

Radio-Expres

TIJDSCHRIFT VOOR RADIOTECHNIEK

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

Redactie en Administratie: Hoylelesingel 15, Hillegersberg
Telefoon No. 47330 - Postgironrekening No. 385246

Dit blad verschijnt op den 1en en 3en Vrijdag van iedere maand. Abonnementsprijs f 7,80 per jaar, of f 3,78 per halfjaar, voor het binnenland en f 8,80 per jaar voor het buitenland. Abonnementen kunnen ingaan per 1 Januari en per 1 Juli. Het auteursrecht voor den volledige inhoud wordt voorbehouden volgens de Wet op het Auteursrecht van 23 September 1912, Staatsblad No. 308.

Telegrafie met „contragolf”

doet weer haar intrede

Uit den tijd van het lange-golf-telegrafieverkeer voor Trans-Atlantische verbindingen zullen velen zich nog het eigenaardige geluid van de signalen der groote lichtboogzenders herinneren. De door den Deen Poulsen uitgevonden lichtboogzender, volgens welk systeem ook Dr. de Groot het Nederlandsch-Indische station in de Malabarkloof had uitgevoerd, leverde voor het gebruik als telegrafiezender de moeilijkheid, dat men niet met een seinsleutel de uitstraling kon onderbreken om er Morse-teekens mee te geven; de lichtboog moest continu doorwerken. Om er toch mee te seinen, moest men den zender zoo inrichten, dat die met neergedrukten sleutel de eigenlijke golfengte uitzond, terwijl met open sleutel alleen een zekere verstemming optrad. Luisterde men naar de signalen met genereerenden detector om ze hoorbaar te kunnen maken, dan gaven de signalen een fluittoon, zooals nu ook met elken ongedempten zender het geval is, terwijl in de pauzen tusschen punten en streepen een andere toon klonk, van de verstemde, z.g. contragolf.

Destijds werd dit als een ernstig nadeel onderhouden, omdat zulke zenders bij de geringe frequentie-ruimte, die het langegolfgebied ter beschikking stelt, door deze frequentie-modulatie een te breeden band in beslag namen. Herhaaldelijk is dan ook op internationale conferenties gepoogd om tot een definitief verbod van deze werkwijze te geraken.

En nu, na 25 jaren, komt in eenigszins anderen vorm de techniek weer terug tot het werken met een soort van contragolf.

In het artikeltje over het Amerikaansche radiorelais-station te Tanger op de Noord-Afrikaansche kust spraken wij over technische vervolmakingen in het radiotelegrafisch verkeer, die hier de automatische of halfautomatische werking van zulk

een relais-station hebben mogelijk doen worden. Blijkens een mededeeling in „Electrical Communication” van de „Standard Electric” gaat het hierbij principieel om „frequency-shift keying”, d.w.z. dat men een systeem toepast, waarbij de seintekens

Gij kunt uw abonnement snel verdienen.

Aan onze abonné's doen wij het volgende aanbod.

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

U zendt ons dus f 13.50 voor de twee abonnementen.

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

Administratie
RADIO EXPRES.

door zenderverstopping worden gevormd.

Op een aantal belangrijke internationale radio-verbindingen, die onder beheer staan van ondernemingen, welke geassocieerd zijn met de International Telephone and Telegraph Corporation, zelf behoorende tot het Standard-concern, is men dit systeem gaan toepassen, terwijl men nog druk bezig is, er uitbreiding aan te geven. Hierdoor toch wordt de mogelijkheid verkregen om op die verbindingen zonder verhooging der zendvermogens, type-druk-ontvangers en multiplex-snelzender-installaties op één golf lengte te laten werken. Ook op verbindingen, waar nog niet automatisch, maar met de hand wordt geseind, acht men het systeem zelfs loonend omdat met geringer zendervermogen door de normale natuurlijke storingen heen gewerkt kan worden.

Bepaalde voordeelen van seinsystemen met verstopping waren reeds in 1923 naar voren gebracht, maar pas na de ervaringen, opgedaan met frequentiemodulatie en de daarmee verkregen verbetering in de verhouding van signaal tot storingen, als men de frequentie-afwijkingen een breed band laat beslaan (het systeem Armstrong) heeft men zich gerealiseerd, dat voor *telegrafie* al met frequentiemodulatie over een slechts geringe bandbreedte groot succes viel te boeken.

De toepassing van dit principe leidde tot een seinsysteem, waarbij de seinsleutel de frequentie van de draaggolf laat variëren tusschen twee vaste grenswaarden, die over het algemeen slechts 300 tot 1000 hertz van elkaar verschillen. Op de eene frequentie worden dan de eigenlijke seintekens overgebracht en op de andere de spaties tusschen de teekens. (Het verschil met het vroegere werken met contragolf is dus, dat destijds het contragolfvermogen eenvoudig verloren ging en bij de ontvangst slechts een last opleverde, terwijl het nu ten volle nuttig wordt gebruikt, zoodat men zich bijv. kan voorstellen, dat bij het wegvallen van een teeken door storing, het wél overkomen van de spatie de leesbaarheid herstelt. Het „lezen“ kan men zich bovendien hierbij denken als het in werking komen van een type-drukautomaat).

Ontvangstoestellen voor dit systeem worden zoo ingericht, dat zij slechts reageren op de frequentie-variëaties in de ontvangen signalen en niet op amplitude-variëaties. Zoolang de ontvanger niet door *grote* amplitude-variëaties als gevolg van sluïering van de wjds wordt gebracht, zullen storingen, die in hoofdzaak amplitude-variëaties zijn, geen effect hebben op de slechts op frequentie-variëaties reagerende apparaten. De verbetering in de verhouding van signaal tegenover storingen, die hiervan het gevolg is, bedraagt 6 tot 12 decibel.

De Mackay Radio and Telegraph Company, die in ons artikeltje over het relais-station te Tanger reeds werd genoemd, doet in dezen pionierswerk en de reeds opgedane ervaringen leiden nog voortdurend tot nieuwe verbeteringen. C.

Watertemperatuur in de Zuidpoolzee

In het artikel over Radio en Radar in het Zuidpoolgebied is door een vergissing blijven staan, dat de zeewatertemperatuur zeer constant ongeveer -32° F zou zijn, bij uitzondering dalend tot -39° F.

Men moet hiervoor lezen: zeer constant ongeveer 32° F (dat is dus juist het vriespunt op deze schaal), bij uitzondering dalende tot 29° F.

Het P.T.T. radio-ontvangcentrum

Het radio-ontvangstation Noordwijk-Radio zal, aangezien het terrein te Noordwijk op den duur minder geschikt is, worden verplaatst naar de Horstermeerpolder, op een terrein, dicht bij 's-Graveland. Met de voorbereidende werkzaamheden is begonnen, maar de bouw van het groote ontvanggebouw vangt pas volgend voorjaar aan. Het zal nog wel twee jaar duren alvorens het station op het nieuwe terrein in gebruik zal kunnen worden genomen.

Een toestel met 18800 radiobuizen

Electronische tel- en rekenmachines kan men ontwerpen voor het oplossen van wiskunstige vraagstukken, waar een mensch enorm veel tijd mee zou zoek brengen.

