

Radio-Expres

TIJDSCHRIFT VOOR RADIOTECHNIEK

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

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

Dit blad verschijnt op den 1 en 3en Vrijdag van iedere maand. Abonnementprijs f 7.50 per jaar, of f 3.75 per halfjaar, voor het binnenland en f 8.50 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.

Problemen van het lokaal verkeer op u. k. g.

Een groot volksbelang is erbij betrokken, dat speciaal voor artsen zoo spoedig mogelijk ook in Nederland de mogelijkheid wordt geopend om gebruik te maken van de vorderingen der techniek bij het ontsluiten van het gebied der ultrakorte radiogolven voor verkeer op korten afstand.

Intusschen kan uit al hetgeen in Amerika wordt gedaan om het practisch gebruik der ultrakorte golven voor te bereiden, de leering worden getrokken, dat hier heel wat te regelen valt.

Het frequentiegebied, dat hier totaal ter beschikking komt, is groot; tusschen de golfengten van 5 meter en 50 cm liggen 540 miljoen hertz, hetgeen — vergeleken met de 1 miljoen tusschen 600 en 200 meter — een haast onbegrensd veld lijkt. Als men daarbij in aanmerking neemt, dat zenders in dit gebied slechts een werkingssfeer van hoogstens eenige tientallen kilometers hebben, dan lijkt het, alsof „gedrang in den ether” hier wel niet zal ontstaan. Maar de selectiviteit dezer ontvangers is nu eenmaal niet te vergelijken met die op langere golven en daarbij komt, dat de aard der uitzendingen, die men hier heeft te verwachten, en de modulatiesystemen, waarvan men gebruik kan maken, door elken zender frequentiebanden in beslag doen nemen van een enorme breedte.

Naast hetgeen leger, vloot en luchtverkeer noodig zullen hebben, komen televisie en omroep met frequentiemodulatie in aanmerking en allerlei diensten als politie, brandweer, treintelefonie enz.

Voor gewoon particulier gebruik werd in Amerika een band van tien miljoen hertz gereserveerd, maar men rekent, dat daarin hoogstens 100 telefonie-„kanalen” een plaats kunnen vinden, willen ze elkaar niet al te erg storen. Voor ondernemingen, die sta-

tions willen vestigen om tusschen stadstelefoon en rijdende of stationneerende taxi's een schakel te vormen, wil men trouwens weer andere banden gebruiken en men denkt zich in één stad de mogelijkheid om 4000 taxi's aldus bereikbaar te maken; niet allemaal tegelijk!

De Federal Telephone and Radio Corp. heeft ten behoeve van dergelijk verkeer een aan den ontvanger toe te voegen of daarbij in te bouwen schakeling geproduceerd, die met den naam „Selecto-Call” is bestempeld, hetgeen wij als „Keuze-oproep” kunnen vertalen. Het is een oplossing voor het probleem om één telefonie-„kanaal” voor verschillende diensten te kunnen gebruiken en storing tusschen dicht naast elkaar liggende „kanalen” te voorkomen. In het algemeen gebruiken de FM-ontvangers voor politie, brandweer en hulpdiensten in de Ver. Staten z.g. „squelch”-circuits, die de bedoeling hebben, het toestel stil en stom te houden, zolang niet een voor dat toestel bestemd signaal wordt ontvangen. Tot dusver was het bij dergelijke schakelingen de draag-golf, die den ontvanger „open” zette.

Abonnementen Radio Expres

Tencinde het administratieve werk eenigszins te beperken, waartoe wij onder de tegenwoordige omstandigheden gedwongen zijn, zullen wij nieuwe abonnementen laten ingaan op 1 Januari, 1 Maart, 1 Mei enz., dus steeds om de twee maanden. Nieuwe abonné's die zich in Januari of Februari opgeven, ontvangen dan zoolang de voorraad strekt, de reeds verschenen nummers vanaf 1 Januari. Zijn die uitverkocht, dan gaat het abonnement op 1 Maart in. Het abonnementsgeld bedraagt in dit laatste geval f 6,25 voor de rest van 1946.

Daarbij is men dus voor de juiste werking uitsluitend op de selectiviteit der hoogfrequentie-kringen aangewezen en bij een dienst, die op één golflengte met verschillende ontvangers moet kunnen werken, worden steeds al die ontvangers gelijktijdig gealarmeerd door zulk een oproepsysteem.

Men moet hierbij in het oog houden, dat de ontvangers van mobiele diensten, die met frequentie-modulatie werken, steeds op maximale gevoeligheid ingesteld staan. Het gevolg daarvan is, dat soms ver verwijderde, tot een anderen dienst behorende zenders, of sterke zenders in de nabijheid, welker frequentie misschien tien kanalen verwijderd ligt van de afstemming, geheel noodeloos verkeerde ontvangers alarmeeren. Dit wordt door den keuze-oproep van Federal voorkomen. Om dit te bereiken, is een systeem gevolgd, dat in principe al in de kinderjaren van de radio door de Marconi Mij. is toegepast voor noodsignaal-alarms aan boord van schepen. In den ontvanger is n.l. een op een bepaalde mechanische frequentie afgestemde, veerende trillertong ingebouwd, die alleen op een zeer bepaald signaal reageert en een relais in werking brengt, dat dan pas den eindtrap van den ontvanger van stroom voorziet.

Hierdoor kunnen de Federal-installaties, ook voor zoover maar één golflengte wordt gebruikt, aan de ontvangzijde onderscheiden tusschen wél of niet voor een bepaalden ontvanger of bepaalde groep van ontvangers bestemde signalen. En tevens wordt een stroombesparing verkregen, want de eindtrap gebruikt veelal ruim $\frac{1}{4}$ van het totale vermogen, dat nu niet geleverd hoeft te worden zolang de ontvanger niet werkelijk dienst doet. Overigens worden kleine versterkerbuizen met gering verbruik toegepast. Complete zendontvangers worden geleverd in stofvrije, schokvrij ophangbare metalen kastjes van $24 \times 30 \times 34$ cm. Een verschild van 7 of 8 perioden in de frequentie der trillervereen van de Selecto-call is voldoende om verschillende oproepen uit elkaar te houden.

Men moet een scherp onderscheid maken, wat de gebruiksmogelijkheden en ook de aanschaffings- en onderhoudskosten betreft, tusschen de boven besproken installaties en de Walkie Talkies en Handie Talkies. Deze laatste worden geschikt geacht om brandweerlieden in een brandend huis verbinding te doen onderhouden met hun chefs buiten; een politiecordons op een groot plein met hun officier; werklieden op een hoog bouw-werk met den begane grond; werkploegen langs wegen of op groote bruggen met de uitvoerders; werklieden bij bosch- en heidebranden; misschien ook mijnwerkersploegen. In het algemeen zullen er slechts werkelijk zeer kleine afstanden mee te overbruggen zijn.

Daniel E. Noble van de Galvin Mfg. Corp. richtte al een waarschuwing tot den handel

en tot het publiek om zich niet voor te stellen, dat de nu in de Ver. Staten hiervoor vrij gegeven tien megahertz het voor iedereen mogelijk zullen maken, vanuit alle punten eener stad met het eigen huis in verbinding te blijven staan of zelfs een groter centraal station van een telefoonmaatschappij te bereiken.

Daarvoor zijn de grootere installaties noodig, zooals nu door politie enz. gebruikt en zooals taxi- en vrachtwagenondernemingen die wenschen in te richten. Hij rekent, dat de mobiele installaties, die men in auto's zal kunnen inbouwen, 400 à 500 dollar per wagen zullen kosten, waarbij voor het vaste centrale station vermoedelijk 2000 à 3000 dollar zal komen.

Een teleurstelling voor handel en publiek in de Ver. Staten is het, dat het groote productie-overschot van Walkie Talkies en Handie Talkies, die voor het leger bestemd waren — voor het leger zijn ze n.l. bedacht en ontworpen — nu onbruikbaar is voor particulieren omdat ze voor een andere golflengte zijn gemaakt, buiten den thans toegestane band. Voor ombouw schijnen ze ongeschikt geacht te worden.

Tot de gebieden, waarop men in Amerika uk-telefonie wil toepassen, behooren ook de spoorwegen. De Federale Communicatie Commissie heeft daarvoor een plan uitgewerkt, dat met ingang van 1 Januari j.l. aan de spoorwegondernemingen bepaalde frequenties toewijst, zoowel voor het verbinden van den treinmachinist met den hoofdconductor of met remmers op lange goederentreinen, als voor verkeer tusschen treinen onderling en met de stations.

Experimenten met dergelijke toepassingen van radio zijn lang vóór den laatsten oorlog in vele landen wel genomen, zonder dat men van blijvende invoering ooit veel heeft vernomen, maar het schijnt, dat van de thans ter beschikking staande technische middelen hooge verwachtingen worden gekoesterd. C.

Nieuwe methode van tropenuitvoering

„Tropicalisatie” is de uitdrukking, die thans in Amerika wordt gebruikt voor het geschikt maken van radio-onderdelen voor gebruik in tropisch klimaat.

In den oorlog in den Stillen Oceaan, vooral op Nieuw Guinea en op de Philipijnen, heeft men heel wat moeilijkheden ondervonden om de militaire radio-apparaat, radar-installaties enz. in bruikbaren toestand te houden.

De bekende Amerikaansche Philco-fabriek schijnt ten slotte een „tropicalisatie-proces” te hebben gevonden, dat tegen vocht, aangroeisels van zwammen en andere tropische narigheden afdoende was. Philco is van plan, voortaan alle kwetsbare onderdelen volgens dit proces te behandelen, zoodat ook in andere vochtige gebieden de bedrijfszekerheid van apparaten wordt verhoogd.

Het zal wel niet de eerste keer zijn, dat de lezers deze lettercombinatie zijn tegengekomen. De betekenis ervan is niet geheim, integendeel, het zijn de beginletters van „Frequency-Modulation”. Dit begrip heeft in de nog versch achter ons liggende wereldworsteling een zekere omwenteling teweeggebracht in de radiotechniek en wel speciaal in de verbindingstechniek der strijdende legers. Door de zeer gunstige ervaringen met FM te land, ter zee en in de lucht opgedaan, is in de Vereenigde Staten de belangstelling voor dit systeem, ook voor omroepzenders nog aanzienlijk toegenomen en bereidt men daar de toepassing voor omroep voor op een zelfs voor heden-daagsche begrippen grootscheepsche schaal.

