bocht op in de kromme *C*, d.w.z. neemt de toelaatbareingangsspanning van het ongewenste signaal vrij sterk toe met toenemend frequentieverschil (gedeelten *D*).

Doch daarna verloopt de kromme weer minder steil (gedeelten *E*). Dit kan men als volgt inzien. De detectiekarakteristiek (fig. 2) is in het gebied, dat door de momentele frequentie van het gewenste signaal wordt bestreken, een hellende rechte (het deel *PQ*). In de omgeving van *P* en *Q* verloopt deze karakteristiek vrijwel horizontaal en vindt dus vrijwel geen detectie plaats.

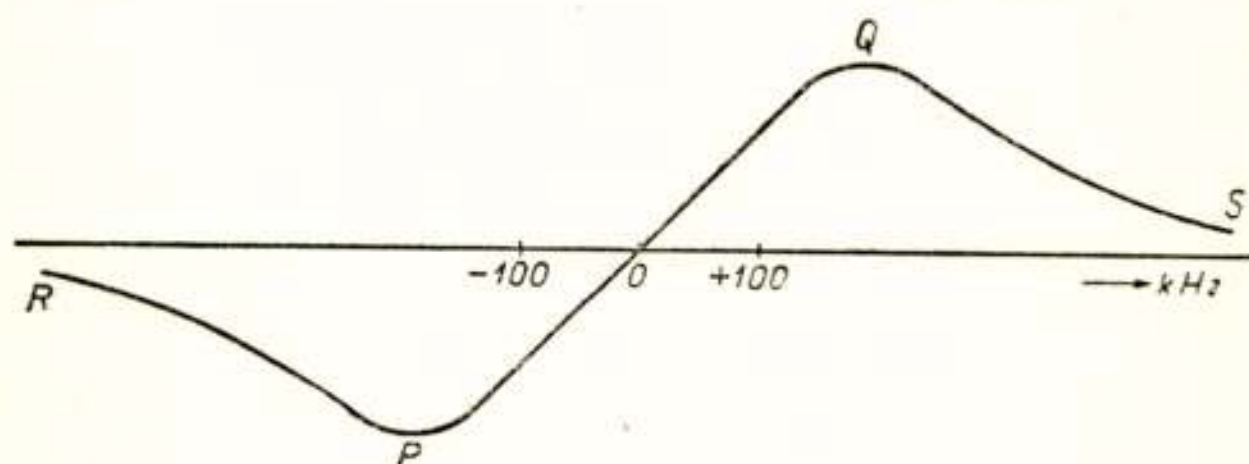


Fig. 2.

Detectiekarakteristiek van een FM ontvanger.

De bovengenoemde bocht *D* wordt gedeeltelijk ook door dit effect veroorzaakt. Tussen *Q* en *S* en tussen *P* en *R* is de detectiekarakteristiek echter weer hellend, zodat in deze gebieden wel weer detectie plaats vindt. Deze detectie werkt de invloed van de selectieve kringen van de ontvanger tegen, waardoor de krommen opnieuw ombuigen en overgaan in de takken *E*.

De gedeelten *A* en *B* der selectiviteitskrommen van fig. 1 zijn voor alle ontvangers practisch gelijk, hetgeen men ook a priori kan verwachten; de gedeelten *C*, *D* en *E*, die worden beïnvloed door de middenfrequent doorlaatkromme en de detectiekarakteristiek, verschillen voor de verschillende ontvangers.

De middenfrequentdoorlaatkromme van de ontvanger I (bijbehorende selectiviteitskromme:  $C_1$ ,  $D_1$ ,  $E_1$ ) was met opzet breder gemaakt dan voor goede FM omroepontvangst nodig is; van de beide andere ontvangers was de breedte van de middenfrequent doorlaatkromme niet groter dan voor goede ontvangst



nodig is. Dientengevolge ligt de kromme  $C_1 D_1 E_1$  belangrijk lager dan de krommen  $C_2 D_2 E_2$  en  $C_2 D_3 E_3$ .

De kruismodulatie, die bij de selectiviteit van AM ontvangers een belangrijke rol speelt, treedt bij FM niet op.

In praktische gevallen zal men in de regel niet het strenge criterium willen aanleggen, dat aan onze metingen ten grondslag is gelegd. Welke storing men nog toelaatbaar wil noemen, hangt tot op zekere hoogte af van persoonlijke smaak. Daarom is een criterium genomen, dat zo goed mogelijk objectief is, scherp en reproduceerbaar, doch voor de praktijk wel wat streng is: in het geheel geen hoorbare storing tijdens de pauzes in de modulatie van het gewenste signaal, luisterend in een stil vertrek dicht voor de luidspreker. Bij FM ontvangst, waar de kwaliteit van het geluid veel beter is dan bij AM gebruikelijk is en waarbij het geruis van de ontvanger zelf practisch geheel is geëlimineerd, zal evenwel een even sterk storend geluid veel eerder opvallen en veel hinderlijker zijn dan bij de gebruikelijke AM omroep. Wellicht zal men in het algemeen een ongewenst signaal, 10 *db* groter dan door onze selectiviteitskrommen aangegeven, toelaatbaar achten.

### *Conclusies.*

De beschouwing der gevonden selectiviteitskrommen leidt tot de volgende conclusies.

1. Indien de centrale frequenties van het gewenste en het ongewenste signaal dezelfde of nagenoeg dezelfde zijn, is het voor de volledige onderdrukking van het ongewenste signaal nodig, dat de verhouding van het gewenste tot het ongewenste signaal 40 à 50 *db* is (een factor 100 à 300 in amplitude). In praktische gevallen is wellicht 30 *db* (een factor 30 in amplitude) voldoende (zoals bekend, is bij AM ongeveer 60 *db*, d.i. een factor 1000 in amplitude, nodig).
2. Bij een maximale frequentiezwaai van 75 kHz en een verschil der centrale frequenties van 200 kHz (d.i. het normale frequentieverschil voor twee naastliggende zenders) is de ontvangst volkomen storingsvrij, indien het gewenste signaal 10 *db* (een factor 3 in amplitude) sterker is dan het ongewenste. (Kromme  $C_1$  kan men in dit verband buiten beschouwing laten, daar het ap-



paraat, waarop deze kromme betrekking heeft, „breder” is dan nodig). In praktische gevallen is het wellicht toelaatbaar, dat beide signalen even sterk zijn. (Bij AM is het bij de gebruikelijke omroepontvangers met hun slechte getrouwheid nodig, wil men geen storing ondervinden van de in het frequentiespectrum naastliggende zender, dat het gewenste signaal 20 tot 40 *db*, d.i. een factor 10 tot 100 in amplitude, sterker wordt ontvangen dan de storende zender. Gebruikt men een ontvanger met een betere getrouwheid, die het gehele laagfrequente gebied, waarmee de gewenste zender is gemoduleerd, dus tot ongeveer 10.000 Hz, onverzwakt kan weergeven, dan is voor genoemde verhouding zelfs 60 *db*, d.i. een factor 1000 in amplitude, nodig.)

3. Onder normale omstandigheden wordt de zender op 400 kHz afstand gewoonlijk voldoende onderdrukt door de selectieve kringen van de ontvanger.

4. In het frequentiegebied, beschikbaar voor omroep met FM, kan men wel een groot, doch niet een onbeperkt aantal zenders onderbrengen. Men zal wel genoodzaakt zijn, eenzelfde frequentiegebied op een zekere geographische afstand te herhalen. Hierbij verdient het aanbeveling, niet exact dezelfde centrale frequenties te herhalen, doch deze de tweede keer b.v. 50 kHz te verschuiven ten opzichte van de eerste. Men kan dan hetzelfde frequentiegebied nog een derde en vierde keer gebruiken, waarbij de centrale frequenties resp. 100 en 150 kHz worden verschoven. Op deze wijze kan men hetzelfde frequentiegebied herhalen op veel kleiner geografische afstanden, waardoor een kleiner frequentiegebied voldoende zal zijn om een gegeven geographisch gebied te bedekken met FM zenders.

In fig. 3 zijn de centrale frequenties en hun zijbanden voor ieder der vier frequentiegroepen *A*, *B*, *C* en *D* aangeduid. In iedere groep is de afstand der centrale frequenties 200 kHz; de vier groepen zijn ten opzichte van elkaar telkens 50 kHz verschoven. In fig. 4 geeft iedere getrokken zeshoek een geographisch gebied aan, waar een dezer groepen een FM omroep verzorgt. De gebieden, waar eenzelfde frequentiegroep wordt gebruikt, liggen nu niet naast elkaar, doch zijn gescheiden door een afstand, ongeveer gelijk aan de diameter van het gebied, dat door een groep wordt bestreken. De afstand, waarna dezelfde centrale frequentie wordt herhaald, is in fig. 4 voorgesteld door *PQ*. Zou men bij een herhaling van het gehele fre-



quentiegebied exact dezelfde cetrale frequenties weer gebruiken, dan zou men het geographische gebied moeten verdelen volgens de gestippelde zeshoeken, waarbij de afstand, waarna eenzelfde frequentie wordt herhaald, dezelfde is als in het vorige geval. De oppervlakte van een gestippelde zeshoek is viermaal zo groot als die van een getrokken zeshoek. Het totale vereiste frequentiegebied is dus bij de aangegeven verschuiving der centrale frequenties slechts het vierde deel van het anders vereiste frequentiegebied.

Dit geldt echter slechts, indien de geografische afstand, waarna een 50 kHz verschoven frequentie kan worden herhaald, niet groter is dan de helft van de geographische afstand, waarna exact dezelfde frequentie kan worden herhaald. Volgens fig. 1 kan men voor een 50 kHz verschoven frequentie een 14 *db*

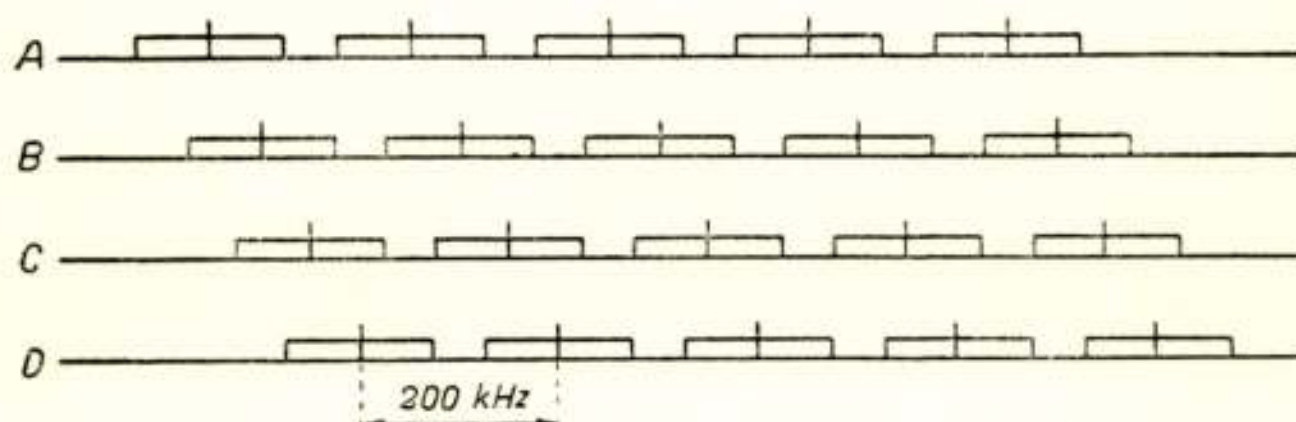


Fig. 3.

Plaats der centrale frequenties met hun zijbanden in het frequentiespectrum voor een stelsel FM omroepzenders. Het stelsel is in vier groepen verdeeld: *A*, *B*, *C* en *D*. De centrale frequenties van iedere groep zijn telkens 50 kHz verschoven.

sterker signaal toelaten dan voor de niet verschoven frequentie. Neemt men in aanmerking, dat bij toenemende afstand tussen zender en ontvanger het fadingverschijnsel, hoofdzakelijk veroorzaakt door inhomogeniteit van de atmosfeer, toeneemt en dat men bij het beoordelen van de onderlinge storingen rekening moet houden met het sterkste signaal, dat men van de ongewenste zender ontvangt tijdens de variaties tengevolge van fading, dan kan men aannemen, dat aan de juist genoemde voorwaarde in praktische gevallen wel is voldaan.

Hierbij houde men in het oog, dat de ontvangst van de gewenste zender practisch niet aan fading onderhevig is.

In praktische gevallen zal men natuurlijk niet streng het in fig. 4 aangegeven schema volgen. Niet alle gebieden zijn even



belangrijk; niet overal is eenzelfde veldsterkte nodig voor goede ontvangst; de gesteldheid van het terrein heeft ook grote invloed. Doch met het aangeduide principe kan men althans rekening houden.