De omvangrijkste inrichting van dezen aard was tot dusver de Enide, in welke schakeling niet minder dan 18 800 versterkerbuizen dienst doen. Wat men er allemaal mee heeft uitgerekend, weten wij niet, maar wij weten wél, dat het voor de buizenfabrikanten een leerzame machine is geworden.

Op dit groote aantal buizen waren er bijv. bij elke aansluiting der gloeidraden 2, die doorbranden. Maar daarnaast kwamen allerlei andere lampfouten voor, die door hun veelvuldigheid constructiefouten aan het licht brachten. In één jaar moesten 644 buizen worden vernieuwd, soms nadat men lang had moeten zoeken, waar de fout zat.

Intusschen heeft Amerika nu een nieuwen electronischen rekenaar, de Maniac met „slechts“ 1000 buizen, terwijl men er het zelfde mee kan doen als met de Eniac.

C.

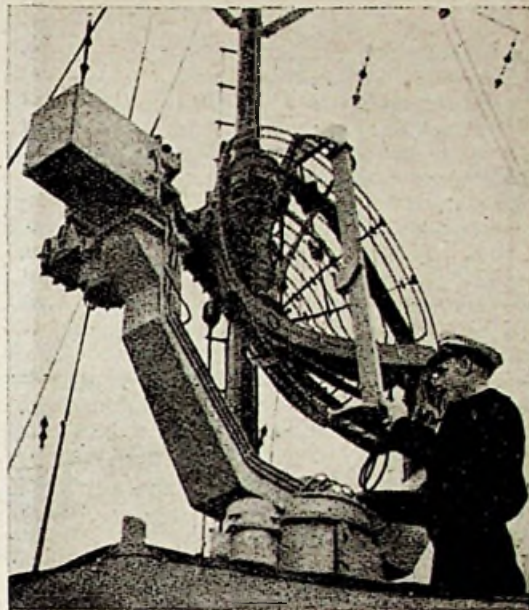
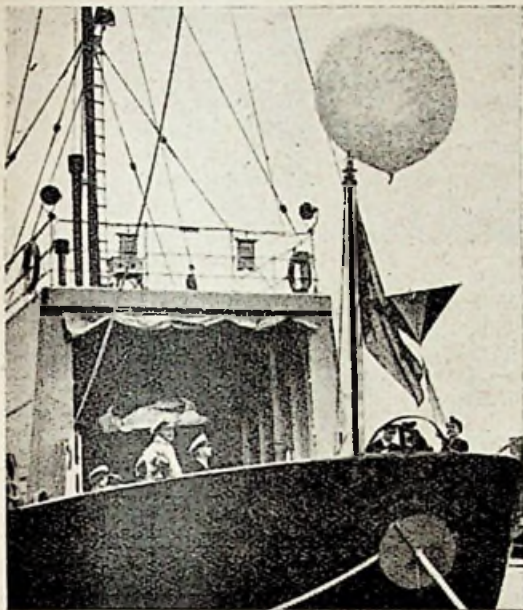
Vonkjes

De internationale Telecommunicatie Conferentie te Atlantic City heeft het frequentiegebied voor den middengolfomroep van 550—1500 kHz uitgebreid tot 525—1605 kHz.

Voor de amateurs is de 5-meter band verloren gegaan.

In een bankgebouw op Long Island heeft de directie een televisie-installatie laten aanbrengen, waarmee de kassier handteekeningen kan laten controleren door de boekhouding.

Weerschepen op den Atlantischen Oceaan



Links: Oplaten van een weerballon aan boord van een weer-schip. De ballon draagt een metalen reflector om met radar gevolgd te kunnen worden. Verder voert de ballon een radiosonde mee, die door signalen luchtdruk, temperatuur en vochtigheid meldt.
Rechts: De radar antenne aan boord van een weerschip, waarmee men de weerballons volgt.

Over het noordelijk gedeelte van den Atlantischen Oceaan loopen de kortste luchttroutes van Amerika naar Europa. Het is echter een uit meteorologisch oogpunt moeilijk gebied. De vliegtuigen hebben er behoefte aan weerkundige voorlichting. Maar eilanden voor de vestiging van weerkundige waarnemingsstations zijn er niet.

In September 1946 kwam een internationale overeenkomst tot stand om in dit gemis te voorzien door het stationneeren op bepaalde punten van z.g. „weerschepen”. In den oorlog was er een militaire organisatie van dezen aard. Thans treedt hier de Intern. Burgerl. Luchtvaarorganisatie ICAO op in samenwerking met de Intern. Meteorologische Organisatie. Nederland en België zijn lid van de ICAO en nemen deel door te zamen één weerschip te exploiteeren, terwijl de Ver. St. er 7 voor hun rekening namen, plus nog 1 tezamen met Canada; Groot-Brittannië 2 plus nog 1 tezamen met Noorwegen en Zweden; Frankrijk 1. Totaal 31 schepen, waarvan de ligplaatsen op het bijgaande kaartje zijn aangegeven.

Mede-onderteekenaars van de overeenkomst zijn nog Denemarken, IJsland, Spanje en Portugal; het laatste land levert, evenals Ierland, een financieele bijdrage.

Nederland heeft voor den te vervullen dienst twee opgelegde fregatschepen van de marine der Ver. Staten overgenomen, een type, dat er bijzon-

der geschikt voor is en er ook door andere staten voor werd aangekocht. Het eerste Nederlandsche weerschip, de „Cirrus”, heeft 14 September j.l. zijn post betrokken. Voorloopig zal de stationneeringstijd telkens slechts 3 weken bedragen, zoodat 5 October de eerste aflossing door den Belgischen collega volgde. De Ver. St., Engeland en Frankrijk namen hun posten reeds eerder in.

De taak der weerschepen bestaat in het doen van waarnemingen op zeeniveau en in hoogere luchtlagen met radiosondes en met loodsballons, die met radar worden gevolgd; het overseinen der gegevens naar den wal; communicatie met schepen en vliegtuigen, hulpverlening bij de navigatie en bij redding en berging in noodgevallen.

De schepen zijn 92 m lang en 11 m breed en hebben behalve de bemanning 8 telegrafisten van de Afdeling Luchtverkeersbeveiliging en 5 ambtenaren van het Kon. Ned. Meteorologisch Inst. aan boord.

De uitgebreide apparatuur voor de radiocommunicatie omvat:

1. De gewone radio-dienst voor de scheepvaart.
2. Een dienst voor de verbinding met de vliegtuigen.
3. Een dienst, die een vaste verbinding onderhoudt met het weerstation op Schiphol.
4. Een radio-telefonie-installatie (werkingsfeer



De vaste posities der weerschepen:

60°00'N 02°00'W	46°00'N 29°00'W
60°00'N 20°00'W	56°30'N 51°00'W
53°50'N 18°40'W	45°00'N 45°00'W
47°00'N 15°00'W	34°00'N 52°00'W

39°00'N 17°00'W	35°30'N 40°00'W
62°00'N 33°00'W	36°00'N 70°00'W
51°45'N 35°30'W	

Cursiefgedrukt de positie van het Nederlandsch-Belgische weerschip.

250 km), om radio-telefonisch met de transatlantische vliegtuigen in verbinding te treden.

5. Een radar-installatie voor den zeedienst. (Het opzoeken van mijnen, en eventueel van een verongelukt vliegtuig).
6. Een radar-installatie voor den luchtvaartkundigen dienst. Hiermede worden de vliegtuigen gepeild (peiling en afstand) tot op 50 m nauwkeurig.