Wij willen daarom in de eerste plaats eens zien, wat dit begrip behelst en zullen in enkele volgende artikeltjes iets vertellen over de toepassing van FM in de radiotechniek der legers. Het zou misschien de gedachte wekken, dat FM beperkt is tot leger-toepassingen; niets is echter minder waar. Voor de FM is er in de „vredes”-radiotechniek evengoed een ruime plaats.

* * *

Thans zullen we dus de FM eerst eens iets nader bekijken.

Het zal wel genoegzaam bekend zijn, dat een wisselstroom in zijn algemeenen vorm kan worden voorgesteld door de uitdrukking

$$i = I_0 \sin(\omega t + \varphi)$$

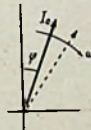
waarin i de momenteele waarde van den stroom is. (Om de gedachten te bepalen, kunnen we denken aan den antennestroom van een zender). I_0 is de maximale waarde van dezen stroom, ω is $2\pi \times$ de frequentie en φ is een willekeurige fasehoek. Deze hoek kan men vaak een willekeurige waarde geven, zoodat hij ook nul gesteld en weggelaten kan worden, maar voor het volgende betoog krijgt hij nog betekenis en daarom blijft hij er voorloopig nog maar bijstaan. Ten slotte vervult in de formule t de functie van „Vadertje Tijd”.

Straalde de antenne van onzen zender een veld uit, dat opgewekt wordt door dezen stroom, dan waren we in 't algemeen nog niet veel wijzer. We willen nog graag weten of dit uitgezonden signaal al dan niet gemoduleerd is. Dat moeten we dus nog nader bezien. De formule geeft geen nader uitsluitsel; het zal daarom noodzakelijk zijn, haar te gaan uitbreiden. Of anders gezegd: uit de formule moet blijken dat de hf-trilling een gemoduleerde trilling is. Willen we dat doen, dan staan we al direct voor de moeilijkheid, welke grootheid voor modulatie in aanmerking komt. Het blijken er drie te zijn, nl. I_0 , ω en φ . Ze behooren maar tot twee „families”. De amplitude wordt be-

paald door I_0 , (éene familie), de periode van de trilling wordt bepaald door ω en φ (andere familie). Immers, worden ω of φ , of beiden veranderd, dan varieert de frequentie daardoor, aangezien ω en φ beiden den momenteele hoek van den sinus bepalen. (Zij staan beiden „onder” den sinus).

Een modulatie, die I_0 beïnvloedt, dus de amplitude, noemt men daarom amplitude-modulatie (AM); worden echter ω of φ gemoduleerd, waardoor de frequentie van de hf-trilling wordt beïnvloed, dan spreekt men van frequentie-modulatie (FM).

Men heeft nog een nadere onderscheiding gemaakt, die eenigszins verwarrend werkt. Varieert men nl. den fasehoek φ in het rythme van de spraak of muziek dan spreekt men van phasemodulatie (PM) en in analogie daarmee spreekt men van frequentie-modulatie, wanneer de frequentie ω wordt gevarieerd. Dit laatste begrip voor FM dekt niet geheel het begrip voor FM, dat iets eerder werd vermeld. Men kan gemakkelijk aantoonen, dat bij verandering van ω ook de fasehoek verandert en bij verandering van φ moet noodzakelijkerwijze de frequentie veranderen. Daarom werkt de benaming PM wat verwarrend, want daaruit zou men de conclusie trekken, dat de fase verandert en niet de frequentie, omdat men daarvoor spreekt van FM. Het is echter zoo, dat bij verandering van de éene tevens de andere varieert. In den aanvang werd daarom ook reeds opgemerkt, dat ω en φ tot dezelfde „familie” behooren.



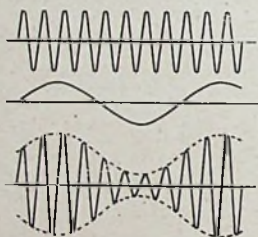
— Afb. 1.

Bezien we eens de afb. 1. Deze stelt een momentfoto voor van den stroom I_0 . Deze wisselstroom heeft de frequentie ω , hetgeen beteekent, dat de pijl uit de afb. met een hoeksnelheid ω rondwentelt. Op een gegeven oogenblik vormt deze grootheid I_0 een hoek met de verticaal. Na een bepaalden tijd is deze wentelende vector I_0 , zooda men dien noemt, weer op dezelfde plaats terechtgekomen en vormt weer een hoek φ met de verticaal. Die bepaalde tijd, noodig voor één omwenteling, noemt men een periode. Veronderstel nu eens, dat gedurende de omwenteling van I_0 de hoek φ iets grooter gemaakt wordt (in ons geval door modulatie) en maken we weer na denzelfden tijd een momentfoto van onzen vector I_0 , dan bevindt deze zich iets verder dan eerst, bijv.

in den gestippelden stand. We hadden hier zuiver de fase veranderd en nu blijkt, dat de vector gedurende dien bepaalden tijd een stukje meer dan één periode heeft gewenteld, of m.a.w. is het net alsof in dat bepaalde tijdsinterval de vector met een iets grotere hoeksnelheid heeft gedraaid. Iets sneller dan ω beteekent automatisch, dat de frequentie niet meer gelijk was aan ω maar iets grooter. Exacter gezegd, is het net alsof door het vergrooten van den hoek φ de frequentie iets is toegenomen. Het blijkt dus niet mogelijk om φ te veranderen zonder de frequentie te beïnvloeden. Een analoge redeneering kan men houden, wanneer ω iets veranderd wordt. De bewering, dat ω en φ niet onafhankelijk van elkaar kunnen worden gevarieerd, is hiermede dus eenigszins aanschouwelijk aangetoond.

* * *

Bij AM wordt de amplitude in denzelfden geest veranderd als de amplitude van het te moduleren signaal. Het aantal keeren, dat dit gebeurt, wordt door de frequentie ervan aangegeven. Dit is aangegeven in afb. 2.



Afb. 2.

Ongemoduleerde draaggolf.

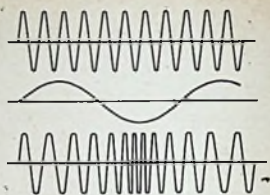
Te moduleren signaal.

Amplitude gemoduleerde draaggolf.

Bij FM daarentegen wordt de frequentie in denzelfden geest veranderd als de amplitude van het te moduleren signaal. Het aantal keeren, dat dit gebeurt, wordt door de frequentie ervan aangegeven. De amplitude van het hf-signaal blijft daarbij constant. Zie afb. 3.

Bij een FM-signaal zal een drie maal zoo sterke hf-input ook een driemaal zoo groote frequentie-afwijking ten gevolge hebben. Bij PM gebeurt precies hetzelfde als bij FM, alleen nog met dit verschil, dat de frequentieafwijking van de draaggolf grooter wordt, naarmate de frequentie van het te moduleren signaal hoger is. Een voorbeeldje zal dat verduidelijken.

Bij een te moduleren toon van 1 volt en 1000 Hz zal een frequentieafwijking $\Delta\omega$ optreden t.o.v. de draaggolf ω_0 . Maken we den toon nu driemaal zoo sterk, dus 3 volt, dan is de frequentie-afwijking $3 \Delta\omega$ ge-



Afb. 3.

Ongemoduleerde draaggolf.

Te moduleren signaal.

Frequentie gemoduleerde draaggolf.

worden. Voeren we van dezen toon de frequentie op van 1000 Hz naar 4000 Hz, dan blijft bij FM de afwijking $3 \cdot \Delta\omega$, maar bij

$$4000$$

$$PM \text{ wordt ze } \frac{1000}{4000} \times 3 \cdot \Delta\omega = 12 \cdot \Delta\omega.$$

Voor de wiskunstenaars willen we deze drie vormen van modulatie nog wat nader bekijken.

Op ons signaal $i = I_0 \sin(\omega t + \varphi)$ gaan we AM toepassen. We stellen, dat er een hf-spanning is met hoekfreq. p ($= 2\pi f$). De maximale waarde van den hf-stroom zal dan veranderen met een bedrag $k I_0 \sin pt$, waarin k de modulatie diepte voorstelt. De waarde hiervan ligt tusschen 0 en 1. De waarde 1 beteekent 100 % modulatie. De maximale waarde van den stroom is dan

$I_0 + k I_0 \sin pt = I_0 (1 + k \sin pt)$ en het gemoduleerde signaal is dan geworden

$$i = I_0 (1 + k \sin pt) \sin(\omega t + \varphi)$$

De waarde van den fasehoek is hier van geen belang, zoodat die mag worden gelijkgesteld aan nul, zoodat

$$i = I_0 (1 + k \sin pt) \sin \omega t$$

Bij de modulatie diepte k geeft de index a aan, dat deze betrekking heeft op AM.

Op geheel overeenkomstige wijze wordt bij FM niet I_0 , maar ω gevarieerd, zoodat we voor de frequentie kunnen schrijven

$$\omega = \omega_0 (1 + k_f \sin pt)$$

hierin is ω_0 de frequentie van de ongemoduleerde draaggolf en k_f de modulatie diepte bij FM. De waarde van k_f ligt weer tusschen 0 en 1. De gemoduleerde stroom krijgt na een bepaalde wiskundige bewerking de gedaante

$$i = I_0 \sin(\omega_0 t - \frac{k_f \cdot \omega_0}{p} \cos pt)$$

Deze formule ziet men vaak geschreven als

$$i = I_0 \sin(\omega_0 t - m_f \cos pt)$$

waarin $m_f = \frac{k_f \cdot \omega_0}{p}$ de modulatie-

index voor FM genoemd wordt. Bij PM tenslotte varieert men den fasehoek in een hf-rythme, zoodat we voor φ kunnen schrijven

Zenders en ontvangers voor frequentiemodulatie

Er is een revolutie op omroep gebied bezig zich te voltrekken in Amerika. De omroep op zeer korte golven (d.w.z. beneden 10 m) met frequentie modulatie, iets wat wij vóór 1940 geneigd waren te beschouwen als interessant speelgoed voor groote menschen, is bezig met groote vaart een vooraanstaande plaats te veroveren. De cijfers die we hier en daar vinden omtrent het aantal voor de ontvangst van fm uitzendingen ingerichte ontvangers, dat de Amerikaanse industrie voornemens is te maken, en het aantal nieuwe zendvergunningen dat voor fm zenders wordt verleend, spreken een duidelijke taal.