Ook zou men de centrale frequenties der zenders in drie groepen kunnen verdelen, waarbij de groepen onderling  $^{200}/_3$  kHz

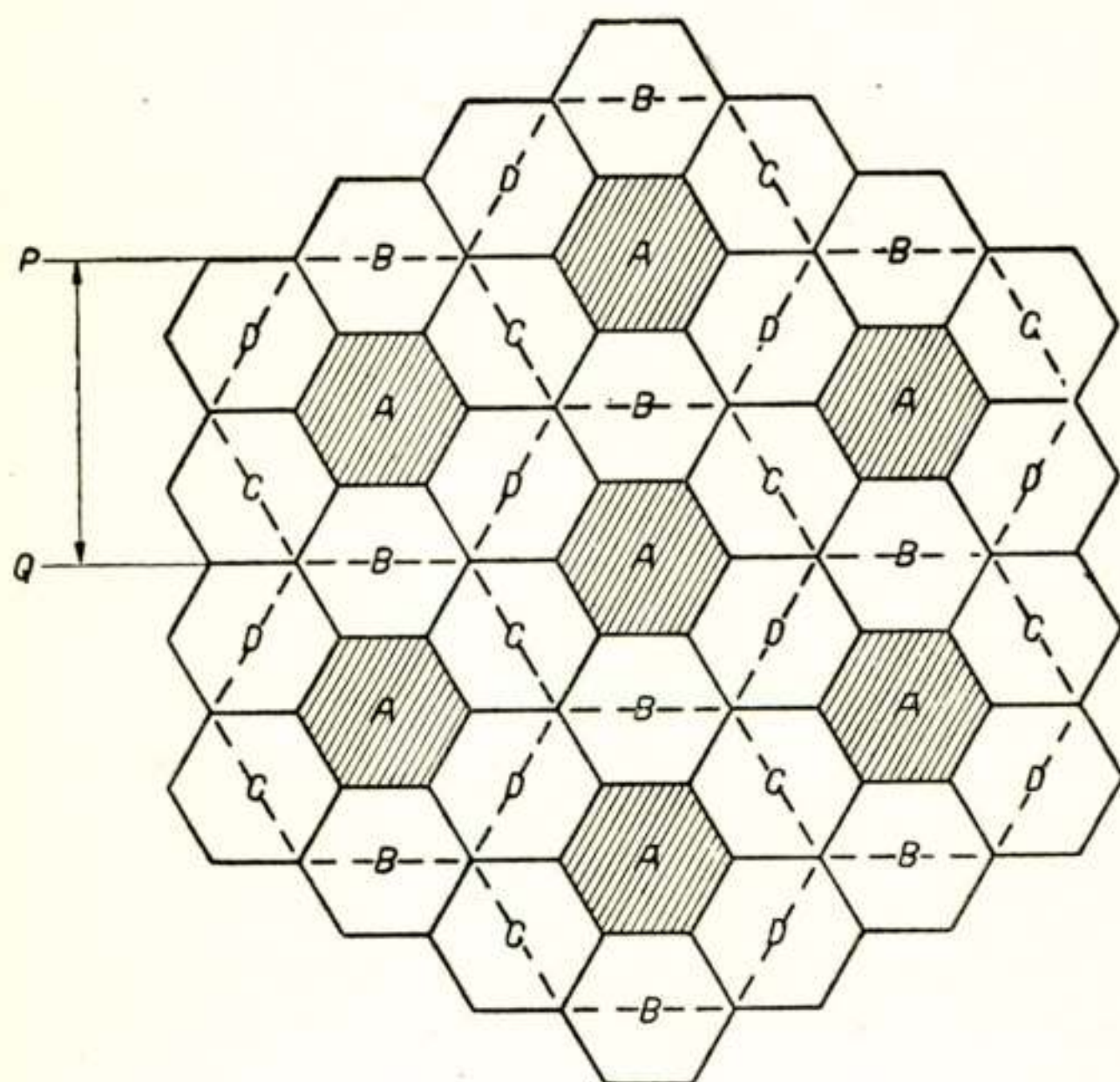


Fig. 4.

Verdeling van een geografisch gebied in zeshoeken. In iedere, door getrokken lijnen aangegeven, zeshoek plaatst men zenders met de centrale frequenties, die in fig. 3 door de overeenkomstige letter zijn aangegeven. Indien men bij herhaling van hetzelfde frequentiegebied de centrale frequenties niet verschuift, zou men het gebied moeten verdelen volgens de zeshoeken, door de stippellijnen aangegeven. Het oppervlak van deze laatste zeshoeken is viermaal zo groot; er is dus ook een viermaal zo groot frequentiegebied nodig.

$PQ$  geeft de afstand aan, waarop eenzelfde frequentie kan worden herhaald.

verschoven zijn. Uit fig. 1 volgt, dat men dan  $20\text{ db}$  wint in plaats van  $14\text{ db}$ . De ruimtelijke verdeling wordt dan zoals in fig. 5 aangegeven; de afstand  $PQ$ , waarna eenzelfde frequentie wordt herhaald, is slechts weinig kleiner dan in het geval van fig. 4. Ook zou men twee groepen kunnen vormen,  $100\text{ kHz}$



ten opzichte van elkaar verschoven. Men wint dan 32 *db* (volgens kromme  $C_2$ ; kromme  $C_1$  kan men weer buiten beschouwing laten). Men zou dan het geographische gebied kunnen indelen als een schaakbord en de ene groep zenders op de „witte”, de andere groep op de „zwarte” velden plaatsen.

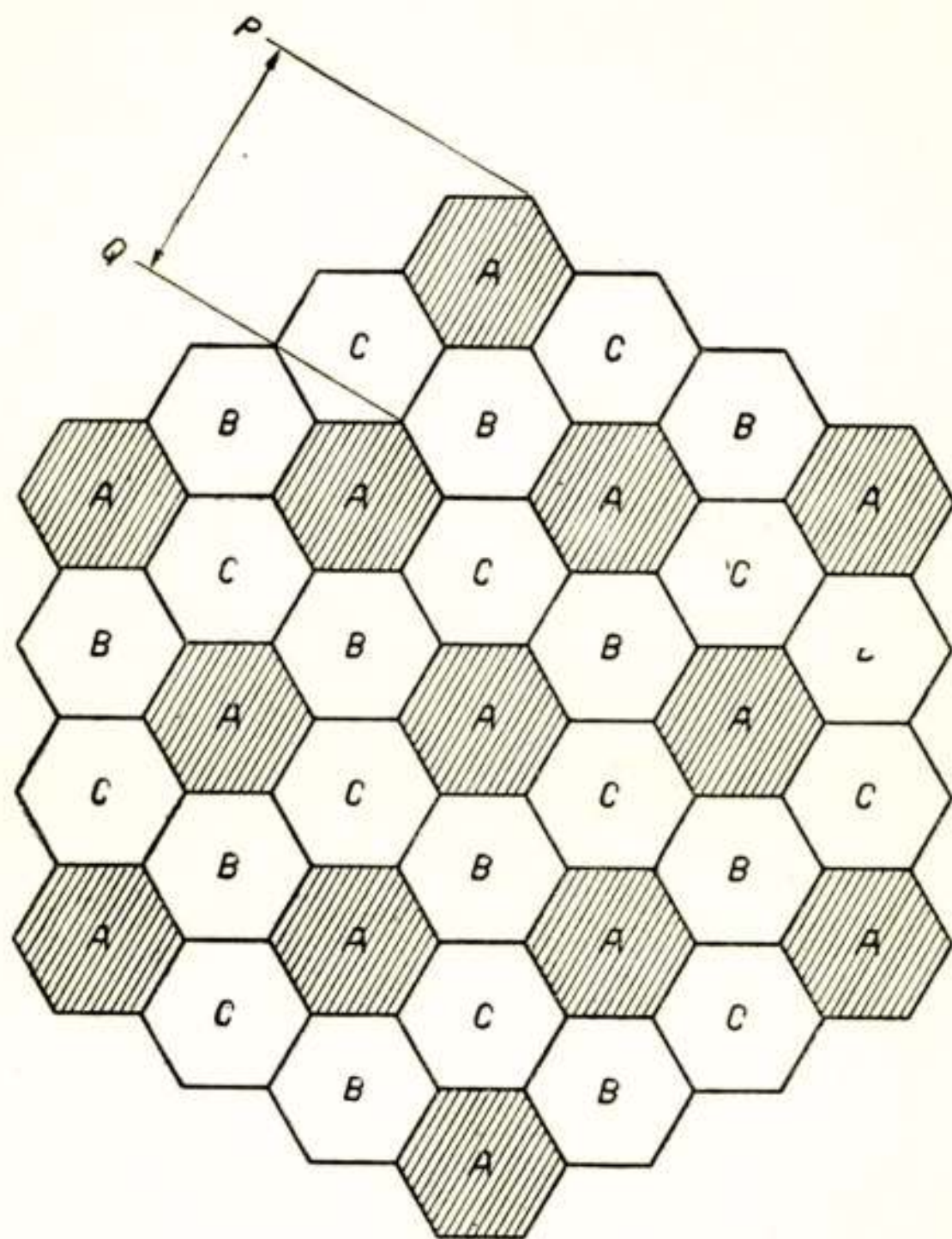


Fig. 5.

Verdeling van het geografisch gebied als in fig. 4, doch met slechts drie groepen zenders.

Hoe men de indeling ook maakt, indien men rekening houdt met het aangeduide principe, zal men een minder groot frequentiegebied nodig hebben dan wanneer men bij het herhalen van het frequentiegebied precies dezelfde centrale frequenties gebruikt.

Eindhoven, 24 November 1948.



## The analysis of ionospheric reflections

by A. H. de Voogt

### Part II.

#### SUMMARY

In Part I curves were given for group-velocity and attenuation as a function of electronic density for different values of the collisional frequency. This was done for a wave with a fixed frequency of 6 m.c.

In Part II the curves for the polarization are shown, followed by hypothetical curves for supposed electronic density distribution, combined with an assumption on collisional frequencies. The total travelling-time of the pulse is calculated by graphical means and attention is given to the amount of attenuation that may occur.

Finally experimental results are presented.

In Part I (Nov. 1948) the formula for the polarization was exhibited. In fig. 7 the curves for  $\theta$  (see fig. 6), the excentricity of the polarization-ellips, are shown.

From these curves it is evident that the (+)-ray as well as the (-)-ray is leaving the ionosphere downward in a state of approximate circular polarization. (small values of  $N$ ).

The collisional frequency has practically no influence.

The curve is the same for (+)-, and (-)-ray which is easily proved by the formula of page 193 Part I; in fact the only difference between these rays is the sense of polarization (left- and right-handed) and the position of the axis. The experimental results (see fig. 15) indicated here below are in agreement with this theory.

In fig. 8 are plotted assumed ionisation-height-curves in accordance with general practice for winter-noon (summer-afternoon) and winter-afternoon (summer-evening) conditions, hereafter simply called „day”- and „evening”-conditions. The gradient is assumed



to be rather smooth and parabolic; by dotted lines is indicated a distribution with more strongly pronounced gradient.