Dagelijks worden verscheidene radio-sondes opgelaten, die dan automatisch gegevens omtrent vochtigheid, temperatuur en luchtdruk uitzenden, welke gegevens door een aparten ontvanger worden opgevangen en die een belangrijk aandeel hebben in het materiaal voor het samenstellen der weerberichten.

Deze weerberichten worden via de vaste verbinding naar Schiphol geseind en van daaruit worden ze per tele-type-installatie verzonden naar de voornaamste luchtvaartterreinen in Europa en direct aan de vliegtuigen.

Het schip heeft ook nog een bakenzender, die voortdurend de roepleetters en de positie van de „Cirrus” seint, zoodat de vliegtuigen ook met behulp van hun richtingzoeker zelf hun positie kunnen bepalen.

De nauwkeurige positie-bepaling heeft het voordeel, dat de reisduur der vliegtuigen aanmerkelijk verkort wordt, wat op zijn beurt weer een besparing van benzine beteekent.

Gesproken woord

Cultuurbevorderaars hebben meestal een angstig sterk geloof in het „gesproken woord” in de radio-programma's. Onder de luisteraars is een categorie, die er een afkeer van heeft.

Jaren geleden moet een professor Kenrick eens een schakeling hebben bedacht, waarmee een radiotoestel buiten werking werd gesteld, zoodra iemand ging spreken. Die schakeling berustte op het feit, dat bij spraak altijd onderbrekingen in de modulatie optreden. Wij hebben nooit gehoord, dat de vinding ook toepassing heeft gevonden.

Maar nu heeft een technicus te Johannesburg, volgens Reuter, volgens ongeveer hetzelfde principe een hulpparaatje vervaardigd, dat na één minuut gesproken woord het toestel niet uitschakelt, doch overschakelt op een anderen zender. Straks komt er misschien een ander, die op dezelfde wijze jazz-muziek laat verwerpen.

C.

De verschillen tusschen F.M. en P.M.

Frequentiemodulatie (FM) en fazemodulatie (PM) zijn nog steeds begrippen, die door meer geheimzinnigheid zijn omgeven dan ooit met amplitudemodulatie (AM) het geval is geweest. Het is daarom nuttig en noodig om nog eens op de principiele verschillen tusschen FM en PM terug te komen.

Het kan den lezer van voordeel zijn om het artikeltje over FM in R.-E. 1946, no. 3, blz. 23, met een vervolg in R.-E. 1946, no. 4, blz. 43, nog eens door te lezen.

AM behoort tot de bekende zaken; geheimen herbergt deze modulatievorm niet meer. Maar zoo gauw men over FM of PM komt te spreken, blijken vele min of meer foutieve ideeën te bestaan. In dit artikeltje zal geprobeerd worden, nog eens de verschillen tusschen FM en PM t.o.v. AM aan te geven.

AM verkrijgt men door de sterkte van een draaggolf van constante frequentie zoodanig te beïnvloeden, dat de laagfrequente modulatie-spanning een getrouwe afspiegeling vindt in de amplitude van de draaggolf. Wordt de draaggolf gemoduleerd met een enkelen toon, dan ontstaan twee zijbanden van gelijke sterkte ter linker en rechter zijde van de draaggolf en juist zooveel ervan verwijderd als de frequentie van de modu-

latie is de frequentie van de draaggolf in ongemoduleerden toestand.

Faze-modulatie echter wordt verkregen door de faze van de draaggolf te variceren in het rythme van de modulatiefrequentie, en hoe grooter de amplitude hiervan is, des te grooter is ook de faze-verschuiving.

Met een beetje fantasie zal men kunnen inzien, dat bij verandering van de faze van de draaggolf, het net is alsof er gedurende een periode van de modulatiefrequentie een paar trillingen meer of minder van de draaggolf voorkomen, of nog anders gezegd: de oogenblikkelijke frequentie van de draaggolf moet veranderen, daar er meer of minder trillingen dan normaal verschijnen gedurende den tijd, dat de faze vergroot of verkleind wordt. Daarom zijn FM en PM verwant aan elkaar, want gedurende de modulatie verandert in beide gevallen de frequentie van de draaggolf.

Maar nu gaat het ingewikkelder worden. Als men een draaggolf volgens FM of PM moduleert met een enkelen toon, dan ontstaat niet één enkel paar zijbanden, zooals bij AM, maar er ontstaat theoretisch een oneindig aantal zijbanden. De sterkte van de zijbanden hangt af van de amplitude van de modulatie en de zijbanden in de omgeving van de draaggolf zijn sterker dan de verwerijderde.

Teneinde het proces goed te kunnen volgen, zij verondersteld, dat de draaggolf wordt gemoduleerd met een toon van 1000 Hz. Indien de modu-

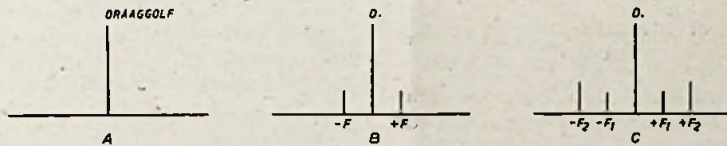


Fig. 1. Ontleding van het frequentiespectrum van een AM-sigitaal
 A. ongemoduleerde draaggolf
 B. gemoduleerde draaggolf met één toon
 C. gemoduleerde draaggolf met twee tonen.

latie bedraagt. (Fig. 1). De sterkte van de zijbanden is evenredig met de sterkte van de modulatie. Is de modulatie diepte 100 %, dan hebben de beide zijbanden ieder een amplitude, die de helft is van die der draaggolf. Hoe sterk de modulatie ook is, steeds zijn er maar twee zijbanden. Nooit meer!

Men kan zich van FM en PM niet zulke eenvoudige voorstellingen maken. Algemeen bekend is, dat men FM kan verkrijgen door de frequentie van de draaggolf te veranderen in het rythme van de modulatiefrequentie. De frequentieafwijking van de draaggolf neemt toe met toenemende sterkte van de modulatie. Iedere periode wordt de draaggolf-frequentie dus een zeker bedrag hooger en een gelijk bedrag lager dan de gemiddelde frequentie,

latie zwak is, heeft alleen het eerste paar zijbanden een sterkte, die van belang is; de andere zijbanden zijn wel aanwezig maar zéér zwak. Het schematische beeld van de gemoduleerde golf vertoont nu groote overeenkomst met dat van AM.

Indien men nu de sterkte der modulatie opvoert, worden ook de 2e zijbanden en de zijbanden van hoogere orde van belang. Zooals fig. 2b, 2c en 2d duidelijk toont. Tevens verschijnen alle zijbanden op afstanden van 1000 Hz van elkaar. Dat is een heel belangrijk ding, daar er velen zijn, die denken dat FM (of PM) kan worden gebruikt om minder bandbreedte in beslag te nemen dan bij AM het geval is, door de frequentieafwijkingen t.o.v. de draaggolf klein te houden. Dat is persé niet waar, bij elk modulatiesysteem ontstaan zijbanden ter

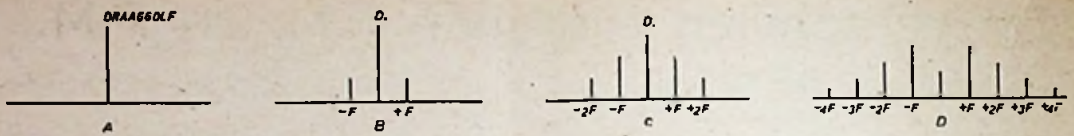


Fig. 2. Ontleding van het frequentiespectrum van een Fd of PM-sigitaal.