Het fm systeem heeft het voordeel dat de ontvangers veel minder gevoelig zijn voor allerlei storingen, en omdat het systeem alleen goed uitvoerbaar is voor zeer korte golven, zit er ook meteen de mogelijkheid in om het toonbereik grooeter te maken dan bij den normalen omroep op de middengolven mogelijk is met 9 kHz afstand tusschen de zenderfrequenties. Die kwaliteitsverbetering door grooeter toonbereik is echter niet iets dat specifiek bij de fm behoort. Ook met amplitude modulatie is op korte golven een betere kwaliteit mogelijk en er werken in Amerika ook zenders op golven beneden 10 m met amplitude modulatie en met een toonbereik tot bijvoorbeeld 15000 Hz. Deze zijn echter thans verre in de minderheid t.o.v. het aantal fm zenders.

Tegenover het algemeene voordeel (betere kwaliteit) van omroep op zeer korte golven en het bijzondere voordeel (ongevoeligheid voor storingen) van het fm systeem, staat het nadeel van de beperkte werkingssfeer.

Dit nadeel wil men in Amerika ondervangen door een zelfde programma op verschillende plaatsen te doen uitzenden door fm zenders, die onderling verbonden zijn door een keten van relais stations. Verbinding van de zenders onderling door middel van lijnverbindingen wil men liever niet toepassen omdat de kwaliteit (bij de beschikbare lijnverbindingen althans) daarbij in het gedrang zou komen. Bij het gebruik van spe-

ciale kabels zou dit argument wellicht niet steekhoudend zijn. Wat wij niet kunnen beoordeelen, is de vraag of bij een speciale kabelverbinding de ruisch beter of slechter zou zijn dan bij een verbinding met fm apparatuur over den zelfden afstand en met gebruikmaking van gerichte antennes.

De reeds genoemde voordeelen schijnen, volgens hetgeen wij er over lazen, zoo verbluffend te zijn, dat ook een niet-technicus er onmiddellijk door overtuigd is. Dit laatste is belangrijk, want een technicus laat zich, bij de vraag of iets goed of beter is, dikwijls leiden door zijn theoretische liefde voor een of ander systeem. Er is in deze zaak nog veel duister, want hoe is het mogelijk dat het leekenpubliek een stelsel waardeert, waarbij de frequentiearakteristiek, gemeten vanaf de microfoonklemmen in den zender tot aan de luidsprekerspel, recht is tot 15000 Hz? De meeste omroepuistelaars stellen den „toonregelaar“ van hun toestel zoo dat ze „een warmen toon“ hebben, en dat wil helaas zeggen dat er wel een nul af kan (van de 15000 Hz).

Laten we het psychologische raadsel waarvoor de fm business ons stelt, voorloopig onbeantwoord en wenden wij ons tot de technische zijde, dan zien wij aan de zenderzijde het probleem om met de door een microfoonversterker geleverde toonfrequentie spanning de frequentie van de uitgezonden zeer hoogfrequent trilling te veranderen, waarbij, dat mogen we er direct wel bijzeggen, de gemiddelde waarde van de uitgezonden frequentie nauwkeurig constant moet blijven.

Een mogelijkheid om dit te bewerkstelligen, ligt in het toepassen van een pentode als variabele L of C, zooals dat ook toegepast wordt in ontvangers met automatische afstemcorrectie. De theorie van de zgn. L- of C-buis moge hier dan eerst even worden verklaard.

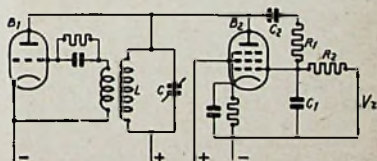


Fig. 1.

$$\varphi = \varphi_0 (1 + k_p \sin pt)$$

Hierin is φ_0 de phasehoek van de ongemoduleerde trilling en k_p de modulatie diepte bij PM. De waarde hiervan ligt tusschen 0 en 1. De gemoduleerde stroom wordt nu
$$i = I_0 \sin (\omega_0 t + \varphi_0 + k_p \cdot \varphi_0 \sin pt)$$

Daar φ_0 een constanten hoek voorstelt, mag deze in de formule worden verwaarloosd. Deze formule schrijft men dan ook wel
$$i = I_0 \sin (\omega_0 t + m_p \sin pt)$$

waarin $m_p = k_p \cdot \varphi_0$ de modulatie-index voor PM genoemd wordt.

v. d. B.

In figuur 1 is geteekend een eenvoudige oscillatorschakeling waarin de buis B₁ als teruggekoppelde triode een trilling opwekt waarvan (zonder de buis B₂) de frequentie bepaald wordt door den trillingskring LC. Parallel met LC staat nu de pentode B₂ waarvan het rooster een wisselspanning

krijgt, die een fractie is van de wisselspanning op LC maar die bovendien ten naaste bij 90° in fase verschoven is t.o.v. die spanning. Daarvoor zorgt de spanningsdeeler $R_1 C_1$, waarvan R_1 groot is t.o.v. den wisselstroomweerstand van C_1 voor de onderhavige hoge frequentie. De condensator C_2 is groot, speelt dus geen rol, en dient alleen voor het blokkeren van de gelijkspanning. Eveneens denken we R_2 groot, zoodat R_2 zelf, en alles wat rechts ligt van de punten waar V_r op staat, geen rol speelt.

Zou het rooster van B_2 geen wisselspanning krijgen dan zou deze buis alleen werken als een aan LC parallel geschakelde zeer hoge weerstand ($1 \text{ M}\Omega$ of meer). De wisselspanning op het rooster van B_2 veroorzaakt echter in den plaatkring een stroom die, gelijk de roosterwisselspanning zelf, ten naaste bij 90° verschoven is. De grootte van den stroom hangt af van de grootte van de roosterwisselspanning (afhankelijk van R_1 en C_1) en van de steilheid van B_2 . Deze laatste hebben we in de hand met de negatieve rooster spanning.

Door deze te wijzigen met een regelspanning V_r , regelen we dus de grootte van den in fase verschoven stroom die B_2 opneemt. Het feit dat B_2 een (bijna 90°) in fase verschoven stroom opneemt, beteekent dat B_2 voor den oscillator een belasting vormt die in sterke mate invloed heeft op de frequentie, immers B_2 gedraagt zich ten naaste bij als een met LC parallel geschakelde L of C, waarvan de grootte afhangt van V_r .

In de schakeling, die in figuur 1 is voorgesteld, blijkt, als men het uitrekent, dat de buis B_2 elektrisch gelijkwaardig is met een serieschakeling van een weerstand gelijk aan $1/S$ ohm en een zelfinductie van $R_1 C_1/S$ Henry. (Hiermee staat nog parallel de hoge R_1 van B_2). Men noemt, in de geteekende schakeling, B_2 een L-buis. Maakt men de inrichting zoo, dat de roosterwisselspanning op B_1 zuiver 90° in fase verschoven is (en niet tennaaste bij) dan gedraagt de regelbuis zich als een zuivere L of C (zonder den term $1/S$). In ontvangers kan men dat niet zoo gemakkelijk bereiken omdat de regelbuis parallel staat met den oscillatorkring (in een super) en deze op ver uiteenlopende frequenties wordt afgestemd. Er is geen eenvoudige oplossing bekend om in dat geval een altijd precies 90° in fase verschoven spanning op te wekken. Bij een fm zender is dat anders; men kan daarbij op verschillende manieren (voor één frequentie) aan die voorwaarde voldoen.

Vervangt men in figuur 1 C_1 door een zelfinductie L_1 dan gedraagt de regelbuis zich als een condensator met een capaciteit $L_1 S/R_1$, weer in serie met een weerstand $1/S$ ohm. In dat geval moet de regelspanning V_r in serie met L_1 worden toegevoerd. Er zijn nog andere combinaties mogelijk, n.l. een C of een L op de plaats van R_1 , met een R op de plaats van C_1 . Ook dan

vindt men dat de regelbuis gelijkwaardig is met een L of een C, waarmee een weerstand $1/S$ ohm in serie staat.

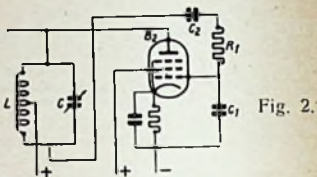


Fig. 2.

Deze weerstand $1/S$ werkt als een demping op den oscillator en die kan men omzetten in een ontdempenden weerstand $— 1/S$ door de schakeling te veranderen volgens figuur 2. De + ligt nu aan een aftakking op L, waardoor een punt P ter beschikking komt waarvan de spanning in tegenfase is met de oscillator plaatsspanning. Nemen we de aftakking gemakshalve op de helft van de spoel dan wordt de impedantie van B_2 gelijk aan de serieschakeling van $— 1/S$ Ohm en $— R_1 C_1/S$ Henry. Wil men heelemaal geen demping of ontdemping laten ontstaan door B_2 dan moet men voor zuiver 90° fazeverschil van de rooster spanning zorgen, hetgeen bijvoorbeeld volgens figuur 3 kan gebeuren.

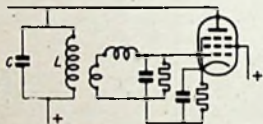


Fig. 3.