The collisional frequencies are in accordance with the publication of the Bureau of Standards circular no. 462. From these

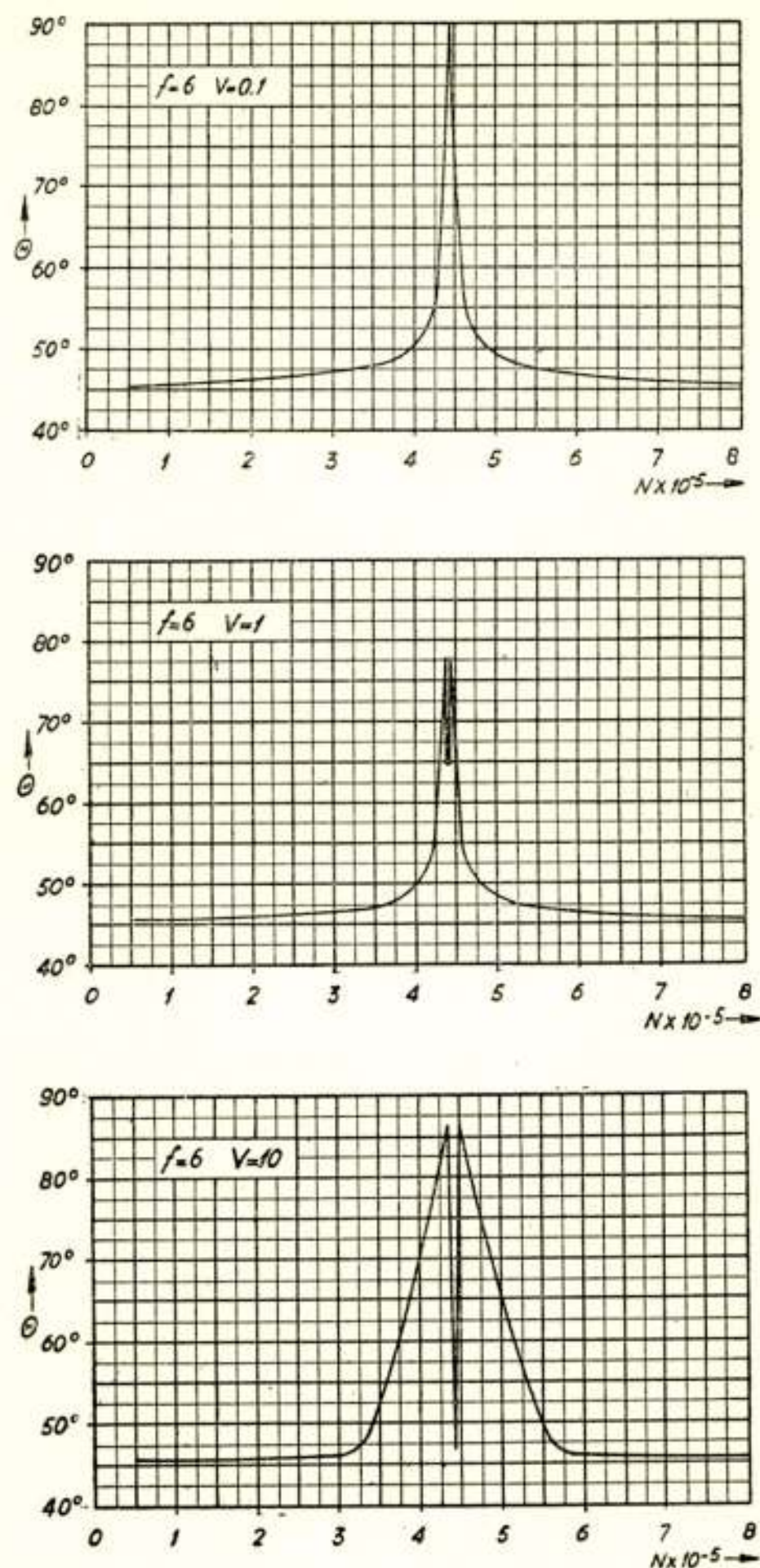


Fig. 7.

Polarization curves for different collisional frequencies.

curves those from fig. 9 and fig. 10 are derived, where the group-velocity as a function of height is exhibited and finally the curves fig. 11 and 12 give the travelling-time-intervals by integrating the surfaces below the curves. The time necessary to reach the 60-KM-level with light-velocity is added.



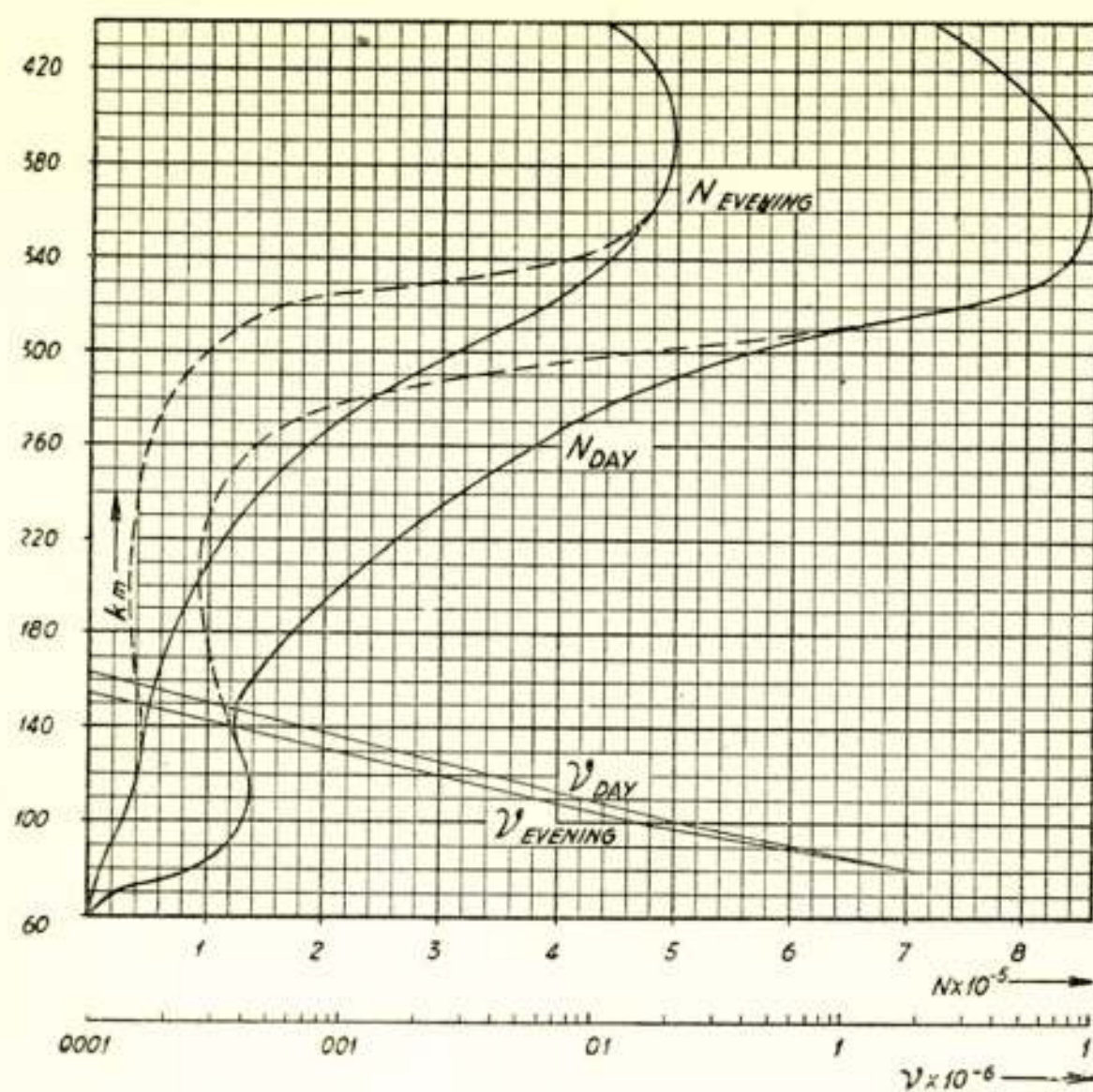


Fig. 8.

Hypothetical curves for electronic-distribution and collisional frequency.

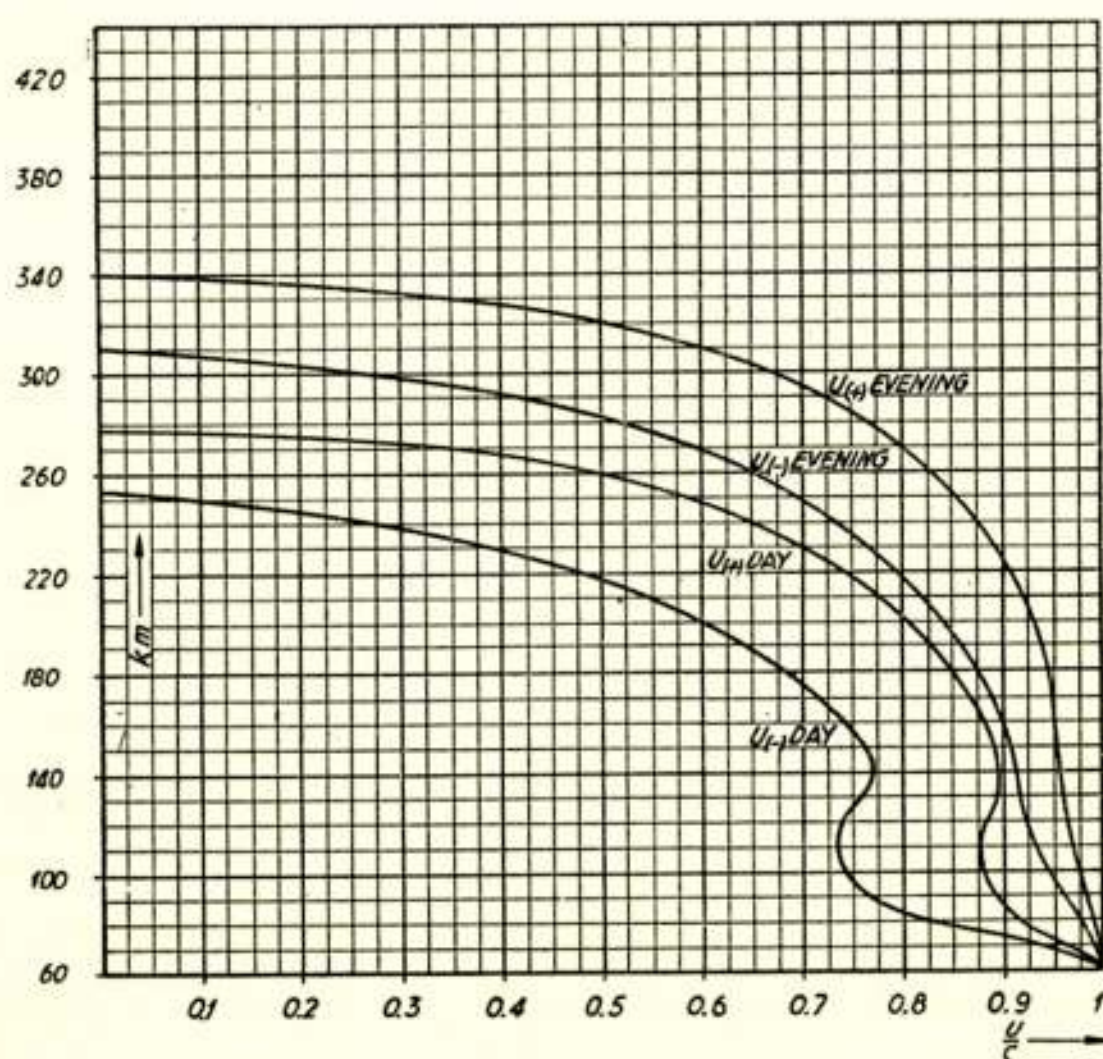


Fig. 9.

Group-velocity, smooth gradient.



In the supposed situation of fig. 8 the  $(+)_-$  and  $(-)_-$  rays are reflected during „day”-conditions at 278 and 253 KM after 1,21 and 1,42 m.s., the virtual heights being 363 and 426 KM ; during „evening”-conditions these values are resp. 338 and 310 KM with 1,60 and 1,55 m.s., and 480 resp. 465 KM virtual heights. These values agree in magnitude well with the time-lag in arrival of  $(+)_-$  and  $(-)_-$  ray found experimentally when magneto-ionic-splitting of the echo is observable. The lower reflection-height for the  $(-)_-$  ray is counteracted by the lower velocity of this ray.