- A. ongemoduleerde draaggolf
- B. C. en D. modulatie met een enkelen toon.
- B. komt overeen met kleinen modulatie-index.
- C. wat grootere index dan bij B.
- D. nog grootere modulatie-index.

(Alle zijbanden liggen telkens 200 ver uit elkaar als de modulatiefrequentie bedraagt. De sterkte van de draaggolf neemt in B, C of D telkens af).

weerszijden van de draaggolf op afstanden, die gelijk zijn aan de modulatiefrequentie.

In fig. 3 is aangegeven hoe de amplitude van de zijbanden verandert als functie van den modulatieindex. Bij bepaalde waarden van den modulatieindex verdwijnen er enkele zijbanden of de draaggolf zelve. Eveneens zijn bepaalde groepen zijbanden in tegenfase met andere van groote modulatieindices.

* * *

Modulatieindex. Enkele malen werd gesproken over de sterkte of de mate van de modulatie. Beter is het om te spreken van den modulatieindex. Deze is voor FM gelijk aan de maximale frequentieafwijking van de draaggolf, gedeeld door de hoogste modulatiefrequentie, of

$$m_{FM} = \frac{\Delta f}{p} \quad \text{als } \Delta f \text{ de frequentieafwijking en } p \text{ de modulatiefrequentie voorstellen.}$$

Voor PM wordt de modulatieindex eenvoudig aangegeven door de fazeverandering, uitgedrukt in radialen ($360^\circ = 2\pi$ radialen of 1 radiaal = $57,3$ graden). De krommen, aangegeven in fig. 3, gelden zoowel voor FM als voor PM, als voor den modulatieindex de waarden worden aangenomen, die zoo juist genoemd zijn.

De definitie van den modulatieindex stelt ons in

staat om het onderscheid tusschen FM en PM te vatten en tevens na te gaan hoe de laagfrequente weergave-karakteristieken zullen verlopen als beide modulatiesystemen worden gedetecteerd met dezelfde discriminatorschakeling. (Zie R.-E. 6, 1946, biz. 68).

Is in een FM-systeem de modulatieindex bijv. gelijk aan 2, dan beteekent dit, dat de maximale frequentieafwijking gedeeld door de hoogste modulatiefrequentie gelijk aan 2 is.

Bedraagt de hoogste modulatiefrequentie 5000 Hz, dan zal de maximale frequentieafwijking van de draaggolf, de „swing” zooals men wel zegt, 10 kHz bedragen.

Een FM-zender, werkend met een index van 2 en een topfrequentie van 5000 Hz, zal dus een frequentieafwijking geven van 10 kHz bij volle modulatie voor elke waarde van de modulatiefrequentie.

Een grootere frequentieafwijking dan 10 kHz beteekent geen overmodulatie, zooals men dat bij AM kent; maar het beteekent alleen, dat het systeem niet langer beschreven kan worden met den index van 2. Verder gebeuren er geen ongelukken.

In den ontvanger is het anders. Als de detectieschakeling is ontworpen om een maximale spanning af te geven bij een swing van 10 kHz, dan

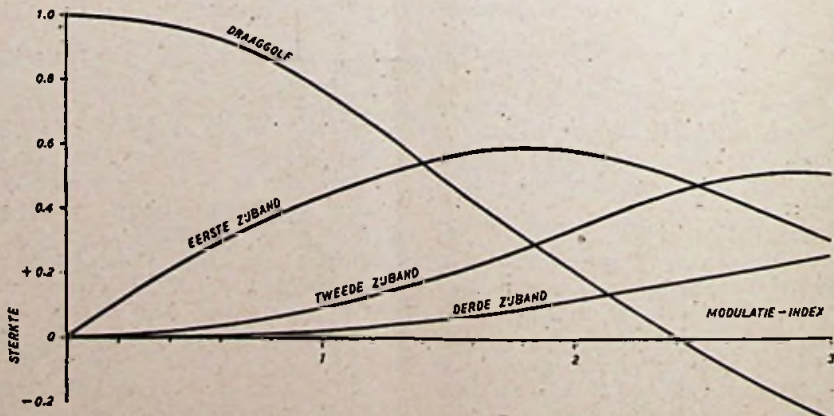


Fig. 3. Verband tusschen de sterkte van de draaggolf en de zijbanden, afhankelijk van den modulatie-index.

kan een grotere swing vervorming ten gevolge hebben. Die vervorming ontstaat dus door den detector. Of nu de modulatiefrequentie 100 Hz of 5000 Hz bedraagt, steeds wordt een maximale spanning afgegeven door den detector indien de frequentieafwijking van de draaggolf in beide gevallen 10 kHz bedraagt.

Men moet er wel op bedacht zijn, dat bij een $\Delta f = 10$ kHz voor $p = 5000$ Hz de index

$$m_{FM} = \frac{10\,000}{5000} = 2$$

bedraagt, maar van $p = 100$ Hz wordt deze

$$m_{FM} = \frac{10\,000}{100} = 100.$$

Indien fig. 3 zou reiken tot waarden van den index van 100, dan zou blijken, dat het aantal zijbanden enorm was toegenomen. Maar met een modulatiefrequentie van 100 Hz is de tusschenruimte tusschen de zijbanden slechts 100 Hz en deze vele zijbanden tezamen nemen nauwelijks de ruimte in, die de weinige veel verder van elkaar afgelegene zijbanden van een modulatiefrequentie van 5000 Hz beslaan. Het zal dus duidelijk zijn, aan de hand van het genoemde voorbeeld, dat de modulatieindex bij FM nog geen uitsluitel geeft over de in beslag genomen bandbreedte van een FM-zender. Het is noodzakelijk om behalve den index ook de hoogste modulatiefrequentie te noemen. Dan pas kan men zich een voorstelling maken van de bandbreedte, die de zender in beslag neemt.

Bij PM zijn het aantal en de amplituden der zijbanden nauwkeurig dezelfde voor een bepaalden modulatieindex, onafhankelijk van de modulatiefrequentie, daar de index nu alleen het aantal radiale fazeverschuiving aangeeft. Dit is weer afhankelijk van de spanning der modulatiefrequentie. Voor een bepaalde maximaal toelaatbare span-

ning is dus een bepaalde fazeverschuiving gegeven — afhankelijk van den aard der toegepaste schakeling — en deze is gelijk aan den modulatieindex. Immers was $m_{PM} = \Delta\varphi$. In tegenstelling met FM is dus de modulatieindex voor PM *onafhankelijk* van de modulatiefrequentie.

Het gevolg is, dat het aantal zijbanden ook constant is voor alle modulatiefrequenties en alleen wordt bepaald door den index.