Hoe men dit inricht, is eigenlijk van ondergeschikt belang. De hoofdzak is dat men de frequentie van een oscillator veranderen kan door de steilheid van een regelbuis te veranderen, en dit laatste kan gebeuren met de laagfrequente spanning die een (kleine) microfoonversterker levert. Wanneer geen bijzondere kwaliteitseischen worden gesteld, zal zelfs een koolmicrofoon plus transformator dat zonder verdere versterking kunnen doen. Het modulatieprocedé is bij deze methode, die o.a. in de fm zenders van de Radio Corporation of America wordt toegepast, zeer eenvoudig. In de Amerikaanse literatuur noemt men de regelbuis, die de frequentiemodulatie opwekt, een reactance modulator.

De frequentiemodulatie wordt nooit uitgevoerd op de uit te zenden frequentie zelf, maar op een oscillator die op een 4 à 8 maal grootere golfengete werkt, dus op bijvoorbeeld 40 à 60 m. Achter dezen oscillator volgen dan eenige frequentie-verdubbelingstrappen en een energieversterker.

Om dit heele stelsel bruikbaar te maken

moet er nog een inrichting bij gebruikt worden, die de draaggolf-frequentie, dat is de frequentie die uitgestraald wordt wanneer er niet gemoduleerd wordt (en dat is ook de gemiddelde waarde van de veranderlijke frequentie tijdens het moduleren) constant houdt.

Zonder verdere voorziening zou de fre-

quentie van den niet met een kristal gestuurden oscillator onderhevig zijn aan veranderingen tengevolge van schommelingen in de bedrijfspanningen, warm worden van de oscillatorbuis, trillingskring enz. Dit onderdeel van de fm zenders, die volgens het boven beschreven principe zijn ingericht, zullen wij in het volgende artikel behandelen. Ls.

Frequentie-modulatie

* door directe beïnvloeding van het zenderkristal

Er is een schijnbare tegenstrijdigheid in gelegen om een in frequentie gemoduleerden telefoniezender met behulp van een kwarts-kristal frequentie-constant te willen houden. En toch is hier geen werkelijke tegenstrijdigheid, want men verlangt, dat de zender in de modulatiepauzen inderdaad steeds tot een constante rustfrequentie terugkeert en door de modulatie steeds om die constante frequentie heen blijft schommelen. Daar bestaan ook inderdaad oplossingen voor; reeds in R.-E. 1940 no. 24 hebben wij over dit probleem iets gepubliceerd. Maar om werkelijk de rustfrequentie met een kristal te kunnen stabiliseeren, zijn zoowel volgens het origineele systeem van den uitvinder der moderne frequentiemodulatie, Armstrong, als volgens andere voorgestelde systemen, ingewikkelde schakelingen noodig.

In de „Wireless World” brengt S. K. Lewer nu een denkbeeld naar voren, dat in beginsel inderdaad zeer eenvoudig is en wel het meest recht op het doel afgaande. Hij stelt n.l. voor om bij een normalen, door een kristal gestuurden zender, de modulatiespanningen te gebruiken om *direct de trillingsfrequentie van het kristal zelf te variëren*.

Men weet, dat dit mogelijk is. Een piezo-electrisch kristal bezit de eigenschap, dat het verandert in afmetingen, wanneer parallel aan de elektrische as een spanningsverschil wordt aangelegd. Eén dezer afmetingen — voor hoogfrequentie gewoonlijk de dikte — bepaalt de eigenfrequentie. Met behulp van modulatiespanningen moet men dus in staat zijn, de eigenfrequentie in het rythme der modulatie te laten variëren.

Om de praktische uitvoerbaarheid hiervan te beoordeelen, moet er wat dieper op worden ingegaan.

Als uitgangspunt wordt daarbij genomen het gebruik van een kristal, dat geslepen is volgens de z.g. X-snede; dat is het eenvoudigst en voor het doel meest geschikt.

Het volgens de X-snede vervaardigde kristal wordt in de radiotechniek in de laatste jaren niet veel meer toegepast. Men heeft andere kristalsneden leeren gebruiken, die voldoen aan hogere eischen van frequentie-stabiliteit, maar de X-snede biedt

voor het hier beoogde doel haar bijzondere voordeelen.

Zooals reeds werd opgemerkt, is de dikte van het kristal bepalend voor de resonantie-frequentie, die het vertoont. Die eigenfrequentie van de dikte-trilling is omgekeerd evenredig met de dikte. Legt men nu aan het kristal een hulpspanning, dan wijzigt het zijn dikte-afmeting en daarmee verandert ook de eigenfrequentie van het kristal, die hooger wordt als de dikte afneemt en lager wanneer de dikte toeneemt. De betrekking tusschen deze verschijnselen is over een bepaald gebied van waarden vrijwel lineair.

Andere kristalsneden dan de X-snede zijn klaarblijkelijk minder geschikt voor het doel, omdat daarbij door een aangelegde spanning de dikte niet gelijkmatig verandert, doch scheef ten opzichte van de slijpvlakken, waardoor de verandering der eigenfrequentie hierbij zeer gering wordt, zoo niet geheel afwezig is.

Ten aanzien van de *grootte der variaties* leert het experiment, dat een kristalplaatje volgens de X-snede voor 6,8 megahertz, door een hulpgeleids spanning van 300 volt zijn frequentie 60 hertz verandert. Over dit gebied zijn de variaties als strikt lineair te beschouwen. In een algemeene formule gebracht, kan men dit zoo uitdrukken:

$$\frac{\Delta f}{f} = \frac{3V}{10^8}$$

dat wil zeggen: de frequentieverandering verhoudt zich tot de eigenfrequentie van het kristal gelijk het 3-voud der aangelegde spanning in volts tot 100 miljoen.

Voor de X-snede is het verband tusschen de eigenfrequentie f en de dikte d gegeven door:

$$f = \frac{2,87 \times 10^6}{d}$$

waar f in hertz en d in mm wordt uitgedrukt. Daaruit laat zich in verband met het bovenstaande als uitdrukking voor de frequentie-modulatie-karakteristiek van het X-plaatje afleiden:

$$\Delta f = \frac{8,61 V}{100 d}$$

Aan de grootte der frequentie-variatie, die men kan laten ontstaan, wordt een grens gesteld door dat V/d niet onbeperkt groot mag worden gemaakt; voor een kristalplaatje van bepaalde dikte mag men de spanning niet opvoeren boven een zekere nog als veilig te beschouwen grens, anders loopt men gevaar, dat het stuk springt. De schrijver neemt intusschen aan, dat 600 volt per mm nog als „volmaakt veilig” is te beschouwen. Hij acht het zeer goed mogelijk, dat men hooger zou kunnen gaan, doch heeft deze waarde maar aangenomen om een grondslag te hebben voor zijn betoog, dat het effect van practisch bruikbare grootte is te achten.

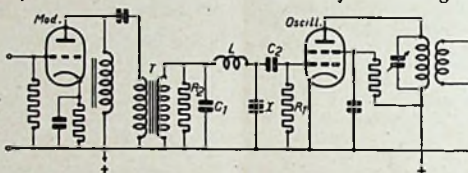


Fig. 1.

Het principe der schakeling, die men nodig heeft, is eenvoudig. Ontdaan van alle bijkomstigheden, is die schakeling weergegeven in fig. 1. Het kristal X, dat de frequentie bepaalt, maakt deel uit van het oscillatorgedeelte en vormt tevens de belasting voor den modulator-eindtrap. Men ziet dus hoe de modulator via het kristal met den oscillator is verbonden. Teneinde parasitaire modulatie-effecten te voorkomen, moet directe werking van de modulatie-spanningen op den oscillator worden tegengegaan; dit geschiedt door $C_2 R_1$, die de laagfrequente spanningen moeten beletten, het oscillator-rooster te bereiken. Aan den anderen kant moeten hoogfrequente stroomen uit het modulatiesysteem worden gehouden; daarvoor zijn de hfr. smoorspoel L en capaciteit C_1 aangegeven. Aangezien de frequentie van den kristaloscillator minstens $100 \times$ de hoogste modulatiefrequentie zal zijn, kunnen deze boven- en onder-doorlaat-filters niet veel moeilijkheid opleveren. De modulatoreindtrap is met behulp van een transformator T met het kristal gekoppeld. Een transformator is hier noodig om de betrekkelijk lage impedantie van den versterkereindtrap aan te passen aan de zeer hoge impedantie van het kristal; dit geschiedt hier door optransformeeren. Parallel aan de secundaire van den transformator T is echter een belastingweerstand R_2 aangegeven, waardoor de belasting meer definitief is gefixeerd en waardoor een behoorlijke frequentiearakteristiek voor den modulator is verzekerd.

Aan de hand van het schema en van de voorafgaande besjfferingen wordt nu nagegaan hoe men tot een practisch bruikbare modulatie kan geraken.

In de eerste plaats wordt aangenomen,

dat de frequentie van den zender in onge-moduleerden toestand 50 MHz zou zijn; in elk geval zal men geen lagere frequenties kiezen voor een in frequentie gemoduleerden zender. Die frequentie zal binnen 0,01 % constant gehouden moeten worden. Als maximale frequentie-afwijking, die door de modulatie moet kunnen worden tot stand gebracht, wordt 75 kilohertz aangenomen; dat is de waarde, die als standaard geldt voor omroep van hooge kwaliteit.

In elk geval zal gebruik gemaakt moeten worden van frequentievermenigvuldiging, want kristallen volgens X-sneede, die direct 50 MHz geven, zijn practisch niet goed te verzevenlijken. Om geen overdreven be-

hoefte aan vermenigvuldigers en versterker-trappen te scheppen, zal men intusschen de frequentie, waarvan men uitgaat, toch liefst zoo hoog mogelijk kiezen. Een tweede reden daarvoor is de omstandigheid, dat de Δf , die met een bepaalde spanning kan worden bereikt, grooter wordt voor kristallen, waarvan de dikte d klein is.

Een frequentievariatie van 75 kHz ten opzichte van een zenderfrequentie van 50 MHz is 0,15 %. Volgens de gemaakte berekeningen zou 50.000 volt modulatie-spanning noodig wezen om zulk een frequentievariatie langs directen weg tot stand te brengen. Dit is uit den aard der zaak onuitvoerbaar. En ook door gewone frequentie-vermenigvuldiging kan men tot dezen graad van frequentievariatie niet geraken.