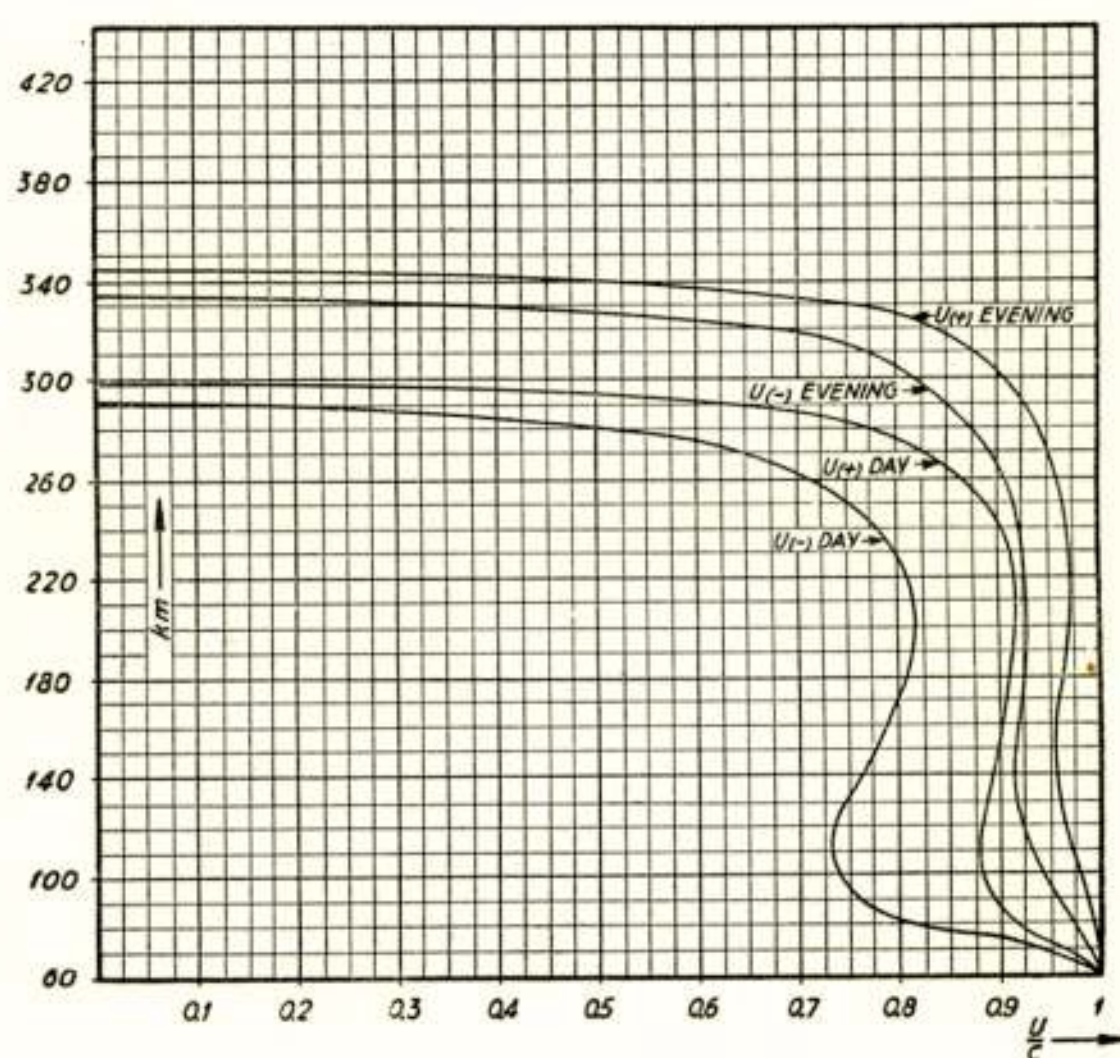


Fig. 10

Group-velocity, strong gradient.

The rate of differential delay between  $(+)_-$  and  $(-)_-$  rays is influenced by the gradient of the layer. J. Hollingworth (1) has treated this subject in an approximate way the result of which is proved to be correct by the above curves from fig. 8.

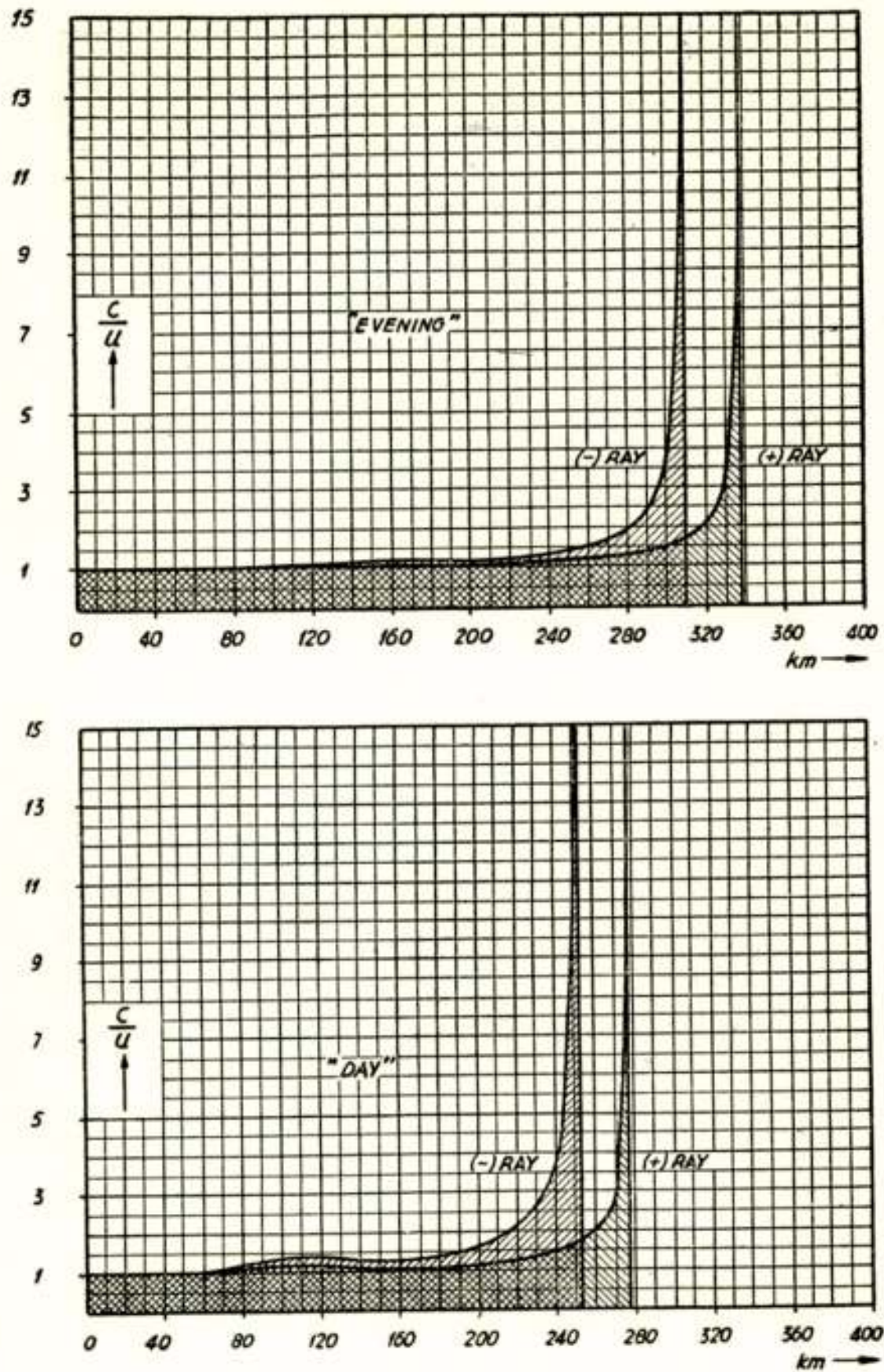
In fig. 12, corresponding to the stronger-gradient-curves of fig. 8 (dotted lines), the reflecting heights and travelling-time-intervals are resp. 298 and 292 KM, with 1,13 m.s. (339 KM) and 1,29 m.s. (387 KM) for „day”-conditions, and 347 and 335 KM with 1,33 m.s. (399 KM) and 1,38 m.s. (414 KM) for „evening”-conditions. The figures are in agreement with experimental results; an arrival of the  $(-)_-$  ray in advance of the  $(+)_-$  ray



(fig. 11, „evening”) has been observed up to the present moment (wave-length: 44 M; winterconditions).

The attenuation curves of fig. 2 will now be discussed.

Expressing the attenuation in decibels, it follows from mea-



"Evening"	{	condition (+)-ray:	1,60 ms.
		" (+) "	: 1,55 ms.
"Day"	{	" (-) "	: 1,21 ms.
		" (-) "	: 1,42 ms.

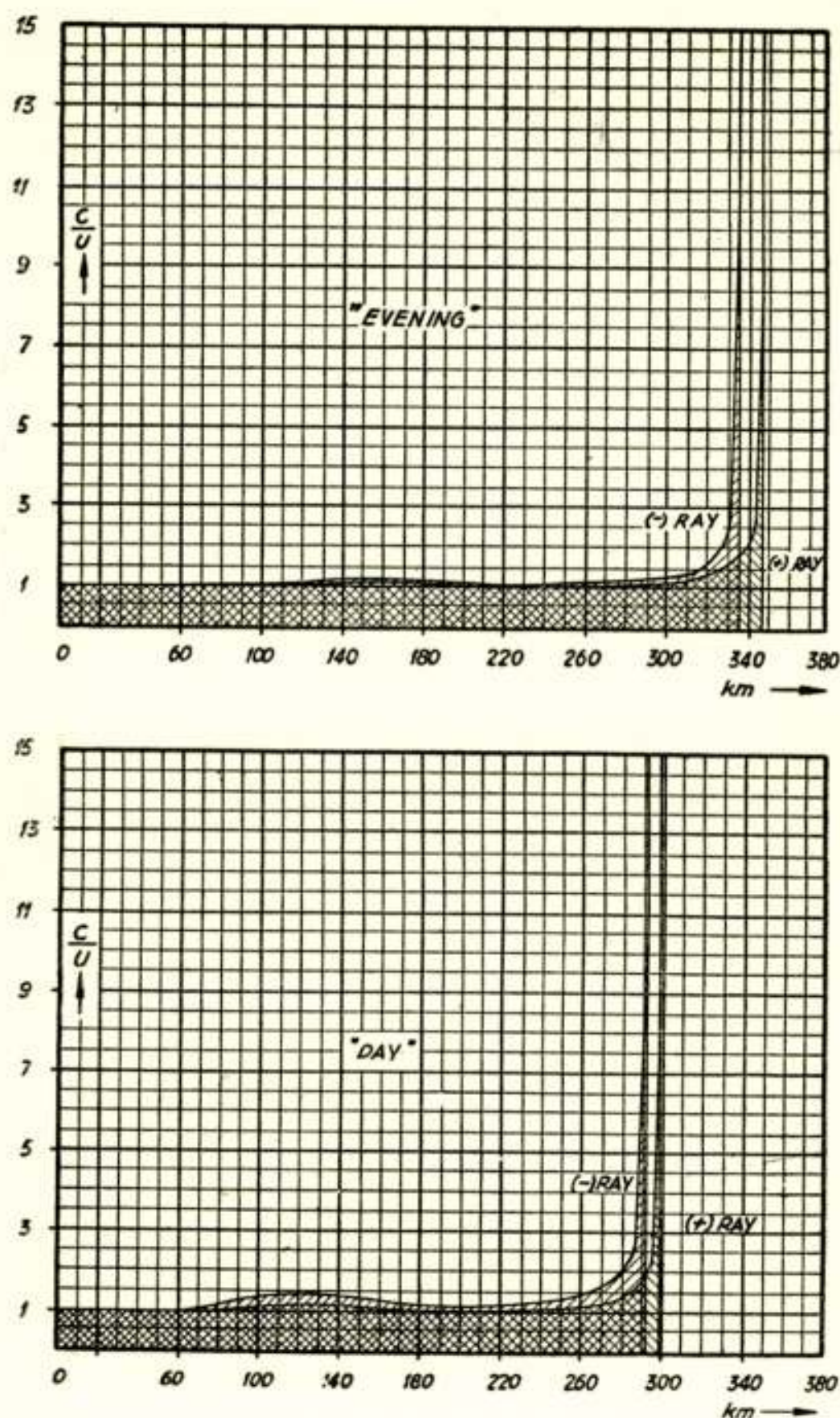
Fig. 11.  
Smooth gradiënt 1 cm<sup>2</sup> = 15 milliseconds.

surements with the apparatus described hereafter that, taking into account the normal divergence-loss (inverse distance law) and assuming no reflection-loss (which assumption is certainly



unjustified), the attenuation caused by absorption only, might be in the order of magnitude of 20 or 30 decibels.

For a value of  $\frac{kc}{p} = 0,1$  with  $p = 2\pi \times 6 \times 10^6$  and  $c = 3 \times 10^5$



"Evening"	{	condition (+)-ray :	1,33 ms.
		" (-) " :	1,38 ms.
"Day"	{	" (+) " :	1,13 ms.
		" (-) " :	1,29 ms.

Fig. 12.