Een lage modulatiefrequentie zal dus maar een smallen frequentieband hebben, immers de zijbanden liggen dicht bij elkaar. Een hoge modulatiefrequentie zal echter een breeden frequentieband beslaan, omdat hetzelfde aantal zijbanden nu verder van elkaar afligt. Als de index klein is, bijv. 0,5, dan zijn alleen de 1e zijbanden van belang (zie fig. 3), en dan is het ontstane beeld van draaggolf plus zijbanden ongeveer gelijk aan dat van AM. Fig. 4 laat zien welke bandbreedten een FM- en een PM-signaal in beslag nemen voor verschillende modulatiefrequenties en verschillende indices. De plaatjes voor PM toonen oogenblikkelijk aan, waarom een PM-signaal, ontvangen met een FM-ontvanger, een tekort aan lage tonen zal opleveren, aangezien een FM-detector van gelijke sterkte maar verschillende frequentie verlangt, dat ze ongeveer dezelfde frequentieafwijking, dus bandbreedte, in beslag nemen.

Aan dit gebrek kan worden tegemoet gekomen door de hooge tonen te verzwakken t.o.v. de lage tonen. Deze frequentieafhankelijke correctie kan zoowel in den zender als in den ontvanger plaats vinden.

Er is nog een belangrijk punt om te noemen en dat is dat men bij PM geen lange keten van frequentievermenigvuldigers noodig heeft om een bruikbaren modulatieindex te halen. Degenen, die met het Armstrong-FM-systeem eenigermate bekend zijn, zullen weten, dat men in een volgens dit systeem werkenden FM-zender begint met faze-modulatie op een laag energieniveau en dat men

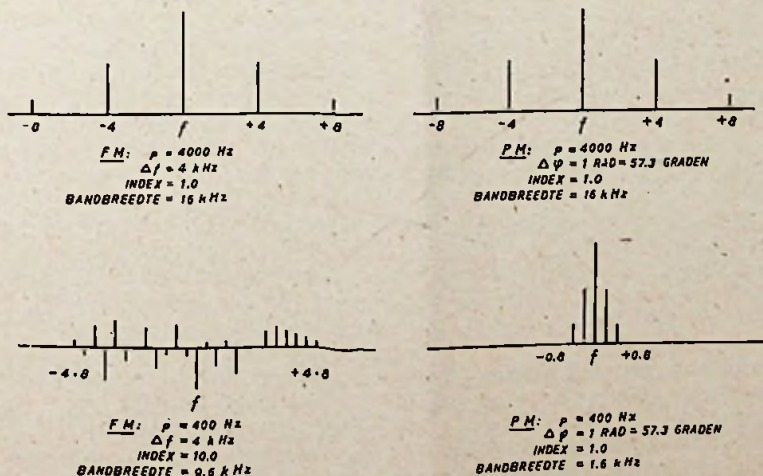


Fig. 4 Vergelijking van de frequentiespectra voor FM en PM bij modulatie met een toon van 4000 Hz of van 400 Hz.

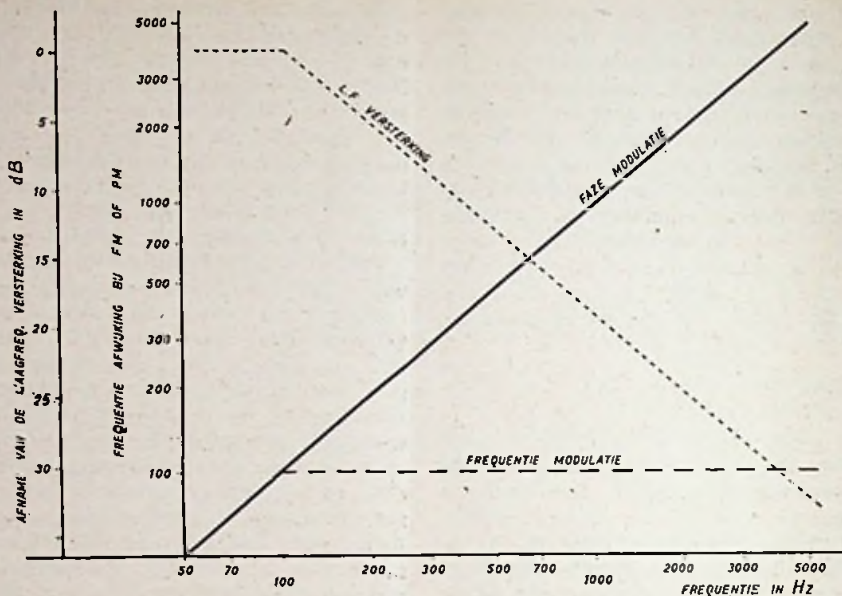


Fig. 5. De noodzakelijke l. fr. versterking om een phasemodulatie te veranderen in frequentie-modulatie.

deze PM verderop in den zender omzet in FM. Zoo'n systeem vereischt verscheidene frequentievermenigvuldigers (hierop wordt nog teruggekomen), omdat een frequentie-gemoduleerde golf het gewenschte eindresultaat is. Het is nog goed mogelijk om een index van 0,5 met PM te halen zonder vermenigvuldiging en dit kan een redelijk resultaat geven in den 80 meterband.

Bekijkt men fig. 5, dan zal het duidelijk worden waarom men bij FM, die verkregen wordt door PM, zooveel frequentievermenigvuldigers noodig heeft. Als men de frequentieafwijking t.o.v. de draaggolf uitzet in een grafiek als functie van de modulatiefrequentie dan verkrijgt men de getrokken kromme, een hellende rechte lijn. Daar FM vrijwel een constante frequentieafwijking verlangt voor alle modulatiefrequenties, is het noodzakelijk om de laagfrequente karakteristiek te maken zoals wordt voorgesteld door de gestippelde kromme uit fig. 5. Dit houdt in, dat de FM-karakteristiek volgens de gestreepte lijn zal verlopen, maar men lette er speciaal op, dat deze werkwijze de frequentieafwijking vermindert tot die waarde, welke verkregen wordt door de faze-modulatie bij de laagste overgebrachte modulatiefrequentie. Om vervorming te voorkomen, of althans zoo gering mogelijk te houden, past men een fazemodulatie op laag niveau toe en het resultaat is dan tenslotte een kleine modulatieindex.

Zulk een werkwijze is niet noodzakelijk voor den radioamateur. Op de amateurbanden zal men met PM goede resultaten bereiken. Immers de communicatie stelt heel andere eischen, speciaal wat storingsvrijheid en geringe ruisch betreft, dan de omroep.

Het is belangrijk om nog even op te merken, dat de afgebeelde figuren gelden voor één enkele frequentie, maar het wordt even anders, indien men een frequentieband (bijv. 200—4000 Hz) gaat overbrengen. Hoe het zij, of men een enkelen toon of een samenstel van tonen moduleert, bij FM of PM, doet niet ter zake, steeds zal een verminderde sterkte van de draaggolf het gevolg zijn (zie nog eens de figuren 2 en 3) en de totale energie van draaggolf met zijbanden blijft constant, in tegenstelling met AM, waar de energie toeneemt bij vergroting van de modulatie diepte. Als men twee samenstellen zijbanden heeft, ontstaan door twee modulatiefrequenties, dan vertegenwoordigen die beide stellen zijbanden een deel van de energie der draaggolf en het resultaat van de twee tonen tezamen is, dat de sterkte der beide stelsels zijbanden in sterkte afneemt omdat de ongemoduleerde draaggolf de beschikbare energie bepaalt en die moet nu over grooter aantal zijbanden verdeeld worden, dus elk stelsel van zijbanden krijgt maar een deel van de energie, die het gehad zou hebben als het alleen optrad.