Daarom is het noodzakelijk, dat men hier zijn toevlucht neemt tot dezelfde kunstgreep, die Armstrong toepast om *het variatiepercentage kunstmatig te verhoogen*. De oorspronkelijke, in frequentie gemoduleerde oscillator wordt eerst in frequentie vermenigvuldigd, bijv. 10-voudig. Het modulatiepercentage wordt daardoor niet verhoogd, maar de absolute waarden der afwijkingen worden wel mede vermenigvuldigd. Hierna wordt een *menging* toegepast met een andere oscillatie van vaste, niet al te veel verschillende frequentie, zoodat een veel lagere verschilfrequentie ontstaat, waarbij de absolute waarden der afwijkingen dezelfde blijven als na de eerste vermenigvuldiging. Het *afwijkingpercentage* zal daardoor aanzienlijk hooger gemaakt worden.

* * *

Om dit met een voorbeeld toe te lichten, denken we ons, dat uitgegaan wordt van een oscillatie van 1 MHz en dat de modu-

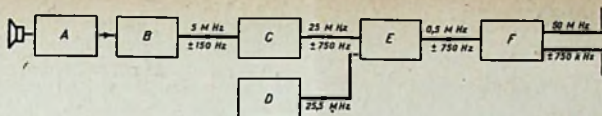


Fig. 2.

- A. modulatie-versterker.
 B. fm kristal-oscillator.
 C. frequentie-vermenigvuldiger.

- D. vaste oscillator 25,5 MHz.
 E. mengtrap.
 F. frequentie-vermenigvuldiger en eindtrap.

latie-spanningen daarin frequentievariatiës laten ontstaan van slechts 50 Hz. Na 10-voudige frequentie-vermenigvuldiging verkrijgt men een „draaggolf” van 10 MHz met variaties, die tot 500 Hz gaan. Hiermede mengt men nu 10,2 MHz, waardoor een verschilfrequentie kan worden afgezonderd van 20 kHz, waarin de modulatie met frequentievariatiës tot 500 Hz blijft bestaan. De origineele modulatie, die slechts $50/1.000.000 = 0,005\%$ bedroeg, is aldus verhoogd tot 2,5 %. De uiteindelijk verkregen „draagfrequentie” van 20 kHz moet door frequentie-vermenigvuldiging weer tot het vereischte eindbedrag, waarmee men wil uitzenden, verhoogd worden; daarbij blijft het modulatiepercentage dan gehandhaafd.

Een misschien meer practisch voorbeeld (zie blokschema fig. 2) verkrijgen we door uit te gaan van de hoogste frequentie, waarvoor kristalplaatjes volgens de X-snede goed zijn te maken. Nemen wij daarvoor 5 MHz, dan is dit zeker niet te hoog. Met modulatiespanningen, die tot 1000 volt piekwaarde zouden gaan, zou men volgens de formule voor Δf een variatie van 150 Hz kunnen verkrijgen. Dit is 0,003 %. Om tot een draaggolf van 50 MHz met variaties van 75 kHz te geraken, moet dit percentage op 0,15 worden gebracht.

Met een 5-voudige frequentievermenigvuldiging ontstaat een oscillatie van 25 MHz met 750 hertz variatie. Menging met 25,5 MHz brengt ons nu op 0,5 MHz met 750 Hz variatie. Past men daar 100-voudige vermenigvuldiging op toe, dan is de verlange 50 MHz met 75 kHz variatie bereikt.

Uit deze voorbeelden kan men zien, dat allerlei mogelijkheden bestaan voor de keuze der plaatsen in het proces, waar men frequentievermenigvuldiging, menging en opnieuw vermenigvuldiging zal toepassen. Daar zijn geen vaste regels voor te geven. Het zal van verschillende omstandigheden afhangen, welke beginfrequentie men voor den gemoduleerden kristaltrap zal willen kiezen en langs welken weg men het liefst tot het eindresultaat zal trachten te geraken. Hoofdzaak van het betoog was slechts, de mogelijkheid eener practische uitvoering aannemelijk te maken.

* * *

De schrijver zet het betoog nog verder voort met een uiteenzetting van de manier,

waarop hij ook temperatuurcontrlë zou willen toepassen om de constantheid der oscillatorfrequenties en die van de ten slotte uitgezonden frequentie te verzekeren. Daarvoor verwijzen wij naar het origineele artikel in het December-nummer van de „Wireless World”.

★ De proef met radar, gericht op de Maan

Het direct experimenteel bewijs, dat radiogolven van zeer kleine golflengte door de geioniseerde E. en F. lagen in onze atmosfeer heendringen, is thans in Amerika geleverd.

Men heeft daarvoor de proef genomen, waarop wij in ons artikel in R.-E. No. 1 van dit jaar over „bovenaardsche zenders” al zinspeelden. Men is n.l. radarsignalen op de Maan gaan richten en heeft geconstateerd, dat de teruggekaatste straling na ongeveer $2\frac{1}{2}$ seconde de aarde weer bereikte.

Toen wij in ons onder datum van 11 Januari verschenen artikel schreven, dat zulk een proef stellig wel spoedig eens genomen zou worden, wisten wij natuurlijk nog niet, dat het experiment juist op 10 Januari voor het eerst met goeden uitslag was uitgevoerd. Het is daarna ook nog meer dan eens herhaald. Zoo kan het bijv. interessant zijn, ook na te gaan hoe het verloopt tijdens een „Dellingerstoring”.

Aangezien de snelheid der radiogolven 300.000 km per sec. bedraagt en de weg heen en terug het dubbele is van den afstand, waarop de Maan zich bevindt, klopt de tijd van $2\frac{1}{2}$ sec. met de bekende waarde van dien afstand, die gemiddeld 380.000 km bedraagt.

De radarstraling is dus bij de proeven zoowel op den heenweg als op den terugweg — dus twee maal — de geioniseerde luchtlagen gepasseerd.

Yonkje

In 1932, toen in de Ver. Staten 8 miljoen grammofoonplaten werden verkocht, vreesde men, dat de grammofoon door de radio geheel zou worden doodgedrukt. Integendeel kwam er een geweldige opleving. In 1945 beliep de platenverkoop 125 miljoen.

HET KUNSTOOR

(Verbetering)

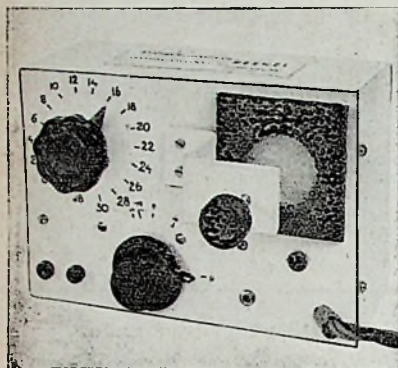


Fig. 1.

In ons nummer van 11 Januari is bij het artikel over „Een kunstoor voor metingen aan hoofdtelefoons” als fig. 1 een niet bij dat artikel behorende foto afgedrukt. Wij geven thans hierbij de foto van het „kunstoor”, waarop men de opening ziet, waarachter de microfoon is gemonteerd en de klem-inrichting om de te onderzoeken telefoon vast aan te drukken tegen die opening; verder de schaal van den in decibels geijkten verzwakker; de onderste knop is van den tweeden, continu regelbaren verzwakker. De voltmeter, die als aanwijnsinstrument dienst moet doen, wordt uitwendig aangesloten.

Een nieuwe soldeer-methode

In de oorlogsjaren heeft de Britsche firma Multicore Solders in overleg met officieele instanties een nieuw materiaal geproduceerd voor het soldeeren van lasschen in kabeladers en het maken van andere draadverbindingen.

Het materiaal bestaat uit een koperen buisje, waarin, tegen den binnenwand, een zekere hoeveelheid met vloeimiddel vermengd soldeer is aangebracht, terwijl zich op de buitenzijde een laag bevindt van licht brandbaar materiaal.

Om een lasch te maken, worden de met elkaar te verbinden draadeinden in het buisje gestoken, waarna door strijken met den rand van de verpakkingdoos over de buitenzijde van het buisje, het brandbare materiaal in vlam wordt gezet. Hierdoor wordt een temperatuur ontwikkeld van ongeveer 375° C, waarmee het ontstaan eener deugdelijke soldeerverbinding is verzekerd.

„Lampen” of „buisen”?

Een lezer schrijft ons:

Wat is toch de reden, dat men in de laatste jaren overal het woord radiobuis tracht in te voeren? Ik geef toe, dat de moderne radiolamp niet veel overeenkomst meer vertoont met de gloeilamp, maar zij lijkt toch ook niet veel op een buis. Het woord radiolamp is algemeen ingeburgerd; wanneer men den gewonen omroepuisteraar van een buis spreekt, denkt hij aan een gas- of waterleidingpijp.

* * *

De reden voor de naamsverandering is, dat er een commissie voor het vaststellen van technische termen is geweest, die het woord „buis” blijkbaar passender vond dan „lamp”. In het Engelsch spreekt men ook van „tubes” en buizen is de letterlijke vertaling daarvan. Toegegeven moet worden, dat men met zulke vertalingen tot rare dingen kan komen. De Engelschen gebruiken al sedert het begin óók het woord „valve”. Dat sloeg aanvankelijk op Fleming’s diode-detector; het Engelsche woord beteekent: klep; en dat is voor een éénzijdig stroom doorlatend apparaat wel tekenend. Maar het stond in een uit het Engelsch vertaalde catalogus van een groote Nederlandsche firma toch wel gek, dat daarin voortdurend van de in een ontvanger aangebrachte „kleppen” werd gesproken (historisch). Misschien, als iedereen het maar had nagevolgd, zouden we het nu even duidelijk vinden als het Engelsche woord „valve” nog steeds is.

Zoo is het met „buisen” ook. Over tien jaar zijn alle menschen er wel aan gewend. En vanaf het oogenblik, dat bijv. Philips het woord der commissie had aangevaard, kreeg het een goede kans.