Strong gradient  $1 \text{ cm}^2 = 15 \text{ milliseconds}$ .

the logarithmic attenuation due to collisional friction only is 12 Neper per KM or 104,3 decibel per KM. This means that by

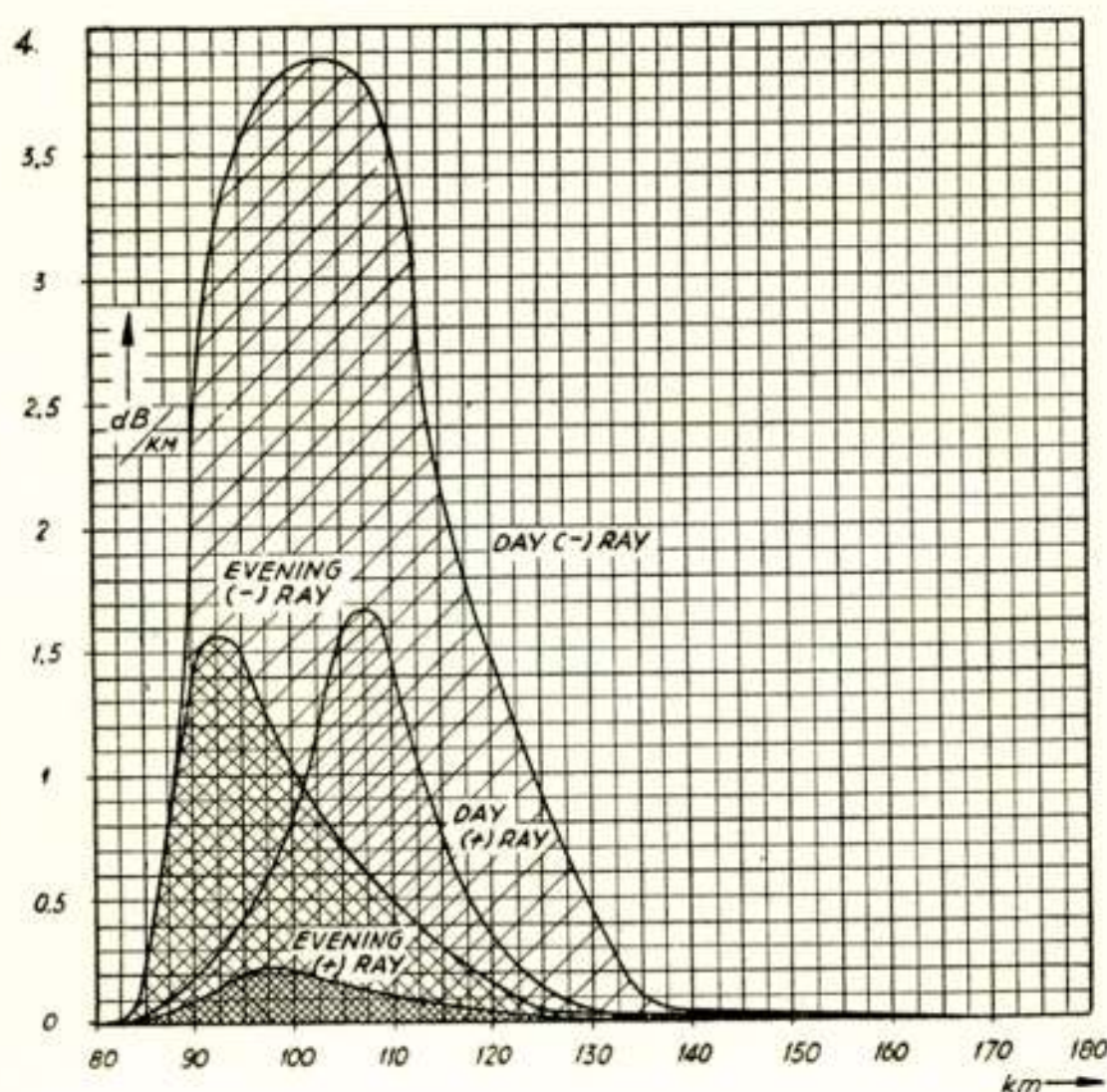


travelling through 0,1 KM or 0,15 KM of layer-thickness the limit of 20 or 30 decibel is already surpassed.

These considerations lead to the opinion that:

- 1°. the values assumed for the collisional frequency according to recent publications (2) are still too high,
- 2°. the bulk of the friction-loss is caused in the *E*-layer (or even the *D*-layer!) where *N* has small values and if so, the attenuation is still effective only over relative short distances.

The curves of fig. 13 illustrate this situation more clearly. These



$$1 \text{ cm}^2 = 1 \text{ dB}$$

$$\begin{array}{l} \text{Evening} \left\{ \begin{array}{l} (+) \text{ ray} = 28,80 \text{ cm}^2 = 28,8 \text{ dB} \\ (-) \text{ " } = 111,45 \text{ cm}^2 = 111,45 \text{ dB} \end{array} \right. \\ \text{Day} \left\{ \begin{array}{l} (+) \text{ " } = 4,60 \text{ cm}^2 = 4,60 \text{ dB} \\ (-) \text{ " } = 29,53 \text{ cm}^2 = 29,53 \text{ dB} \end{array} \right. \end{array}$$

Fig. 13.  
dB-Values.

graphs have been derived from the  $N_{\text{day}}$ - and  $N_{\text{evening}}$ -values of fig. 8 for very small values of *N*.

Fig. 2 (Part I) is obviously not accurate enough for these very small values and therefore the numerical values of  $\frac{kc}{p}$  were taken from the actual calculation-sheets from which the curves of fig. 2 were established. Integrating the surface between axis and



curve the total amount of attenuation is obtained. The „day”-values are 28,8 and 111,45  $-db$  for (+)-ray and (-)-ray; the „evening”-values are resp. 4,6 and 29,53  $db$ .

As could be expected the (-)-ray will often be absent owing to absorption<sup>3</sup>). More difficult it is to explain why the difference in attenuation between (+)- and (-)-ray, *if* splitting is actually present, is often stated to be very small. It is probably necessary to assume in such cases, a very slow gradient of the ionisation specially in the evening so causing the (+)-ray to penetrate over a distance considerably in excess of the (-)-ray-penetration and suffering in that region from loss by partial reflection.

The experimental device will now be described.

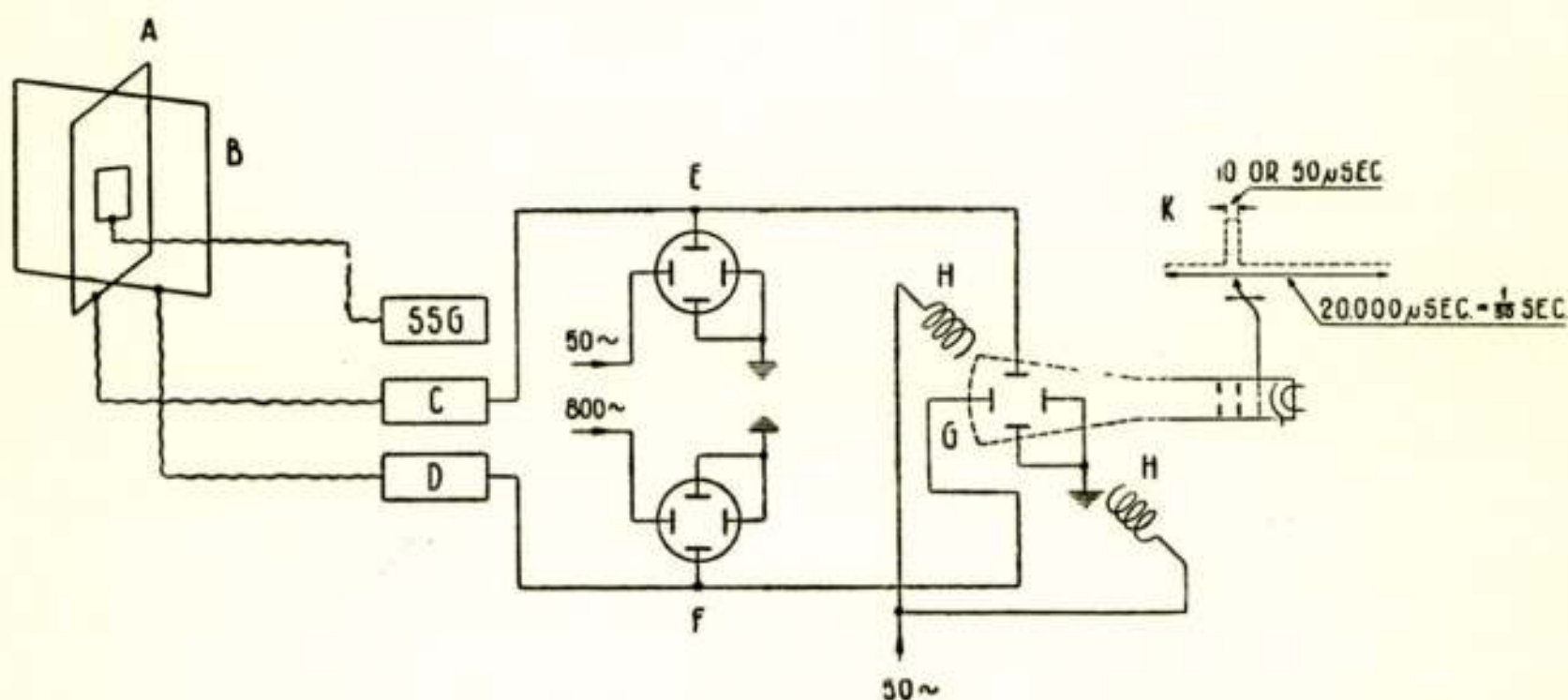


Fig. 14.

Schematic arrangement of apparatus.

For giving the pulses a 2 kW transmitter was used with a frequency of 6,745 mc., one of the frequencies designed to the Kootwijk-radiostation. The pulse-length could be adjusted to any value from 5 to 120  $\mu$ -sec and the pulses were synchronised on the 50 period-power-supply. The aerials used were two horizontal dipoles a quarter wave-length above the ground and rectangular to each other. Either one of the dipoles or both dipoles combined for circular polarization (left- or right-handed) could be activated.

The transmitter is crystal-controlled.

The receiver was situated at 1600 M distance and consisted of two screened loops in a rectangular position and tuned to the fixed frequency. They were connected by screened cables to separate receivers (see fig. 14); the loops could be placed



in any position from zero to 70 M above the ground in order to make investigations on the reflecting properties of the earth.

For calibrating purposes a small screened loop was placed in the centre of the loop; it could be turned round the common axis of the loops and was connected to a standard-signal-generator.

As shown in fig. 14, the loops are connected to high-frequency amplifiers *C* and *D* with a maximum amplification of  $1:10^6$  and a bandwidth of 20 *kc* measured up to half-powerpoints. The loops and amplifiers are calibrated so that the deflections on the cathode-ray-screens of *E*, *F* and *G* can be used as measuring devices for the intensity of the linear or circular field at the point in space where the loops are located.

Cathode-ray-tubes *E* and *F* have a horizontal linear sweep of 50 or 800 periods (synchronised); the 50-period-sweep time base is used for surveying the number and the splitting of the reflections and the total phenomenon; the 800-period-sweep is convenient for more exact time-lag-measurements and for studying the form of the direct and reflected signal.

The tubes *E* and *F* as well as *G* are fed directly with radiofrequency from *C* and *D*. Tube *G* has a magnetic-sweep giving a base-line which makes an angle of  $45^\circ$  with horizontal and vertical axis. *D* gives horizontal, *C* vertical deflection (vertical position of screen) so that this cathode-tube is able to produce the exact position of the elliptical, circular or linear field in space. The magnetic sweep is effectuated by the coils *H*; the cathode-ray is suppressed by a negative voltage for all the time except during a small period of variable duration from 10 – 50  $\mu$ -sec. As indicated schematically by *K* this gating pulse, which is rectangular, can be placed anywhere on the diagonal of the *G*-tube by means of a phasing-device.

This phasing-device enables by a rough and fine adjustment not only to localise the exact position of a reflected pulse but also to cut off the beginning, mid-part or final-part of a signal. This ingenious arrangement indicated by Messrs Ennen and den Dulk of the station, allows to analyse the received pulse.

The results of the experiments obtained up to 10 February 1949 may be summarized as follows.