Het gevolg hiervan is, dat een enkele toon zijbanden van hogere orde opwekt dan het geval is bij een samengesteld modulatiesignaal, als bijv. spraak. En dit beteekent dus, dat een enkele toon, toegevoerd aan een FM of PM-systeem, verscheidene soorten zijbanden zal opleveren, terwijl spraak met dezelfde amplitude als de enkele toon, er minder zal doen ontstaan.

Het gevolg is, dat spraak bij een bepaalden modulatieindex minder bandbreedte vergt dan een enkele toon van de hoogste frequentie, die in de spraak voorkomt. * * *

Vergroting van den index. Er blijkt ook misverstand te bestaan over de harmonischen, die optreden bij FM of PM. Men denkt n.l. vaak, dat bij frequentiemodulatie van een draaggolf met een zuiveren toon van bijv. 800 Hz men een paar zijbanden verkrijgt op afstanden van 800 Hz van de draaggolf, en dat tengevolge van die modulatie de draaggolf en de zijbanden harmonischen bevatten en dat daardoor de zijbanden van hoogere orde ontstaan. Niets is minder waar. Helaas is er geen eenvoudig voorbeeld te verzinnen om zulks duidelijk te maken. Bij AM heeft men altijd nog houvast aan den vorm van de omhullende der draaggolf, maar dat gaat niet bij FM of PM omdat, zooals reeds gezegd werd, de energie van het systeem constant blijft bij modulatie, en als gevolg daarvan heeft een FM- of PM-signaal geen gebogen omhullende.

Men weet echter, dat bij welke modulatiesoort ook, steeds zijbanden ontstaan en men kan wiskundig aantonen dat ze inderdaad optreden. Ook kan men de aanwezigheid van zijbanden aantonen met een spectrum analysator, „panadapter”, een voor dit doel geschikt gemaakte panoramantvanger. Als grapje kan nog vermeld worden, dat het niet eens veel jaren geleden is; dat de „Great sideband controversy” een brandende kwestie was tusschen Engelsche en Amerikaansche technici. De Engelschen dachten (althans naar de gegevens, die ter beschikking van den schrijver stonden) dat zijbanden alleen optraden in de wiskunde!

De harmonischen van de draaggolf spruiten voort uit de vervorming van de draaggolf in bepaalde niet-lineaire schakelementen, bijv. de buizen, maar de zijbanden zijn het gevolg van de werkwijze, die men op de draaggolf toepast. De verandering in faze of in frequentie van de draaggolf wordt door frequentievermenigvuldigers evenveel malen vergroot als de vermenigvuldiging bedraagt, maar de optredende zijbanden zijn dezelfde als voor 't geval dat men de draaggolf direct had gemoduleerd met een grooteren modulatieindex. Daardoor is het gebruikelijk om bijna steeds de modulatie uit te voeren op een lagere frequentie dan de uit te zenden draaggolf, en de opgewekte frequentie zooveel malen te vermenigvuldigen, dat de gewenschte index is bereikt.

(Wordt vervolgd).

v. d. B.

Licht door electronen-trillingen

Sedert den laatsten oorlog behoort het produceeren van golflengten van ongeveer 1 centimeter min of meer tot de „normale” radiotechniek. Het opwekken eener golflengte van 1 centimeter beteekent, dat men electronen in bepaalde geleiders dwingt tot trillende bewegingen met een frequentie van 30 000 miljoen Hz. Dat is het aantal keeren, dat die electronen in één seconde een volledige trilling moeten uitvoeren.

Nu komt uit Amerika het bericht, dat men in de laboratoria der General Electric te Schenectady erin geslaagd is om electronen in een nog ruim 3000 maal snellere trilling te brengen, zoodat de frequentie 10^{14} Hz wordt.

De straling, die zij dan veroorzaken, is een lichttrilling en is dan ook als een lichtverschijnsel waargenomen.

Theoretisch wisten we, dat dit bij deze frequentie het geval moest zijn.

Practisch kunnen wij op een meer eenvoudige wijze licht maken door een lucifer aan te strijken.

Toch is het feit, dat men erin geslaagd is, licht te maken door langs electricchen weg op controleerbare wijze electronen in trilling te brengen en zodoende experimenteel te bewijzen, dat licht en radiostraling verschijnselen van één familie zijn, weer een mijlpaal op den weg der wetenschap.

De methode, die tot het beoogde resultaat leidde, was in 1944 uitgestippeld door de Russische natuurkundigen D. Iwanenko en I. Pomeranchuk. Men brengt een electronenstraal in een met 70 miljoen volt werkende „synchrotron”, waar de electronen door een radiaal magnetisch veld beurtelings worden versneld en vertraagd.

Men wil de apparatuur nu ombouwen om het geproduceerde licht spectroscopisch te onderzoeken.

C.

Vonkjes

Het duurste toestel op Radiolympia was een televisie-apparaat met radiogramfoon, die 400 pond kostte.

Volgens *Practical Wireless* zal in verband met de economische crisis geen voortgang worden gemaakt met de uitbreiding van het televisiezendernet in Engeland.

In Rusland zijn thans 5 miljoen ontvangtoestellen voor omroep in gebruik. In de Ver. Staten 65 miljoen.

Victor Severy te Atlanta heeft octrooi verkregen op een schakeling met fotocellen, waardoor een auto geheel automatisch op den weg wordt gehouden als de rijbaan op den weg door een witte streep is aangegeven. Een lamp onder den wagen houdt de streep voortdurend verlicht.

In den staat Nebraska wordt propaganda gemaakt voor FM-ontvangst met een ontvangertype, dat feitelijk een 3-lamps.... superregeneratieve ontvanger is. Er wordt bijgevoegd, dat men het als een noodhulp beschouwt, zoo lang de industrie niet voldoende echte FM-toestellen kan leveren.

Golfverschijnselen

op voedingslijnen en in trillholten IV.

„Omkeering” der belasting door een kwartgolfsectie. Uit het voorafgaande weet men, dat een aan het eind kortgesloten $\frac{1}{4} \lambda$ sectie, waarbij de belasting dus nul is, zich aan den oscillator voordoet als een quasi-oneindig hooge weerstand of open keten. Dit noemt men de „omkeering” van den aard der belasting, die door een kwartgolfsectie wordt veroorzaakt.

Eenzoo staat een open kwartgolfsectie, als men die van den kant van den oscillator beschouwt, gelijk met een kortsluiting.