Voorloopig is het wel noodig, voor de duidelijkheid nu en dan nog eens te laten uitkomen, dat men *radio*-buisen of *versterker*-buisen bedoelt. Het vervallen der aanduiding als „lamp” is toch ook geen verlies. Wij spreken al lang van kathodestraalbuizen en daarmee is het artikel meer verwant dan met lichtinstallaties.

Vonkjes

Benoemd tot gewoon hoogleeraar aan de Technische Hoogeschool te Delft de heer Ir. L. H. M. Huydts, thans lector in de hoogfrequent-meettechniek.

De General Electric Co. heeft octrooi verkregen op een nieuwe glasstoof, gevonden door J. H. Partridge, in hoofdzak bestaande uit silicium dioxide, met bijmengsels van oxiden van lood, strontium en alkali-metalen. Men verwacht hiervan veel voor de fabricage van radiobuizen, aangezien de elektrische weerstand zeer hoog is en het materiaal zich gemakkelijk laat verwerken.

Iets over **UITGANGSTRANSFORMATOREN**

In R.-E. no. 2/1945 komt een, vermoedelijk aan een Duitsch tijdschrift ontleend, artikel voor: „Een uitgangstransformator met ordinair kernijzer”, in welk artikel te kennen wordt gegeven dat siliciumijzer als kernmateriaal voor uitgangstransformatoren als een door de tijdsomstandigheden opgedrongen surrogaat is te beschouwen, omdat hiervoor eigenlijk een speciale nikkelijzerlegering zou moeten worden gebruikt. Deze voorstelling van zaken is niet juist.

Het voordeel van de met een speciaal gloeiproces hoogmagnetisch gemaakte nikkelijzerlegeringen als mumetaal en permalloy is gelegen in de zeer hoge *aanvangspermeabiliteit*, wat wil zeggen dat de permeabiliteit al een zeer hoge waarde heeft bij zeer lage inducties. Bij deze speciale legeringen is als het ware de geheele permeabiliteitskromme naar een gebied van lagere inducties verschoven, met het noodzakelijke gevolg evenwel, dat al bij betrekkelijk lage inducties magnetische verzadiging optreedt. Daardoor zullen transformatoren met dit bijzondere kernmateriaal bij dezelfde inductie en bij gelijke afsluitweerstand veel meer niet-lineaire vervorming geven dan bij gebruik van een kern van normaal transformatorblik (siliciumijzer).

Het groote voordeel van een hoogmagnetische nikkelijzerlegering ten opzichte van siliciumijzer als kernmateriaal voor transformatoren is slechts aanwezig zóolang de inductie zeer laag blijft, dus de over te dragen energie zeer gering is. Dit is het geval bij laagniveau-transformatoren als lijntransformatoren, roostertransformatoren, stroomtransformatoren voor meetdoeleinden, enz.

Echter voor transformatoren die bij lage frequenties belangrijke energie-hoeveelheden moeten overdragen en derhalve met hoge inducties werken, zooals voedingstransformatoren, uitgangstransformatoren, drivertransformatoren, enz. komt als kernmateriaal alléén siliciumijzer in aanmerking.

Een uitgangstransformator met een nikkelijzerkern zou, op dezelfde wijze gebruikt, aanzienlijk méér windingen moeten bevatten dan een exemplaar met een kern van siliciumijzer van dezelfde afmetingen, daar anders de vervorming ontoelaatbaar groot zou worden. Voor uitgangstransformatoren en soortgelijke „hoogniveau-transformatoren” hebben nikkelijzerkernen dus niet alleen geen voordeel, doch zelfs belangrijk nadeel.

* * *

Hieraan kan nog worden toegevoegd, dat de vervorming die een uitgangstransformator zal geven, niet alleen afhankelijk is van de inductie in de kern, maar ook in hooge mate wordt bepaald door den inwendigen

weerstand van de eindlamp die aan den transformator voorafgaat. Bij lampen met hooge R_i (penthoden) zal bij dezelfde inductie de vervorming *groter* zijn dan bij lampen met lage R_i (trioden of penthoden met spanningstegenkoppeling).

Dat dit inderdaad zoo is, kan op eenvoudige wijze worden verklaard door de beide uiterste gevallen te beschouwen:

Is R_i oneindig groot (wat bij penthoden ongeveer het geval is) dan wordt de wisselstroom door de primaire van den transformator uitsluitend door den inwendigen lampweerstand bepaald en deze wisselstroom zal dan niet vervormd zijn. De *onvervormde primaire stroom* veroorzaakt evenwel op de niet-lineaire impedantie, die de transformator primair vertegenwoordigt, een sterk *vervormde primaire spanning*, waardoor ook de secundaire transformatorspanning en dientengevolge de stroom door den luidspreker sterk vervormd zullen zijn.

Is daarentegen R_i gelijk aan nul (welk geval wordt benaderd door trioden en ook door penthoden met spanningstegenkoppeling) dan wordt de wisselstroom door de primaire van den transformator uitsluitend door de niet-lineaire transformatorimpedantie bepaald en zal daardoor sterk vervormd zijn. Deze sterk *vervormde primaire stroom* veroorzaakt echter aan de niet-lineaire transformatorimpedantie een *onvervormde primaire spanning*, waardoor ook de secundaire transformatorspanning en de stroom door den luidspreker onvervormd zullen zijn. Immers in dit geval wordt de generatorspanning direct op den transformator gedrukt, zoodat het duidelijk is, dat bij sinusvormige generatorspanning ook de transformatorspanningen sinusvormig zullen zijn.

Doordat de B/H -kromme een symmetrische gedaante heeft, worden bij transformatorvervorming, en trouwens bij ijzervervorming in het algemeen, beide halve perioden van de spanning of den stroom op dezelfde wijze en in dezelfde mate vervormd, wat wil zeggen dat de door de vervorming geïntroduceerde hogere harmonischen voornamelijk een *oneven* rangnummer hebben. Hiervan is vooral de derde harmonische zeer sterk.

Overigens openbaart transformatorvervorming zich niet alleen in het ontstaan van oneven hogere harmonischen, doch geeft ook aanleiding tot het ontstaan van ongewenschte som- en verschilfrequenties (combinatietonen).

* * *

Om bij uitgangstransformatoren de niet-lineaire vervorming gering te houden, is het *steeds* gewenscht om de kern met een kleine luchtspleet uit te voeren, *ook indien het balans-uitgangstransformatoren* betreft,

waar de gelijkstroommagnetisatie geen rol speelt. Een zeer kleine luchtspleet in verhouding tot de lengte van den zijerwieg is daarvoor in den regel voldoende.

Evenwel is bij een luchtspleetje van slechts 0,1 à 0,2 mm de primaire zelfinductie al gauw 5 à 10 maal kleiner dan bij om en om gestapelde blikken en dus moet het aantal windingen worden vergroot om dit zelfinductieverlies te compenseeren. De spreidingszelfinductie, die o.a. evenredig is met het kwadraat van het aantal primaire windingen, valt dan echter óók grooter uit en daardoor wordt het vlakke deel der frequentie-karakteristiek van den transformator ongeveer evenredig ingekrompen, want bij uitgangstransformatoren is de verhouding van primaire zelfinductie tot spreidingszelfinductie maatgevend voor de breedte van den doorgelaten frequentieband. De invloed van de wikkelcapaciteiten is bij dit transformator-type namelijk in den regel te verwaarloozen.

Een circa 4-voudige vermindering van de spreidings-zelfinductie en dus een daarmee ongeveer overeenkomende verbredening van den doorgelaten frequentieband, kan worden verkregen door de secundaire wikkeling tusschen de beide helften van de primaire wikkeling in aan te brengen.

Ook de keuze van een raamkern, waarbij alle wikkelingen over twee tegenover elkaar liggende beenen van de kern worden ver-

deeld (zie fig. 3 op blad. 10, R.-E. No. 2/1945) is doelmatig met het oog op een lage waarde van de spreidingszelfinductie. Nog beter is verdeling der wikkelingen over alle vier beenen van de raamkern; men benadert dan den vorm van een *ringkern*, welke uit een oogpunt van geringe spreiding het allerbeste is en daarom bijvoorbeeld bij stroomtransformatoren veel wordt toegepast.

Dat dit inzicht overigens niet uit den allerlaatsten tijd stamt, moge blijken uit het feit dat verschillende Amerikaanse zgn. „high-fidelity“-transformatoren reeds lang vóór den oorlog werden uitgevoerd op een raamkern met over twee parallel loopende beenen daarvan verdeelde wikkelingen.

Een bijkomstig voordeel van een transformator op een raamkern is gelegen in het feit, dat deze veel minder gevoelig is voor inductie door uitwendige bronvelden dan een transformator op een mantelkern. Bij een raamkern zullen door inductie van buitenaf in de beide opstaande beenen van de kern velden worden geïnduceerd, die op een gegeven moment bijvoorbeeld óf beide naar boven óf beide naar beneden zijn gericht, zoodat ze bij onderling gelijke sterkte elkaar zullen opheffen.

L. V. VIDDELEER,

Radiolaboratorium P. T. T.
Den Haag.

Hoe denkt men zich televisie in Amerika ?

Televisie-techniek is interessant, maar de beslissing over de vraag of televisie in omroepvorm tot iets belangrijks kan groeien, hangt niet in de eerste plaats af van de bereikte of nog te bereiken verbeteringen in de techniek; hoofdzak is of men oplossingen zal weten te vinden voor de financiering en voor de programma-verzorging. Het psychologisch verschil tusschen audio-omroep en video-omroep (gehooromroep en gezichtsomroep) laten wij dan nu maar rusten.

De Amerikanen zien, wat de hier genoemde hoofdzaken betreft, televisie geheel als een nieuw reclame-medium, evenals hun gewone omroep bloeit op den bodem der reclame.

Televisie, zoo is onlangs gezegd door Joseph Gerl, den president van de Sonora Radio and Television Corp., zal binnen vijf jaar een revolutie teweeggebracht hebben in de huiselijke ontspanning en zal daardoor een geweldigen invloed hebben op de industrieën van verbruiksartikelen, die voor hun verkoop op de indrukken van het oog zijn aangewezen. Het product, dat „eye-appeal“ bezit, zal voor reclame televisie noodig hebben. Ziedaar in enkele woorden de goudbron aangeduid, die men in Amerika

wil aanboren. Evenals de audio-omroep daar zijn commerciële grondslag vindt bij „sponsors“, dat zijn firma's, die mooie, kostbare programmanummers laten geven, omdat daar tegenover het publiek hun firmanaam aan verbonden wordt, evenzoo moet de televisie, de video-omroep dus, zijn commercieel geïnteresseerde sponsors hebben.