In fig. 15 are drawn the different forms of signals as they were very often visible on the screen of a 800 period-cathode-ray-sweep. The signal sent out by the transmitter and measured



directly at this transmitter, aperiodically coupled to a cathode-ray-tube, is fig. 15-1. The direct signal received by the apparatus of fig. 14 is shown in fig. 15-2. The drawings 3, 4 and 5 give the reflected signal. The parts  $ef$  and  $gh$  are the beginning of the (+)-ray- and the end of the (-)-ray-arrival; the part

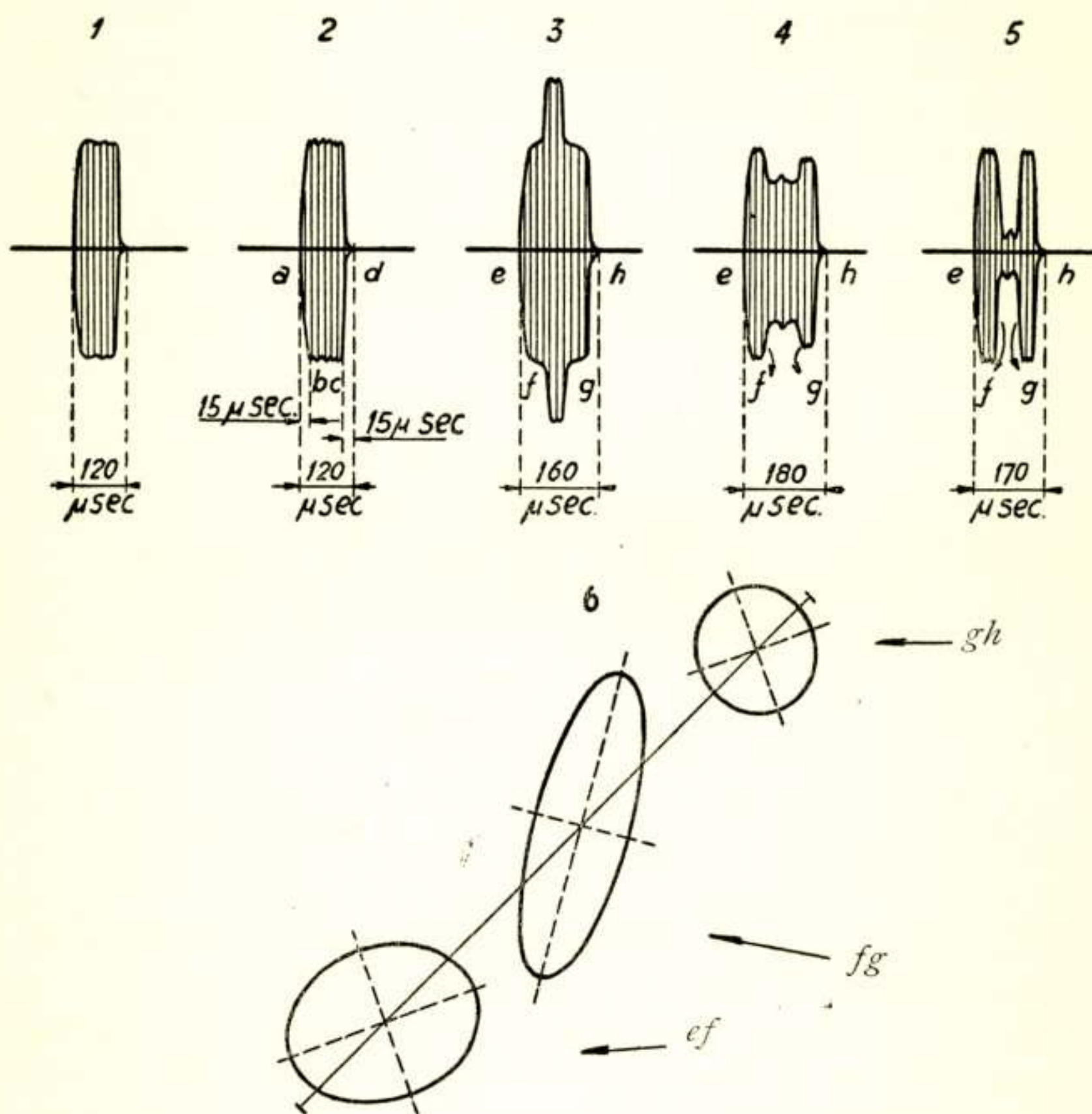


Fig. 15.

Various forms of observed signals (1, 2, 3, 4, and 5 on 800 per. time-base. 6 on diagonal sweep).

$fg$  is the overlapping period of the signal. On the diagonal-sweep (tube  $G$  fig. 14) parts  $ef$  and  $gh$  give circles of different or equal diameter (fig. 15.6). In the latter case the middle part of the signal,  $fg$  produces an oblique linear or very narrow ellipsis turning in one or the other direction with variable velocity (2 to  $\frac{1}{10} - th$  or  $\frac{1}{20} - th$  revolutions per second); in the former



case the narrow ellips becomes wider and wider or even a circle, still turning slowly round.

In accordance with the rotation of the middle part, the part  $fg$  is changing from maximum to minimum, the familiar fading-effect when ionospheric reflections (and radio-signals!) are received on an antenna only excitable for linear-field-reception.

The interesting phenomenon of the slow and unsteady rotation of the field-direction of the resultant  $fg$ -signal (+ - and - - component together) may be brought in connection with small changes in the earth-magnetic field. According to previous work done on this subject by G. Breit (4) a change of  $13 \gamma$  ( $1 \gamma = 10^{-5}$  Gauss) in the earth magnetic field will turn the plane of polarization of the down-coming wave through 90 degrees. Obviously it will be the differential-effect on (+)- and (-)-ray of this field-fluc-

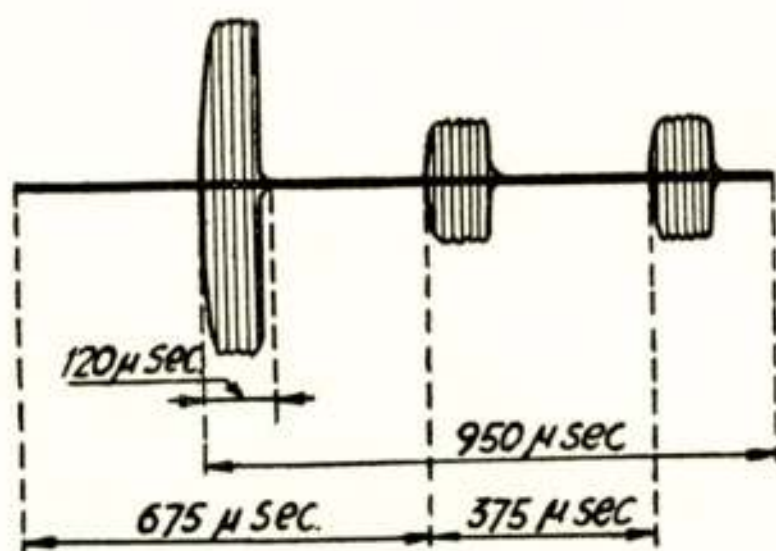


Fig. 16.

Splitting on the 800 per-sweep lmm =  $25 \mu$  sec. first reflection from 244 km virtual height.

tuation which will be responsible for a rotation of the resultant radio-field.

An up- or downward movement of the ionosphere is another explanation for the rotation of the field. Up to the present there has been stated no tendency to give a contrast in behaviour during the morning as compared with the afternoon-observation-period.

Adjusting by  $K$  (fig. 14) to the very beginning or end of the signal the circle fills up and some „figure-eight” traces appear probably due to transient effects.

Switching the transmitter to circular-polarized signals in (+)- or (-)- direction approximately  $\frac{1}{3}$  of fig. 15-3.4.5 disappears and on the diagonal sweep a circle or an ellips with very small excentricity is exhibited. In the majority of the observed cases the (+)-ray is situated to the left (part  $e - g$ )



and is often the strongest signal. On several occasions the (+)-ray was located to the right side (part  $f-h$ ).

When strong splitting is present the parts  $e-f$  and  $g-h$  are separated by  $100 \mu$  sec and more. In fig. 16 a familiar picture is given of the 800-period-screen when magnetic-ionic-splitting was present. To find the time-interval from beginning of direct signal to beginning of reflected signal it is obviously necessary to add a complete sweep. In fig. 16 this time-interval is  $950 + 675 = 1625 \mu$  sec.

The circular-emitted signal gives a much more steady signal which is a very striking effect. However, during evening periods it was found that the circular reflection as well from (+)- as from (-)-ray was still subjected to fading which was at times severe. This fading often had more the character of a „freak” (sudden strengthening of the signal); the supposition may be made that waves in the ionosphere layers give at times a focusing effect. This effect was mentioned already as far back as 1923 by G. J. Elias (5).

The behaviour of the intensity of the second echo, if present, was not quite in accordance with what one may expect. There is not sufficient observation-material to make further statements on this subject.

It was necessary to improve the reflecting properties of the sandy ground at Kootwijk by a network of copper wires. At  $\frac{1}{4}\lambda$ ,  $\frac{3}{4}\lambda$  and  $1\frac{1}{4}\lambda$  height above this network the loops were in the nodes of linear and circular field-strength. These nodes were sharply pronounced.

On the theoretical and experimental base given in this paper observations on more than one frequency may be done simultaneously.

Two or three fixed frequencies will be sufficient and as has been pointed out there is some evidence that the various assumptions on electronic-gradient and collisional frequency may be placed between definite limits by simultaneous observations on more than one frequency.

Furthermore the detailed observation of a reflected pulse combined with earth-magnetic micro-deviations in field-strength may give useful indications for the direct influence of the earth magnetic field on radio signals.

Ionospheric-recording will undoubtedly be improved by making separate records with (+)- and (-)-ray-circular-polarized emitters.



As circular-emitting cancels one of the reasons for „fading”, it is not exaggerated to suppose that in the future radio-transmitting of signals will be done by circular polarized antennae. The difficulty is to overcome the effect of earth reflection which spoils the polarization as well for the transmitter as for the receiver. Further investigations on this matter have been started at the Kootwijk-station.

Calculations have been entered on now to establish another series of curves for quasi-transversal propagation. These may be of use for ionospheric-stations situated in the magneticaequatorial zones.

### Acknowledgement.

I acknowledge gratefully the assistance of Messrs Witsenburg, Ennen, den Dulk and de Vries of the Kootwijk-Radio-Station.

### Literature.

- 1) Hollingworth J. Proc. Phys. Soc. 1935. Vol. 47 p. 843.
- 2) George E. F. Proc. I. R. E. 1948-35 p. 240) Ionospheric Radio Propagation- National Bureau of Standards Circular No. 462.
- 3) Appleton & Builder. Proc. Phys. Soc. 1933. Vol. 45 p. 208. Wireless World 8 July 1932 p. 642.
- 4) Breit G. Proc. I. R. E. 1927-15 p. 709.
- 5) Elias G. J. Tijdschrift van het Nederlandsch Radiogenootschap 1923 no. 2. p. 1.



## Driehoek voor het ontwikkelen

van  $\sin^n y$  en  $\cos^n y$

door H. de Lange Dzn

Laboratorium P.T.I./N.S.F., Hilversum

### SUMMARY

To calculate quickly the binominal coëff. from  $\cos^n y$  and  $\sin^n y$  a cipher-triangle is derivated.

In de radiotechniek komen we bij de analytische behandeling van een probleem veelvuldig hogere machten van één van beide goniometrische functies sinus of cosinus tegen. Dit ligt in de aard van het vak opgesloten, aangezien het zich voornamelijk bezig houdt met het langs elektrische weg overbrengen van signalen die kunnen worden voorgesteld door een enkelvoudige sinus dan wel een samenstel van deze functies naar de tijd.

Komen er in de uitkomst machten voor van genoemde functies, bijvoorbeeld bij het probleem detectie, dan is de volgende vraag: „Welke hogere harmonischen worden hierdoor geproduceerd?” De wiskunde geeft ons hierop het antwoord door  $\sin^n y$  of  $\cos^n y$  in hun componenten te ontwikkelen.

Anderzijds kunnen vele integralen slechts worden opgelost, als de integraal in een reeks wordt ontwikkeld, terwijl veelal de oplossing van een integraal slechts is bekend in een reeks met opklimmende machten van  $x$ , welke uiteraard wederom sinus- of cosinus functies zijn van de tijd.

Voeren we bijvoorbeeld een amplitude gemoduleerd signaal  $A(1 + m \cos st) \cos \omega t$  door een vierpool met een  $n^{\text{de}}$  machts karakteristiek en willen we dit probleem mathematisch uitwerken, dan kunnen we in één onzer formuleboeken vinden dat

$$(1 \pm x)^n = 1 \pm \frac{n}{1}x + \frac{n(n-1)}{2!}x^2 \pm \dots - \frac{n!}{n!}x^n \quad (1)$$

We kunnen daarbij de binominaalcoëfficiënten berekenen volgens



$$f_p = \binom{n}{p} = \frac{n \cdot (n-1) (n-2) \cdots \{n - (p-1)\}}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdots p} = \frac{n!}{(n-p)! p!}$$

of  $\binom{n}{p}$  in een tabel opzoeken.

Pascal heeft ons echter een eenvoudig middel gegeven om deze coëfficiënten snel te berekenen, door enige cijfers op systematische wijze in de vorm van een driehoek onder elkaar te plaatsen, volledigheidshalve hierbij weergegeven en waarbij elk cijfer in de volgende rij gevonden wordt als som van de beide cijfers, die er links en rechts boven staan. Hetgeen inhoudt, dat, omdat boven het eerste en laatste cijfer van elke rij geen cijfer links, resp. rechts staat, het aanwezige cijfer moet worden herhaald.