In het algemeen doet de $\frac{1}{4} \lambda$ sectie, afgesloten door een *lagen* weerstand, zich aan de zijde van den oscillator voor als een *hooge* weerstand en een hooge weerstand als een *lage*. Is Z_0 de karakteristieke impedantie van de lijn, dan is

$$\text{ingangsimpedantie} = \frac{Z_0^2}{\text{uitgangsimpedantie}}$$

Aanpassing door een kwartgolfsectie. De omkeeringseigenschap van een kwartgolflijn kan praktisch van nut zijn om aanpassing tot stand te brengen tusschen een transmissieleiding van willekeurige karakteristieke impedantie en een belasting, die een daarvoor verschillende impedantie bezit. Hiertoe moet de Z der voor de aanpassing dienende $\frac{1}{4} \lambda$ sectie middenevenredig zijn tusschen lijnimpedantie en belastingimpedantie dus:

$$Z_{\text{aap.}} = \sqrt{Z_{\text{lijn}} \times Z_{\text{bel.}}}$$

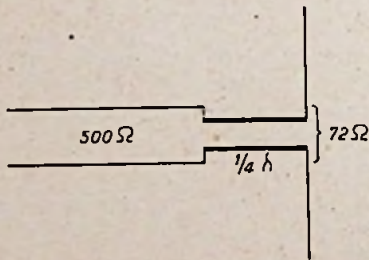


Fig. 18.

Als voorbeeld nemen wij een 500 ohm lijn, die een 72 ohm dipool moet voeden (fig. 18). Dan moet de Z der kwartgolfsectie =

$$\sqrt{500 \times 72} = \sqrt{36000} = 190 \text{ ohm zijn.}$$

Voor de lijn is deingangsimpedantie der $\frac{1}{4} \lambda$ sectie dan:

$$\frac{Z_{\text{aap.}}^2}{Z_{\text{bel.}}} = \frac{190^2}{72} = 500 \text{ ohm.}$$

En voor de uitgangsimpedantie naar de dipool wordt verkregen:

$$\frac{Z_{\text{aap.}}^2}{Z_{\text{lijn}}} = \frac{190^2}{500} = 72 \text{ ohm.}$$

Een halve-golf-sectie weerspiegelt de belasting.

In tegenstelling met de $\frac{1}{4} \lambda$ sectie, die het omkeeringsverschijnsel vertoont, neemt men bij een $\frac{1}{2} \lambda$ sectie waar, dat deingangsimpedantie dezelfde is als de belasting, waarmee deze sectie is afgesloten.

Open keten doet zich voor als open keten.

Kortsluiting doet zich voor als kortsluiting.

Een lage weerstand, een hooge weerstand, een capaciteit of een zelfinductie als afsluiting maken deingangsimpedantie tot hetzelfde als de afsluiting.

Een complexe belasting vindt men dus ook terug als een complexeingangsimpedantie.

Bovendien vertoont elk lijngedeelte, dat uit een geheel aantal $\frac{1}{2} \lambda$ secties bestaat, deze zelfde eigenschap.

Feitelijk laat dit zich direct afleiden uit de „omkeer”-eigenschap der $\frac{1}{4} \lambda$ secties, want $\frac{1}{2} \lambda$ is te beschouwen als twee $\frac{1}{4} \lambda$ secties en als men twee keer omkeert, heeft men de afsluiting zelf weer terug.

De afgestemde transmissielijn is een vaak voorkomende toepassing van de weerspiegeling der belasting door een geheel aantal $\frac{1}{2} \lambda$ secties.

Wanneer een dipool-antenne met een impedantie van 73 ohm moet worden gekoppeld aan een zendoscillator door middel van een dubbellijn (een gespatieerde luchtleiding), die een karakteristieke impedantie van vele honderden ohms kan bezitten, zal die lijn, als zij precies een heel aantal halve golven lang is, aan de oscillatorzijde ook precies de 73 ohm ingangsimpedantie bezitten, overeenkomende met de belasting (fig. 19).

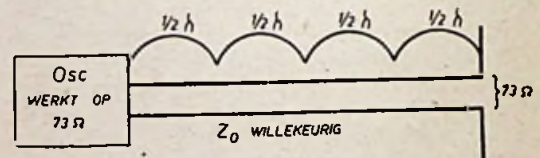


Fig. 19.

Dit is dan geheel onafhankelijk van de karakteristieke impedantie der gebezigde lijn.

Alleen moet men de snelheidsconstante van de gebezigde lijn kennen om de golflengte op die lijn te kennen, dus de juiste lengte te kunnen bepalen, die deze lijn moet hebben om precies een geheel aantal $\frac{1}{2} \lambda$ secties te vormen.

„Omkeering” van capaciteit en zelfinductie. Een lijngedeelte kan zoodanige lengte bezitten, dat een capaciteive belasting, die de sectie afsluit, een inductieveingangsimpedantie vormt en omgekeerd.

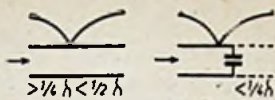


Fig. 20.

Om dit duidelijk te maken, kunnen wij de volgende redeneering toepassen.

Wij beschouwen in fig. 20 het van een open transmissielijn afgesneden eindstuk, grooter dan $\frac{1}{4} \lambda$ en kleiner dan $\frac{1}{2} \lambda$. Van de zijde van den oscillator bekeken, vertoont dit stuk een impedantie van inductief karakter (vergelijk fig. 17b). Snijden wij een stuk, dat korter is dan $\frac{1}{4} \lambda$, hiervan af, dan is dit een stuk, dat overeenkomt met een capaciteit (zie eveneens fig. 17b). Wij kunnen het afgesneden stuk dus *vervangen* door een capaciteit, zonder dat de toestand verandert. Het overblijvende, door capaciteit afgesloten stuk, blijft zich aan den oscillator voordoen als een zelfinductie.

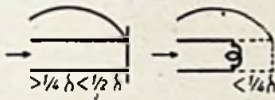


Fig. 21.

In fig. 21 is een eindstuk eener kortgesloten transmissielijn voorgesteld, eveneens grooter dan $\frac{1}{4} \lambda$ en kleiner dan $\frac{1}{2} \lambda$. Dit stuk, doet zich aan den oscillator voor als een capaciteive impedantie (vergelijk fig. 17a). Snijden wij nu hiervan het eindstuk, kleiner dan $\frac{1}{4} \lambda$ af, dan is dit een sectie met inductieve impedantie, dat vervangen kan worden door een zelfinductie. Het overgebleven, door zelfinductie afgesloten deel, blijft voor de bron een capaciteive belasting.

Lijnsecties kleiner dan $\frac{1}{4} \lambda$, afgesloten door

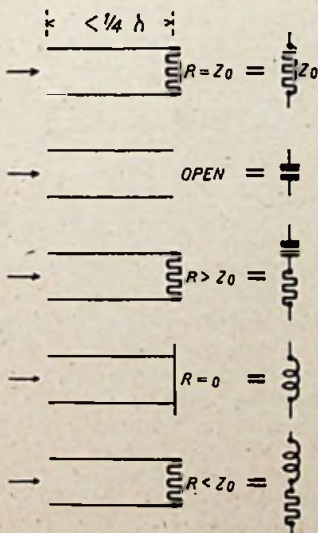


Fig. 22.

een weerstand, vormen aan hun ingang alleen weer een zuiveren en bovendien denzelfden weerstand, als $R = Z_0$.

In alle andere gevallen heeft de ingangsimpedantie een capaciteif of inductief karakter, in het algemeen met weerstand in serie (fig. 22).

Lijnsecties tusschen $\frac{1}{4} \lambda$ en $\frac{1}{2} \lambda$ vertoonen ingangsimpedanties voor verschillende weerstandafsluitingen, waarvan fig. 23 een overzicht geeft.