Die televisie-sponsors, zegt Gerl, zullen een nieuwe techniek van reclame moeten leeren: gebruik van de gelegenheid om hun producten te laten zien en daarbij voordelig te laten uitkomen. Damesmode-artikelen leenen er zich in de eerste plaats voor en meer dan de helft der groote zaken op dit gebied in de Ver. Staten heet al bezig te zijn om hun modeshows voor de televisiecamera te brengen. Nieuwe auto-modellen, de producten van meubelfabrieken en binnenhuis-architecten komen al evenzeer in aanmerking. Verder noemt Gerl de fabrikanten van producten, welke gebruik zich voor zichtbare demonstratie leent: nieuwe huishoudelijke en elektrische apparaten, gebruik van bak- en zeepoeders, bereiding van spijzen.

In de toekomst ziet men drie vormen van adverteeren: in de kranten prijs en plaats, in den gewonen omroep goodwill van den handelsnaam, in de televisie stijl en ge-

bruiksmethode. Het eene behoeft volgens Gerl het andere niet uit te sluiten of te schaden. Toch staat hij wel even stil bij de vraag, hoe handel en industrie de zeer hooge extrakosten, die met televisiereclame gemoed zullen zijn, zullen dekken. Alleen verhoogde omzet kan de groote bedragen, die de nieuwe reclamemethode, kostbaarder dan alle vroegere, zal eischen, betaalbaar maken.

Dat de finicieele grondslag voor een televisieomroep aldus daarop gaat berusten, dat iedereen van alle levensbehoeften meer moet gaan gebruiken, dan hij tot dusver meende noodig te hebben, schijnt in Amerikaanse oogen voldoende soliede te zijn om op te bouwen. Men berekent, dat in de fabricage, den verkoop, de bediening en de service van televisie-apparaten binnen 5 jaren ongeveer 2½ miljoen menschen hun kostwinning kunnen vinden. Er schijnt geen oogenblik aan getwijfeld te worden of deze rekening wel sluitend gemaakt kan worden.

Natuurlijk realiseert men zich in Amerika intusschen ook wel, dat het probleem der programma-verzorging hiermee nog niet is opgelost. Enkel reclamebeelden verdraagt het publiek niet. En eigenlijk is het zoo: eerst moet door bruikbare programma's een groot publiek voor geregeld kijken naar televisie *gewonnen* worden, voordat de reclamezoekenden zich zullen verdringen, die programma's mede te mogen betalen.

In de eerste plaats verwacht men belangrijke verschuivingen in de groepen van medewerkende artisten. Bij den gewonen audio-omroep geldt niet alleen voor hetgeen de omroepondernemingen zelf organiseren, maar ook voor de „zeep-opera" of het „bakmeel-kinderuurtje" (programma nummers, die als reclame voor een zeep- of bakmeelfabrikant worden gegeven) dat er gewoonlijk de meest bekende artisten uit de groote steden aan te pas komen. De mogelijkheid om deze uitzendingen via zenders in het geheele land te relayeeren, laat den organisator vrij in de keuze van de plaats voor de origineele voorstellingen; hij kiest gewoonlijk één der grootste artisten-centra.

Voor de groote kosten, die gemaakt worden, wordt ook een over het gansche land verbreid publiek bereikt. Dat zal bij de televisieprogramma's anders zijn. Voorloopig is het relayeeren over vele zenders tegelijk daar een technisch nog niet geheel opgelost probleem, behalve in zeer enkele gevallen, waar tusschen een paar groote steden al speciale televisiekabels zijn gelegd. Men zal dus veel meer gebruik moeten maken van artisten ter plaatse van den zender. En als men een kostbaar programma nummer voor een aantal zenders wil gebruiken, zal men moeten zorgen, dat het *verfilmd* kan worden en krijgen de overige zenders dus een voorstelling uit de tweede hand: de filmweergave van beeld en geluid.

De schatting van sommigen, dat 50 % der Amerikaanse televisieprogramma's uit weergave van films zal bestaan, lijkt daarom niet overdreven. En hierbij doet zich de vraag voor, wie de filmfabricage hiervoor ter hand zal nemen. Tot dusver staat Hollywood daar sterk afwijzend tegenover. Men vreesd daar, een concurrent van de filmtheaters te paard te helpen, tot eigen nadeel. Dit standpunt wordt van de andere zijde sterk bestreden. Men wijst op de opleving der gramofonindustrie juist dóór de radio en op de eveneens ontstane, verhoogde belangstelling voor concerten, toneel en opera's. Blijft Hollywood hier ter zijde staan, dan *moeten* andere filmconcerns tot stand komen, met andere artisten, die dan ook het voordeel zullen hebben van de persoonsreclame, die in hun optreden steekt.

Uit al hetgeen in de bladen hierover is te doen, blijkt intusschen wel, hoezeer deze kanten van het televisieprobleem ook in Amerika nog geenszins hun definitieve oplossing hebben gevonden. Aan den lust van het publiek om ontvangers voor televisie te koopen, schijnt men niet te twifelen. Men begint zich echter nu pas goed te realiseeren, dat het erop aan zal komen, het publiek ook ertoe te brengen, geregeld naar hun aangeschafte toestel te blijven *kijken*.

C.

Meervoudige telefonie op centimetergolven in den oorlog

Over de mogelijkheid om een op ultrahooge frequentie werkenden zender, die met onderbrekingen sterke pulsaties uitzendt op de wijze, zooals in de radartechniek wordt toegepast, met telefonie te moduleeren, hebben wij een en ander medegedeeld in een artikel, waarin tevens de nieuwe systemen werden besproken om televisie en geluidsmodulatie op één golfengte uit te zenden.

De modulatie der pulsaties geschiedt op zoodanige wijze, dat terwijl die pulsaties gelijk blijven in amplitude en ook hun regelmaat van opeenvolging behouden, hun tijdsduur door de momenteele sterkte der modu-

latie wordt gevarieerd. Ook hebben wij reeds vermeld, dat op deze wijze meervoudige telefonie op één golfengte denkbaar is, doordat men in de tusschenpauzen tusschen de pulsaties nog weer andere series pulsaties met andere modulatie invoegt.

Practische ervaring met een dergelijk systeem is in het laatste oorlogsjaar op tamelijk uitgebreide schaal opgedaan. Spoedig nadat op D-dag (6 Juni 1944) de geallieerden in Normandië waren geland, heeft hun leger dit stelsel gebruikt als een vorm van communicatie, die uit den aard der zaak eenig was in de geschiedenis van militaire

verbindingen te velde. Het was niet alleen eenig omdat het op centimetergolven werkte en er een geheel nieuw modulatiesysteem bij werd gebruikt, maar eenig ook vooral omdat hier de zekerheid van een lijnverbinding tegenover de mogelijkheid van onderschepping en meeluisteren werd gecombineerd met de bewegelijkheid, verplaatsbaarheid en soepelheid van de radioverbinding.

Het gebruik van radio voor militair verkeer heeft tot dusver steeds het gevaar meegebracht, dat de vijand kennis neemt van berichten, welker geheimhouding een zaak van allereerst belang is. Begrijpelijkerwijze hebben militairen altijd een voorkeur behouden voor lijnverbindingen, waar die maar eenigszins mogelijk zijn.

De groote nadeelen van lijnverbindingen liggen intusschen in het groot aantal manschappen en in den tijd, noodig voor hun aanleg en onderhoud, terwijl zij ten slotte ook zeer kwetsbaar blijven voor actie van de zijde van den vijand. Een lijn van slechts 30 km lengte, die eenigszins permanent moet worden aangelegd, eischt de plaatsing van wel 700 palen. Bij een eenigszins snellen opmarsch, zooals die dwars door Frankrijk plaats had, is het materieel onmogelijk, met lijnaanleg de voorhoede behoorlijk te volgen.

Hierin gaat radio op centimetergolven een rol spelen omdat hun eigenschappen een bijna volledige beveiliging tegen onderschepping van het verkeer verzekeren en toch een verbinding zoo snel kan worden tot stand gebracht, dat de communicatie met den snelsten opmarsch in de pas kan blijven.

Wat gewoonlijk als een ernstig nadeel van het werken met centimetergolven moet worden beschouwd, vormt hier hun groote voordeel. De voortplanting dier zeer korte golven komt toch, zooals men weet, in hoofdzaak overeen met de voortplanting van het licht, dat wil zeggen langs rechte lijn, die door hindernissen van eenigen omvang in dien weg wordt verbroken. In tegenstelling met een lichtsignaal echter wordt het door één ultrakorte radiogolf gedragen signaal niet gehinderd door mist en regen, en door kleine hindernissen in den weg ook niet.

Beschouwen wij den radiotechnischen kant, dan biedt de zeer korte golf het voordeel, dat het antenne-systeem bij geringe grootte der absolute afmetingen reeds verscheidene golfengten kan beslaan, waardoor systemen gebruikt kunnen worden met een richtwerking, die de energie in smalle bundels bij elkaar houdt, zooals de reflector dat doet bij een zoeklicht. Hierop berust de practische onmogelijkheid voor den vijand om zulk verkeer te onderscheppen, behalve wanneer de straal direct gericht zou zijn op een punt, waar de vijand zich met een ontvanger heeft genesteld.

Natuurlijk is het richten van den straal recht op het gebied, waar de vijand zich moet bevinden, niet altijd geheel te vermijden, want indien men de eigen voorste lijn

wil bereiken, werkt men uit den aard der zaak in de richting, waar ook de vijand ligt. Hier kan nu evenwel met nut gebruik worden gemaakt van de aanwezigheid van eenigszins omvangrijke hindernissen in het terrein, die de voortplanting van den straalbundel onderbreken. Ligt er een heuvel van eenigen omvang tusschen het punt, waar men zelf den ontvanger wil vestigen en het gebied, waar de vijand is gelegerd, dan bestaat een vrijwel absolute veiligheid. Door scherp gebundelde straling te gebruiken en de plaatsing der zenders en ontvangers in verband met de natuurlijke terreinsofstandigheden goed te kiezen, kan men dus moderne radioverbindingen vaak even veilig maken als lijncommunicatie.