$n$											
0					1						
1				1		1					
2				1		2		1			
3			1		3		3		1		
4		1		4		6		4		1	
5	1		5		10		10		5		1
enz.											

Doel van dit artikel is ook voor  $\cos^n y$  en  $\sin^n y$  een overeenkomstig middel te geven, hetgeen voorheen werd afgeleid bij de mathematische behandeling van het probleem superregenerative detectie (logarithmische detectiekarakteristiek) en waarvan mij door gesprekken met collega's gebleken is, dat het niet algemeen bekend is.

Vervangen we in vergelijking (1)  $x^p$  door  $\cos^p y$ , dan moeten we deze macht voor elke waarde van  $p$  tussen 1 en  $n$  nog in zijn componenten ontwikkelen om de vraag te beantwoorden, welke en in welke verhouding hogere harmonischen van de signaalfrequentie worden gevormd.

Slaan wij hiertoe één onzer formuleboeken op, bijvoorbeeld Sammlung Götschen Band 51 of Hütte deel I, dan vinden we alleen in laatstgenoemde het antwoord, echter voor  $\cos^n y$  en  $\sin^n y$  elk twee formules, al naar gelang  $n$  even of oneven is en zeer ingewikkeld van vorm, veroorzaakt door rangschikking in dalende waarde van  $p$ .



Rangschikken we echter de componenten in volgorde van onze interesse, zoals dit ook met Fourier-componenten te doen gebruikelijk is, dan kunnen, omdat de eerste term altijd positief wordt, genoemde 4 vergelijkingen eenvoudig worden geschreven als :

voor  $n = \text{even}$  :

$$\frac{\cos^n y}{\sin^n y} = \frac{1}{2^{n-1}} \{ f_0 \pm f_2 \cos 2y + f_4 \cos 4y \pm f_6 \cos 6y + \dots - f_n \cos ny \} \quad (2)$$

voor  $n = \text{oneven}$  :

$$\frac{\cos^n y}{\sin^n y} = \frac{1}{2^{n-1}} \left\{ f_1 \frac{\cos y}{\sin y} \pm f_3 \frac{\cos 3y}{\sin 3y} + f_5 \frac{\cos 5y}{\sin 5y} \pm \dots - f_n \frac{\cos ny}{\sin ny} \right\} \quad (3)$$

waarin

$$f_0 = \frac{1}{2} \binom{n}{\frac{n-0}{2}} \quad f_1 = \binom{n}{\frac{n-1}{2}} \quad f_p = \binom{n}{\frac{n-p}{2}} \quad f_n = \binom{n}{\frac{n-n}{2}} = 1.$$

Uit symmetrie-overwegingen volgt :

1e even functie links  $\rightarrow$  even functie rechts dus alleen cos- termen.

oneven functie links  $\rightarrow$  oneven functie rechts dus alleen sin-termen welke alleen bij  $\sin^n y$  en  $n$  oneven optreden.

2e  $\cos^n y \rightarrow$  alleen + tekens  
 $\sin^n y \rightarrow$  alternerend

3e al naar gelang  $n$  even of oneven is, is ook  $p$  even of oneven.

We kunnen nu wederom in binominaalcoëfficiënt-tabellen gaan zoeken of met faculteiten gaan rekenen, dan wel  $f_p$  met de volgende driehoek snel berekenen.



$n$		$f_0$	$f_1$	$f_2$	$f_3$	$f_4$	$f_5$	$f_6$	$f_7$	$f_8$
0		1								
1	$1/2^0$		1							
2	$1/2$	1		1						
3	$1/2^2$		3		1					
4	$1/2^3$	3		4		1				
5	$1/2^4$		10		5		1			
6	$1/2^5$	10		15		6		1		
7	$1/2^6$		35		21		7		1	
8	$1/2^7$	35		56		28		8		1
	enz.				enz.					

Evenals bij de driehoek van Pascal worden de cijfers van de volgende rij gevonden als som van de beide cijfers, welke er direct links en rechts boven staan; hetgeen ook hier inhoudt dat, als één der beide cijfers ontbreekt, het aanwezige cijfer wordt herhaald. *Een uitzondering vormen de cijfers van de 2e kolom welke men verkrijgt door bovendien het er recht bovenstaande cijfer bij op te tellen.*

Gebruik makende van de vergelijking

$$\cos p \cos q = \frac{1}{2} \{ \cos (p - q) + \cos (p + q) \} \quad (4)$$

is de juistheid hiervan als volgt in te zien

$$\cos^n y \quad f_0 \quad f_1 \quad f_2 \quad f_3 \quad f_4 \quad f_5$$

$$\cos^3 y = \frac{1}{2^2} \{ \quad 3 \cos y \quad \quad \quad 1 \cos 3 y \}$$

$$\cos^4 y = \frac{1}{2^3} \{ 3 \quad \quad + (3 + 1) \cos 2 y \quad \quad + 1 \cos 4 y \}$$

$$\cos^5 y = \frac{1}{2^4} \{ \quad (2 \cdot 3 + 4) \cos y \quad \quad + (4 + 1) \cos 3 y \quad \quad + 1 \cos 5 y \}$$

Door de factor  $1/2$  in vergelijking 4 tellen alle coëff. van de vorige rij slechts voor de helft mede in de waardebepaling van de coëff. in de volgende rij. Dit wordt in rekening gebracht door de macht van de bijbehorende breuk met 1 te verhogen. Een uitzondering vormt alleen  $f_0$ , welke voor de volle waarde in de volgende  $f_1$  bijdraagt. Echter door machtsverhoging van de bijbehorende breuk moet men  $f_0$  dus  $2 \times$  tellen of, wat op hetzelfde neerkomt,  $f_1$  uit de voorgaande *oneven* rij nog bij  $(f_0 + f_2)$  uit de voorgaande *even* rij optellen.



Tenslotte wordt nog opgemerkt, dat de vergelijkingen (2) en (3) blijven gelden, als men de goniometrische functie vervangt door zijn overeenkomstige hyperbolische functie, behoudens voor  $n = 2, 3 - 6, 7 - 10, 11$  enz. waarvoor bij  $\sinh^n y$  alle coëfficiënten van teken verwisselen.



# Nederlandsch Radiogenootschap

## *Verslag van de Secretaris over 1948.*

In het afgelopen jaar werden vijf zittingen van het Genootschap gehouden. De 82e zitting welke tevens algemene jaarvergadering was, werd gehouden op 25 Februari te Utrecht. De ochtend was, behalve aan de huishoudelijke punten, gewijd aan een toelichting door de heer Weyers, van de examenactiviteit van het N.R.G. tot heden, gevolgd door een geanimeerde beraadslaging, waaraan o.m. de heren Steehouwer, Siezen en Bloemsma deelnamen. Het wekte sterk de indruk, dat gedachtenwisseling over dit onderwerp in een behoefte voorzag. Enige nuttige suggesties voor de examencommissie waren er het gevolg van. De voorzitter verzuimde hierbij niet, voorzitter en secretaris van de examencommissie dank te brengen voor hun uitstekend beleid.

Des middags sprak de voorzitter, *Prof. W. B. D. H. Tellegen* over het onderwerp: *Zijn er naast weerstanden, capaciteiten, zelfinducties en wederzijdse inducties nog andere soortgelijke grootheden denkbaar?* Aanwezig waren 27 leden en 11 genodigden.

De 83e zitting, gehouden op 15 April te den Haag, hield in, voordrachten door *Ir H. Mol* over: *Het localisatie-beginsel als grondslag ter verklaring van diverse eigenschappen van de gehoor-zin*, en door *Dr H. J. Groenewold* over: *De betekenis van de toestand der ionosfeer voor radioverbindingen op lange afstand*. Zij werd bijgewoond door 31 leden en 12 genodigden.

Op de 84e zitting, gehouden op 11 Juni te Utrecht, sprak *Dr F. M. Penning* over: *Zendbuizen voor decimeter- en centimetergolven* en *Ir S. van Mierlo* over *Impulsmodulatie-systemen*. Aanwezig 42 leden en 22 genodigden.

De 85e zitting, gehouden op 1 October te den Haag, had als sprekers *Prof. Dr C. J. Gorter* met het onderwerp: *Enige recente toepassingen van radio- en radartechniek in de natuurkunde* en *dipl. ing. P. Cornelius* met *Het generationaliseerde Giorgistelsel in de electriciteitsleer*. Aanwezig waren hier 52 leden en 34 genodigden.

Ten slotte was de 86e zitting, gehouden op 17 November te den Haag gewijd aan toelichting en demonstratie van de moderne telegrafie-ontvangers, ontwikkeld op het Radiolaboratorium der P.T.T. De toelichting geschiedde des ochtends door *Jhr Dr Ir C. Th. F. van der Wijck* en voor wat betreft de gebezigde Kristalfilters door *Ir F. Maarleveld*; de demonstratie geschiedde des middags tijdens een bijeenkomst gehouden in het Radiolaboratorium, waarbij tevens *Ir P. Boukema* en de heer *G. Prins* toelichtingen gaven op een voor de P.T.T. ontworpen 8-kanalen impulsmodulatie-systeem. Aan voordrachten en excursie namen deel 38 leden en 16 genodigden.

In de Algemene Jaarvergadering werden de aftredende bestuursleden Huydts en Vormer herkozen. Voor 1948 werd een Kas-commissie gevormd door de heren de Lange en Siezen.

De Examencommissie had ook dit jaar een omvangrijke taak; sedert het vorige jaar was het aantal kandidaten nog belangrijk toegenomen. Van de in totaal 797 kandidaten slaagden er 114 (39%) voor radiotechnicus en 195 (eveneens 39%) voor radiomonteur, een resultaat dat niet belangrijk verschilde van dat in 1947. Dit was voor de examencommissie aanleiding de reeds in dat jaar verspreide „opmerkingen” ook aan het verslag van de voorjaarsexamens toe te voegen.



Het Bestuur wil niet nalaten hier zijn waardering uit te spreken voor organisatie en afwerking van deze snel omvangrijker wordende examens aan Bestuur en leden der examencommissie. Ondanks, of misschien dank zij, een minimum aan administratieve omhaal, blijven de resultaten der examens verantwoord; de commissie van Toezicht vond geen aanleiding tot het maken van enige opmerkingen.

Daar er aanwijzingen bestaan, dat de kwalitatief ongunstige resultaten voor een deel te wijten zouden kunnen zijn aan onvoldoende opleiding, overweegt het Bestuur thans, in overleg met het Bestuur der examencommissie, het instellen van een erkenning als opleidingsinstituut namens het N.R.G. Dit uitsluitend ter oriëntatie voor studerenden; een belemmering van het recht tot deelname aan de examens wordt niet overwogen.

Het tijdschrift kon ook dit jaar 6 maal verschijnen; er verschenen, behalve verslagen van gehouden voordrachten, artikelen in van de hand van de heren Stumpers, van Dijl, Witsenburg en de Voogt.

De commissie voor contact met radio-amateurs diende in het voorjaar een rapport in over enige mogelijkheden, die zij zag voor nuttige hulp door amateurs, tevens bevattend een suggestie voor overleg in internationaal verband op het zomercongres van de U.R.S.I. De conclusie van dit congres leverde echter op, dat pogingen op nationaal niveau werden aanbevolen, zodat in het najaar een ontwerp-plan voor allereerste beproeving werd ingediend. Tevens werd, na aanvulling der commissie met de heer Metzelaar, en na overleg met het bestuur der VERON, deze als gemeenschappelijke N.R.G.-VERON-commissie voor uitwerking van de plannen geïnstalleerd.

Zij bestaat thans uit de heren Groenewold (voorzitter), van Dijl, (secretaris), Polak, Zaalberg van Zelst, Roorda en Metzelaar, waarvan de laatste twee tevens de VERON vertegenwoordigen.

De Union Radio-scientifique Internationale hield in Juli in Stockholm haar VIIIe congres. Een 15-tal leden van het Genootschap nam daaraan deel. Enige voordrachten werden gehouden en enige mededelingen aangeboden voor de Comptes Rendus van dit congres.

Het Bestuur werd uitgenodigd zitting te nemen in de Nederlandse Technische Unie, die beoogt coördinerend op te treden voor Technische Verenigingen op gebieden van gemeenschappelijk belang (opleiding, internationale contacten). Waar van deelname enig nut kon worden verwacht en de financiële consequenties voor het Genootschap niet groot zijn, heeft het Bestuur gemeend de uitnodiging te accepteren.

Daarentegen werd de Werkgemeenschap van Wetenschappelijke Organisaties, waarvan het Genootschap lid was, een restant uit de bezettingstijd, aan het einde van 1948 geliquideerd na afwerking van de taak die dit verbond zich had gesteld, nl. na de oorlog te rapporteren over wetenschappelijke vorderingen in de oorlog in ons land.