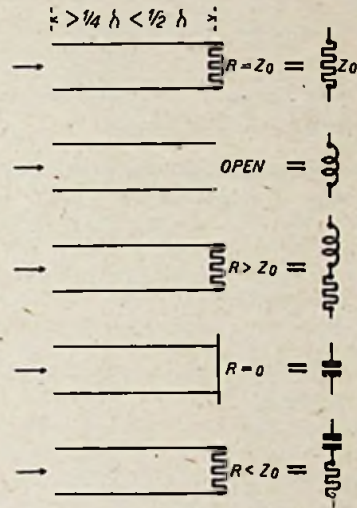


Fig. 23.

Behalve voor $R = Z_0$ is het karakter het „omgekeerde” van hetgeen men bij de sectie kleiner dan $\frac{1}{4} \lambda$ aantreft.

„*Uitstemmen*” der reactantie van een belasting. Eén der belangrijke toepassingen van afgestemde lijnsecties is het „uitstemmen” van inductieve of capaciteive componenten van de afsluitimpedantie, zoodat de belasting werkelijk als een zuivere weerstand fungeert.

Men stelle zich bijv. een lijn voor met een karakteristieke impedantie van 70 ohm, die afgesloten moet worden met een weerstand van 70 ohm. In het algemeen zal dan blijken, dat voor één bepaalde frequentie de weerstand werkelijk een zuiveren weerstand vormt en aanpassing oplevert, terwijl voor alle hogere en lagere frequenties de aanpassing min of meer is verstoord. De oorzaak daarvan, is dat de weerstand ook eenige capaciteit en (of) zelfinductie bezit. De frequentie, waarvoor hij juist voldoet, noemt men wel de „resonantiefrequentie van den weerstand”. Voor alle andere frequenties is hij geen „zuivere weerstand”.

In het geval, dat bij de frequentie, waarvoor men den weerstand als afsluiting wil gebruiken, deze afsluiting zich eigenlijk als een weerstand met parallelcapaciteit gedraagt, zooals aangegeven in fig. 24 A, kan men de lijn voorbij den afsluit-

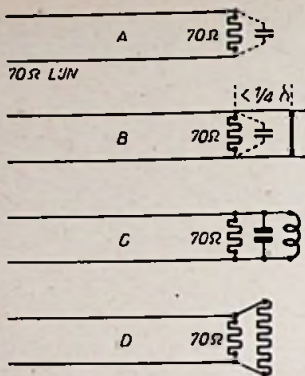


Fig. 24.

weerstand verlengen met een inductieve sectie, waarvoor dus een kortgesloten gedeelte kan dienen, korter dan $\frac{1}{4} \lambda$ (zie fig. 22). De toestand wordt dan zooals fig. 24 B aangeeft. De toegevoegde sectie kan men met behulp van een kortsluitstaaf verlengen en verkorten, zoodat men een afregeling kan treffen, waardoor de capaciteit van den weerstand met de zelfinductie van de lijnsectie in resonantie komt en een afgestemden parallelkring vormt.

Van den kant van de lijn gezien, bestaat de afsluiting dus nu uit een weerstand, waaraan een afgestemde kring parallel ligt, zooals fig. 24 C laat zien. En aangezien een afgestemde kring, bestaande uit L en C parallel, zich voor de resonantiefrequentie gedraagt als een zuiver ohmsche blokkeeringsweerstand van hooge waarde, mag men fig. 23 C gelijk stellen met fig. 24 D, waar de afsluitweerstand van 70 ohm is geshunt door den blokkeeringsweerstand, die in elk geval vele malen grooter kan zijn dan 70 Ω en dus de weerstandswaarde vrijwel onaangetast laat, maar er een zuiveren weerstand van maakt.

(Wordt vervolgd).

Boem-boem

Door de proeven van Dr. Olson (zie onze beide vorige nummers) is met vrij groote zekerheid vastgesteld, dat de meerderheid der luisteraars naar spraak en muziek de volledige weergave, zonder afsnijding van hooge tonen, prefereert, wanneer direct naar den levenden spreker en naar een levend orkestje kan worden geluisterd.

Toch is er ongeveer 30 % van het publiek, waarvoor dit *niet* geldt. En nu is het weer de vraag of deze wansmaak, dit degeneratieverschijnsel — of hoe men het noemen wil — toenemend is of niet.

Als een teekenend voorval voor de wijze, waarop een Amerikaansch amusementskunstenaar het Amerikaansche publiek beschouwt, vertelt „Electronics” het volgende.

Te Princeton zocht de leider van een dansorkestje, die zelf de basviool bespeelt, een verster-

ker en luidspreker voor zijn troepje. Hij zei: „Bouw mij dien versterker zóó, dat mijn basviool even luid klinkt als uit de radio's, die de menschen hebben. Zij zijn zoo gewend aan boem-boem, dat zij dit nu ook van een orkest verlangen”.

C.

Hoe zal televisie betaald kunnen worden?

Het probleem van het dekken der enorme kosten, die voor televisie-programma's gemaakt moeten worden, begint zich ook in Amerika meer en meer te doen gevoelen.

Uit reclame alléén, zoo zeide de president van de Zenith Radio Corporation onlangs, zal het niet mogelijk blijken, een volledig programma aan te bieden. Hij zette daarom een denkbeeld uiteen om het publiek, dat ontvangers voor televisie heeft gekocht, mede te laten betalen.

Alle reclame-uitzendingen zouden gewoon uitgezonden worden en zonder meer te ontvangen zijn. Maar volgens dit plan zouden de niet door reclame gedekte programma-gedeelten aan den zender volgens een bepaald systeem verminkt worden; en dan zou men per gewone stadstelefoon een hulp-signaal moeten aanvragen, waarmee de verminking zou worden opgeheven. De stadstelefoon zou hiervoor de bijdragen in rekening moeten brengen ter medebetaling van het programma, evenals een gewoon stadsgesprek in rekening wordt gebracht.

Op die wijze zou men alleen betalen voor hetgeen men ook werkelijk wilde zien. Maar of men op die manier genoeg geld binnen zou krijgen, is een andere vraag.

C.

Boekbespreking

Zoo werkt de radio! door E. Aisberg. Uitgave A. E. Kluwer, Deventer. Prijs f 3,50.

De 5de druk der Nederlandsche vertaling van dit zeer populaire Fransche werkje ligt thans voor ons, waaraan nu ook de tekst is toegevoegd van de aanvullingen, waarmee Aisberg de origineele uitgave heeft uitgebreid. De omvang is daardoor van 107 tot 186 bladzijden toegenomen.

Het eerste gedeelte, dat in den vorm van vragen en gesprekken tusschen „Vraagal” en „Weetal” is opgesteld met een vloed van geestige plaatjes *en marge*, is practisch onveranderd. De uitbreiding bestaat uit Toelichtingen op de gesprekken, waarvan de lezer mag aannemen, dat zij gevloeid zijn uit de pen van Weetal's oom ir. Radiolus. Dat wil zeggen, dat in deze toevoegsels het vraag-en-antwoordspelletje niet is voortgezet, maar zonder aandacht-afleidende grapjes wel iets dieper op sommige zaken wordt ingegaan en ook inderdaad aanvullende stof wordt gegeven.

Dat oom Radiolus zich overal geheel aan de spelregels houdt, kunnen we helaas niet zeggen. Zijn voorstelling van de versterkersklassen A, B