Hierbij valt op te merken, dat men op dezelfde wijze ook onderlinge storing tusschen verschillende eigen diensten kan voorkomen, hetgeen zoowel in vredesstijd als in oorlog een belangrijk punt kan vormen.

De afstand, die met centimetergolven kan worden overbrugd, wordt hoofdzakelijk door het terrein begrensd. Gemiddeld kan op ongeveer 30 km worden gerekend, ofschoon soms wel 75 km werd gehaald. Dat hangt meer van goed vrij „zicht“ dan van de apparatuur af.

Is men eenmaal aangewezen op gebruik van ultrakorte golven, dan is niets een aangename omstandigheid, dat niets zich verzet tegen modulatiesystemen, die een zeer breed frequentiegebied in beslag nemen voor de zijbanden, zooals dat bij pulsmodulatie het geval is. Het Britsche leger gebruikte installaties, waarbij één zender over één golfengte 8 series pulsen kon uitstralen, elke serie met afzonderlijke modulatie, zoodat men 8 spreekkanalen had over één zendersysteem. De zender neemt de spreeksignalen van 8 lijnen op, moduleert met elk dezer spreeksignalen een pulsserie en mengt de gemoduleerde pulsen tot één uitzending. De ontvanger doet het omgekeerde; die sorteert de afzonderlijke pulsatie-series, voert elk daarvan toe aan een detectie-apparaat en elk daarvan laat dus één der spreeksignalen weer te voorschijn treden. Hoe dat precies is uitgevoerd, is nog niet gepubliceerd.

Een volledig station was vervat in één aanhangwagen op 4 wielen; de antenne was een cirkelronde reflector, normaal gemontereerd op het dak van den wagen. Indien grootere hoogte noodig was, kon de reflector op een transportabelen toren van 20 m worden geplaatst.

Om groote afstanden te overbruggen, werden relais-stations gebezigd. Op het continent is daarvan veel gebruik gemaakt en op een bepaald moment was bij. een verbinding tusschen Brussel en Luneville in werking met niet minder dan 10 schakels. Te Brussel was de radio regelrecht met de gewone landlijn verbonden en zodoende kon het ministerie van Oorlog op Whitehall

te Londen regelrecht verbinding hebben met Luneville over kabel, lijn en radio.

In 1942 waren in Engeland de eerste proeven met installaties van deze soort begonnen. Direct na D-dag kwam tusschen Ventnor op het eiland Wight en Cherbourg de eerste schakel naar het vasteland in werking. Daarna volgden de installaties den geheelen opmarsch. Gedurende vele weken vormden zij de eenige telefonische communicatie over Maas en Rijn. Het hoofdkwartier van Montgomery is nooit langer dan één uur buiten directe verbinding geweest met de geheele 21ste legergroep eenzijdig en met het ministerie van Oorlog te Londen anderzijds.

De verkregen veiligheid dezer telefonische communicatie was absoluut, want ofschoon de Duitschers na de overgave beweerden, dat zij alle radioverbindingen van de geallieerden met gemak hadden kunnen volgen, heeft een zorgvuldig onderzoek aangetoond, dat zij deze communicatie nooit hebben onderschept en zelfs geheel niet hadden ontdekt, dat zoo iets bestond.

De sono-boei, een radiowapen uit den oorlog ter zee

Het Amerikaansche departement van Marine heeft, nu over Radar alle hoofdzaken bekend gemaakt zijn, ook bijzonderheden ter publicatie vrijgegeven over nog een ander radio-wapen, dat in het bijzonder in den oorlog ter zee een rol heeft gespeeld.

Reeds in 1941 waren de Britten begonnen om in hun taaië worsteling tegen het duikbootgevaar van radar gebruik te maken. De Duitschers ontdekten echter al spoedig, welke techniek hun tegenstanders toepasten voor het opsporen van duikbooten op zee en nadat zij een Britsche radar-installatie hadden buitgemaakt, ontwierpen zij een betrekkelijk eenvoudigen ontvanger voor dezelfde golflengte, waarop de Engelschen werkten; zoodra zij bemerkten, dat een radarstraal op hen was gericht, doken zij. De volgende zet op het schaakbord van de Britten was: gebruik eener veel kortere golflengte, ver onder het bereik van de Deutsche ontvangers. Of de Duitschers, toen zij niets meer hoorden, zijn gaan denken, dat de Engelschen geheel andere verkenningmiddelen waren gaan gebruiken, staat niet vast, maar hun tactiek werd tenslotte om zoo min mogelijk boven water te komen; de booten werden van luchtpijpen voorzien om luchtversersching te krijgen en de Dieselmotoren te kunnen gebruiken, zonder aan de oppervlakte te verschijnen. Dat maakte radar ineffectief.

Intusschen was aan geallieerde zijde, in het bijzonder in de Ver. Staten, evenwel reeds een ander soort van duikbootdetector

ontwikkeld, waarmee men in staat was, ondergedoken duikbooten op te sporen. In 1943 werd door de Amerikaansche marine aan de Emerson Radio and Phonograph Corp. opgedragen, een apparaat uit te werken, dat door het Onderwater-geluidslaboratorium was bedacht en dat als sono-boei (geluidsboei) wordt aangeduid. De ingenieurs van Emerson slaagden erin, hieraan een bruikbare uitvoering te geven.

Deze boeien worden door vliegtugen in zee geworpen; aan de onderzijde zijn er eenige waterdichte microfoons voor het opvangen van door het water voortgeplante geluidsgolven aan bevestigd, op zoodanige wijze, dat zoodra de boei in het water komt, de microfoons aan tamelijk lange kabels vrij diep wegzakken. De microfoons zijn zoo uitgevoerd, dat zij op de gewone geluiden in het water weinig reageeren, maar wel op de onregelmatige geluiden van poestende Dieselmotoren, van schroeven en van water, dat langs duikbootwanden borrelt. In de boei zit een radiozendertje, dat gemoduleerd wordt met hetgeen de microfoons opvangen en de rondcirkelende vliegtuigen krijgen aldus „ooren onder water.”

Spoedig werden de eerste modellen verbeterd in dezen zin, dat de microfoons ook de *richting* verrieden, waarin een duikboot zich vanaf de boei bevond. Ontdekte men de aanwezigheid ervan, dan seinden de vliegtuigen naar de kust om bommenwerpers met dieptebommen uit te sturen. Zij bleven in-middels rondcirkelen en de bewegingen der duikboot volgen. Daartoe waren de sono-boeien zoo gemaakt, dat zij na eenigen tijd wegzonken en dus hun signaleering staakten, zoodat men nieuwe boeien kon afwerpen, die door richting en sterkte van het geluid verrieden, waarheen de duikboot verder voer.

Het wegzinken van de boeien werd werkstelligd door een in het zeewater oplosbare stop, die na eenigen tijd een opening in de boei liet vrijkomen, zoodat die geleidelijk vol liep. Dat is tenslotte slechts één der voorbeelden van de kostbaarheid en de materiaalverslinding van een oorlog, zooals wij dien nu hebben beleefd.

Vonkje

Dr. Clark van de chemische faculteit der universiteit van Illinois heeft onlangs mededeelingen gedaan omtrent een nieuwe Röntgenbuis, die in staat zou zijn, 100 malen sterkere X-stralen te produceeren dan tot dusver bestaande bronnen. Men wil de nieuwe buis gebruiken om te onderzoeken in hoeverre Röntgenstralen verandering in de structuur van elementen kunnen veroorzaken.

PTT

Het Zendlaboratorium der PTT

Radio Kootwijk

vraagt een

Instrumentmaker

Diploma radio-technicus en ervaring met meetinstrumenten strekt tot aanbeveling.

Sollicitaties schriftelijk aan
Ir. J. C. Verton, Radiostation
Kootwijk-Radio (post Apeldoorn)

Rijksluchtvaartdienst
(Ministerie v. Verkeer en Energie)

Bij den
Rijksluchtvaartdienst (Afd.
Luchtverkeersbeveiliging)
kunnen direct geplaatst
worden op radio-zend-
station nabij Luchtvaart-
terrein Schiphol

RADIO- EN ELECTRO-MONTEURS

Diploma Ambachtsschool (afd.
Electrotechn.), diploma radio-
monteur en kennis van zender-
bouw strekt tot aanbeveling.
Salaris volgens Rijksregeling.
Sollicitaties met vermelding van
volledige bijzonderheden, zoo-
als geboortedatum, diploma's,
praktijk, enz. uitsluitend schrift-
telijk aan den Rijksluchtvaart-
dienst, afd. Luchtverkeersbe-
veiliging, Bankastraat 151, Den
Haag.

Eerste klas radiobedrijf
te Zaandam zoekt

prima technische kracht

grondig bekend met

radio- en versterkertechniek

Prettige werkkring
Goede voorwaarden

HUSSLAGE RADIO
Damplein, ZAANDAM

Gevraagd te Breda

Allround service TECHNICUS

genegen bedrijfsleiding van hande-
laren service op zich te nemen en
leiding te geven aan personeel. Voor
goede kracht levenspositie.
Uitvoerige brieven met opgave van
referenties, getuigschriften, diplo-
ma's en verlangd salaris, onder letter
B B aan het bureau Radio Expres.

RADIOTECHNICUS

gevraagd (te Den Haag) voor in
hoofdzaak administratief werk.
Grondige theoretische en praktische
radiokennis vereischt. Administra-
tieve ervaring en typen strekt tot
aanbeveling. Aanvangsalaris f 175,—
per maand.
Eigenhandig geschreven sollicitatie-
brieven met vermelding van genoten
opleiding, levensloop en leeftijd aan
Adv. Bureau Ekering, Appelstr. 200,
Den Haag.