Het contact met verwante verenigingen in ons land beperkte zich overigens tot dat, vastgelegd in de afspraken over wederzijdse introductie. Bij elke bijeenkomst verscheen een ruim getal introducés; ook omgekeerd was belangstelling onzer leden voor de bijeenkomsten der andere verenigingen.

Het ledental, dat aan het einde van 1947 bedroeg 214, was aan het einde van 1948 207.

De Secretaris,  
Ir J. PIKET



## Personalia

Ir J. L. van Soest, erelid van het N.R.G. is benoemd tot buitengewoon hoogleraar aan de Technische Hoogeschool te Delft.

## Mededelingen

### *Herziene Examen-Reglement en -eisen.*

Sedert kort zijn het nieuwe Examen-reglement en de nieuwe Exameneisen voor de examens van het Genootschap vastgesteld.

Zij wijken in enkele punten (niet belangrijk) af van de vroegere en zullen geldig zijn ingaande 1950.

Belangstellenden dienen hun aanvraag om toezending dezer gegevens te richten aan de Heer B. Slikkerveer, Secretaris van de Examen-Commissie van het N.R.G., Sweelinckplein 71, 's Gravenhage.

## Octrooien

*Openbaar gemaakt 15 Maart 1949:*

- O.A. 117814, kl. 96h2. N.V. Philips'. Vierpoolschakeling voor het overdragen van elektrische trillingen, waarin de hoge frequenties ten opzichte van de lage worden bevoordeeld. Toepassing bij „pre-emphasis”.
- O.A. 97355, kl. 95d2gl. N.V. Philips'. Versterkerschakeling voor ultra hoge frequenties met geringe ingangsdemping bij een buis met direct verhitte kathode, welke kathode van tenminste drie toevoerleidingen is voorzien.
- O.A. 110970, kl. 95c2. N.V. Philips'. Superheterodyne ontvangschakeling geschikt zowel voor ontvangst van omroepsignalen met relatief kleine bandbreedte, als voor ontvangst van ultra korte golfsignalen met relatief grote bandbreedte en waarbij het omschakelen van ultra korte golf op omroepgolf geschiedt door buiten werking stellen van een middenfrequentbuis.
- O.A. 111578, kl. 95g. N.V. Philips' Zendinrichting met twee zenders waarvan draaggolf en modulatie overeenkomen, welke zenders hun energie aan een gemeenschappelijke antenne afgeven.
- O.A. 117374, kl. 95d2. N.V. Philips'. Voedingsketen, zoals een pick up of microfoon, voor een elektrische versterkerinrichting, met daarin opgenomen schakelaar, waarbij het optreden van een schakelklik wordt tegengegaan.
- O.A. 102358, kl. 95i1. Radio Corporation. Schakeling voor stille afstemming van een ontvanger voor frequentiegemoduleerde trillingen.
- O.A. 98417, kl. 95d5a. N.V. Philips'. Schakeling, bevattende twee oscillatoren met ontladingsbuizen en een verbruiker, waarbij de voeding van de verbruiker bij een storing van de in bedrijf zijnde oscillator door de andere oscillator automatisch wordt overgenomen.



*Openbaar gemaakt 15 April 1949.*

- O.A. 115697, kl. 95f3c. N.V. Philips'. Schakeling voor het begrenzen van de amplitude van de elektrische trilling, waarbij een keten met een diode en een belastingimpedantie over een reciprook netwerk verbonden is met de klemmen, waaraan de begrensde spanning moet optreden.
- O.A. 106710, kl. 95b2. N.V. Philips'. Frequentiemodulatie van een oscillator met een modulatorbuis, waarbij de modulerende spanning in de anodeketen van de modulatiebuis werkzaam is, zodanig dat de hoogfrequentie spanning in diens anodeketen door de modulerende spanning wordt begrensd.
- O.A. 110083, kl. 95m2a2. N.V. Philips'. Superheterodyne radio-ontvanger met spiegelfrequentieonderdrukking, in het bijzonder van belang voor ontvangst met een antenne met kleine capaciteit.
- O.A. 93665, kl. 21a<sup>4</sup>9a. International General Electric. Inrichting voor het genereren van zeer hoge frequenties met behulp van een snelheidsbesturingsbuis, welke voorzien is van een terugkoppelleiding.
- O.A. 110570, kl. 95a5d. N.V. Philips'. Hoogfrequentieschakeling met in balans geschakelde buizen en een Lechersysteem, bestaande uit twee coaxiale geleiders, die elk aan het van de buizen afgekeerde uiteinde door een weerstand van de grootte van de golfweerstand zijn afgesloten.
- O.A. 110887, kl. 95h3b2. N.V. Philips'. Schakeling voor het beïnvloeden van de eigen frequentie van een trillingskring met een zelfinductiespoel, voorzien van een ferrietkern die op een bijzondere wijze behandeld is.

He.

## Ontvangen Tijdschriften enz.

*Journal of the Franklin Institute*, Maart, April 1949.

*Wireless Engineer*, April, Mei 1949.

*Nat. Bureau of Standards*. Basic Radio Predictions for July 1949.

*Electr. Communications*, Vol. 25, Nr 4.

*Annales des Communications*, Tome 4, Nrs 1-2.

*U.R.S.I. Bulletin*, Jan. Febr. 1949.

*Bulletin de l'Institut Polytechnique de Jassy*. Fas. 2 Juillet à Decembre 1948.

*Radio Revue*, April 1949.

*De Ingenieur*, Jrg. 61, Nrs 13-20.

*Tijdschrift voor Radiotechniek*, Jrg. 3, Nrs 4-5.



## Boekbespreking

Ir W. A. Jedelo, *Radiotechniek*. De Technische Uitgeverij H. Stam, Haarlem 1948, deel I: 4e druk, 195 pp, f 7.25; deel II: 336 pp, f 13.50; beide geïllustreerd.

Naar in het voorwoord van deel II wordt medegedeeld is de bedoeling van deze boeken de jonge radiotechnicus op de hoogte te brengen van de grondproblemen die zich bij de radio-ontvangst voordoen. Deel I dient meer ter algemene oriëntering, deel II behandelt die onderwerpen welke men moet kennen voor het ontwerpen van een superheterodyne-ontvanger. In het „woord vooraf” van deel I vermeldt de schrijver verder, dat de stof in hoofdzaak die onderwerpen der radiotechniek omvat, die op de Middelbare Technische Scholen en op de Electrotechnische school te Amsterdam worden behandeld, terwijl zij die zich voor nijverheidsakten bekwamen, in dit boek kunnen vinden wat zij voor hun studie nodig hebben.

Het is wel zeker dat aan een boek als hiervoor omschreven in Nederland behoefte bestaat, het feit dat het eerste deel reeds vier drukken beleefde toont zulks trouwens aan.

Wanneer men de boeken doorbladert en de inhoudsopgaven beziet krijgt men van het geheel een gunstige indruk. Het valt dan ook bijzonder te betreuren, dat deze gunstige eerste indruk bij nadere bestudering van de diverse hoofdstukken, dikwijls niet bevestigd wordt.

Van een recensent kan men niet verlangen dat hij de ruim 500 bladzijden van deze boeken van begin tot einde nauwkeurig bestudeert. Een vrij groot aantal serieuze steekproeven, in beide delen genomen, geeft echter aanleiding tot de volgende opmerkingen:

Het valt op dat in beide delen veel gerekend wordt. Daardoor wordt ten onrechte een indruk van degelijke motivering gewekt. De wetenschappelijke waarde van een boek wordt o.i. echter niet bepaald door de *hoeveelheid* formules. De schrijver heeft de neiging allerlei zaken op nodeloos ingewikkelde wijze te behandelen, terwijl tezelfder tijd op de exactheid nogal wat aan te merken valt. Zijn definities wijken in sommige gevallen af van wat terecht normaal gebruikelijk is. Een aantal formules wordt in bepaald onoverzichtelijke vorm geschreven.

Zo wordt bv. met het begrip resonantie vreemd omgesprongen. Resonantiefrequentie betekent soms de frequentie waarbij faze-resonantie optreedt, soms de frequentie waarbij een extreme waarde optreedt en soms ook de frequentie van een vrije trilling.

Als kringkwaliteit definieert de schrijver  $R/L$ ; zulks is niet alleen ongewoon, maar ook verwarrend, aangezien men toch geneigd is hieruit te concluderen, dat vergroting van  $R$  de kwaliteit vergroot, terwijl deze integendeel door groter  $R$  verkleind wordt.

Een formule als  $1000 g = Ri S'$  kunnen wij niet bewonderen, evenmin als

$$|Z| = R \sqrt{1 + 158 \left( \frac{\Delta f}{\frac{R}{L}} \right)^2}$$

Men kan op de hiervoor vermelde feiten aanmerking hebben en van mening zijn dat ze niet tot verheldering van het inzicht bijdragen, op zichzelf zijn het



geen fouten. Nu komen in vrijwel elk boek onjuistheden voor; geen criticus zal alléén daarom een afkeurend oordeel hebben. Van een boek dat zich als leerboek aandient, en waarvan ten dele reeds een vierde druk verscheen, mag men o.i. echter verwachten dat het geen of althans weinig fouten bevat, die bepaald storend zijn voor de begripsvorming. Dit kan van de boeken in kwestie niet gezegd worden. Integendeel zowel het eerste als het tweede deel bevatten zulke ernstige begripsfouten, dat men zich met schrik afvraagt hoe iemand uit een dergelijk boek het vak moet leren.

Men oordele zelf:

Bij allerlei afleidingen en berekeningen maakt de schrijver gebruik van de complexe rekenwijze. Het zou logisch zijn dan ook steeds alle grootheden in principe als complexe grootheden te beschouwen. Indien men echter, zoals in Deel II Hoofdstuk I geschiedt, het verband tussen de spanning aan de klemmen van een spoel en de stroom door die spoel schrijft als  $E_2 = I_0 \omega L_0$ , dan werkt zulks verwarrend. Dit blijkt even later wanneer, bij het probleem van de spanningsopslingering in een seriekring, geschreven wordt:  $E_2 = Q E_1$ , waarin  $E_2$  de spanning over de zelfinductie is, en  $E_1$  de in de kring werkzame e.m.k. Door een dergelijke schrijfwijze toch wordt volkomen de indruk gewekt alsof  $E_2$  en  $E_1$  in faze zijn.

Bepaald funest wordt deze kwestie bij de bepaling van de stroom in een vlieg-wielkring, waarbij de schrijver rekent alsof de stroom naar de kring en de stroom door de condensator eenvoudig in faze zijn.

In deel I wordt bij de behandeling van gekoppelde ketens, waarop overigens veel meer aanmerkingen te maken zijn o.a. verklaard, dat een systeem bestaande uit een zelfinductie waaraan 2 condensatoren parallel geschakeld zijn (fig. 55) een *gekoppeld systeem* is met zg. „directe koppeling”.

In hetzelfde deel I wordt bij de behandeling van de triode o.a. gedefinieerd

$$g = \left( \frac{-\Delta V_a}{\Delta V_g} \right)_{I_a = \text{constant}}$$

Even later wordt afgeleid  $g = R_i S$  waarin thans echter  $g = \frac{\Delta V_a}{\Delta V_g}$  is.

In deel II redt de schrijver zich uit dit netelige probleem door over te gaan op de *absolute waarden*.

Bij de behandeling van de gesloten trillingsketens (Deel II Hoofdstuk I) wordt o.a. gezegd: „Uit (17) — (dit was de uitdrukking voor de frequentie waarbij faze-resonantie optrad) — volgt, dat de parallelkring met een *gedwongen trilling aperiodiek wordt*, wanneer... enz.”

In Hoofdstuk VI van deel II wordt o.a. afgeleid hoe men een triode moet aanpassen, opdat maximaal vermogen wordt afgegeven. Gevonden wordt  $R_u = 2 R_i$  en  $\eta = 25\%$ . Even later, wanneer een instelling gekozen is waarbij  $R_u \neq 2 R_i$ , wordt een rendement gevonden van 30,2% waaruit de schrijver concludeert, dat hieruit blijkt dat „bij trioden soms de mogelijkheid bestaat een rendement te verkrijgen dat groter is dan het theoretisch gunstigste rendement van 25%”.

In het bovenstaande zijn slechts enkele voorbeelden van onjuistheden genoemd, die evenwel o.i. voor een leerboek bijzonder ernstig zijn. Neemt men bovendien de eerder genoemde bezwaren in aanmerking, dan kan de conclusie slechts luiden, dat de besproken boeken weinig aanbevelenswaardig zijn.

J. J. V.