

Radio-Expres

TIJDSCHRIFT VOOR RADIOTECHNIEK

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

Redactie en Administratie: Hoyledezingel 15, Hilleegersberg

Telefoon No. 47330 - Postgirorekening No. 385246

Dit blad verschijnt op den 1en en 3en Vrijdag van iedere maand. Abonnementsprijs f 7.80 per jaar, of f 3.75 per halfjaar, voor het binnenland en f 8.60 per jaar voor het buitenland. Abonnementen kunnen ingaan per 1 Januari en per 1 Juli. Het auteursrecht voor den volledigen inhoud wordt voorbehouden volgens de Wet op het Auteursrecht van 23 September 1912, Staatsblad No. 308.

RADIO-ONTVANGST

door supra-geleiding bij absoluut temperatuur-nulpunt

Geruimen tijd geleden is in dagbladen een berichtje verschenen over een raadselachtig geval van radio-ontvangst zonder antenne, enkel met behulp van een staafje of plaatje van een zeker materiaal dat was afgekoeld tot dicht in de buurt van het absolute nulpunt van temperatuur.

Het verhaal kwam uit Amerika en in de Amerikaanse pers zelf werd het een oogenblik op één lijn gesteld met het bericht over een man, die ontvangst beweerde te hebben door de vulling van zijn holle kies.

In het Februari-no. van „Electronics" wordt er nu echter wat meer over verteld, waardoor het geval in wetenschappelijk licht komt te staan. Het verschijnsel werd toevallig opgemerkt bij bolometer-proeven, die aan de Johns Hopkins-universiteit werden verricht door Dr. D. H. Andrews.

Een bolometer is een instrument, dat gebruikt wordt om warmte-straling te meten. In verband met onderzoekingen omtrent hulpmiddelen ten gebuik bij telefonie met infrarode lichtstralen is in de laatste jaren veel aandacht besteed aan het verbeteren van bolometers, teneinde een sneller reageeren op sterkte-variatiën in de straling (amplitude-modulatie van het onzichtbare infrarode licht) te verkrijgen. Daarbij werd reeds gevoeligheid verkregen voor frequenties tot 20 000 hertz.

Dr. Andrews was bezig met bolometers, waarin het gevoelige element werd gevormd door een bandje van columbium-nitride en geplaatst in een koelcel, waar het op een temperatuur van ongeveer 258° C onder nul werd gebracht, dat is ongeveer 15° boven het absolute nulpunt van temperatuur (— 273°). Zoals men weet, wordt de elektrische weerstand van geleiders bij nadering tot het absolute nulpunt vrij plotseling veel ge-

ringer dan normaal: het materiaal wordt z.g. supra-geleidend. Het schijnt, dat dit voor elke soort van materiaal gebeurt binnen een zeer bepaald temperatuurgebied.

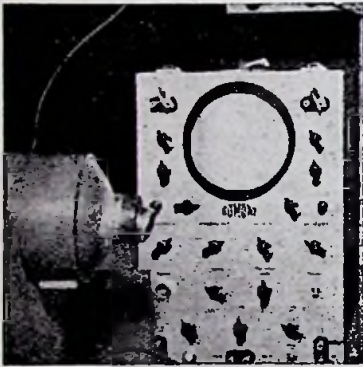
Voor columbium-nitride ligt dit tusschen 14,34 en 14,38 graden, en wanneer binnen dit gebied de temperatuur verandert, gaan daarmee weerstandsveranderingen gepaard, die naar verhouding enorm groot zijn. Bovendien is de snelheid, waarmee het materiaal hier reageert, ook zeer groot; het kan eenige honderdduizenden malen per sec. in en uit den toestand van supra-geleiding treden. Hierdoor gedraagt het zich voor amplitude-gemoduleerde infra-roode stralen regelrecht als een detector. Men kan zich denken, dat het de infra-roode stralen absorbeert, zoodat die verwarming veroorzaken. Intusschen houdt reeds bij minder dan 1 mA stroom, die men erdoor zendt, de detectie op, hetzij door verwarming hetzij door verandering in den elektronischen toestand in het materiaal. De theorie over dit alles staat nog volstrekt niet heelemaal vast.

Een volkomen verrassing was nu de ontdekking, dat de bolometer, in gevoeligen toestand gebracht, de modulatie van het naburige omroepstation WBAL hoorbaar maakte. Dr. Andrews wilde n.l. het eigengeruisch meten, dat de halfweg supra-geleidend ingestelde bolometer veroorzaakte en had er daartoe een oscilloscoop op aangesloten; hierbij werd op het scherm een lichtspoor verkregen, dat zeker 10 maal grootere spanning aangaf dan men bij die lage temperatuur van de natuurlijke electronenbeweging in het materiaal kon verwachten. Om na te gaan, wat de aard van die zoo hoge spanning kon wezen, werd aan den versterker van de oscilloscoop een luidspreker verbonden. Toen bleek het programma van een lo-

calen zender hoorbaar te worden. En zelfs meer dan één zender was te hooren, werkende op 275,2, 250 en 214,3 m golflengte.

Daarna werd met een meezender het geheele gebied van 0,2 tot 30 MHz (1500 tot 10 meter golflengte) nagegaan. Maximale ontvangst werd gevonden op 0,9, 2,9, 5 en 16 MHz, minima op 2, 4 en 8 MHz, het laatste minimum zeer breed. Boven 20 MHz werd de werking te zwak om meetbaar te blijven.

Volgens de onderzoekers is het buitengesloten, dat hier detectie in het spel zou kunnen zijn door de werking van een contact tusschen twee verschillende metalen. Bijzonder opmerkelijk is, dat de bolometer een goed merkbaar signaal produceerde, terwijl hij afgeschermd in een koelcel was opgesteld. Ook de ruit van kwartsglas, die normaal dient om de infrarode stralen door te laten, werd nog opzettelijk afgeschermd, evenals alle toeverleidingen, zonder dat de hoogfrequente ontvangst eenigszins verminderde.



De als radio-detector fungerende bolometer bevindt zich in de links op de figuur zichtbare koelcel. De uitgangsspanning van den bolometer werd aan een oscilloscoop toegevoerd, die ter vergelijking ook de radio-ontvangst van een normaal ontvangtoestel zichtbaar maakte.

De opmerkelijke gevoeligheid van het bolometer-element voor hoogfrequentie en de detectorwerking vormen verschijnselen, waarvan nog niet vast staat, hoe men ze moet verklaren.

Voorloopig kan men zich denken, dat de hoogfrequente trillingen verwarming veroorzaken en dat gedurende elke halve periode van de radiofrequentie beurtelings de positieve en negatieve maxima de suprageleiding veranderen, waarbij het materiaal dus in radiofrequentie reageert. In dat geval moet een draaggolf, die in amplitude is gemoduleerd, ook het laagfrequente verschijnsel in de variaties van de suprageleiding tot uiting doen komen.

Men heeft evenwel den indruk, dat er nog meer achter zit. Deze eenvoudige voorstelling maakt het n.l. wél aannemelijk, dat draaggolven van veel

hoogere frequentie minder effect geven, maar verklaart niet de geconstateerde maxima en minima bij bepaalde frequenties.

C.

Grammofoonweergave tot 13 000 Hz.

De bezwaren van de gewone grammfoon zijn hoofdzakelijk gelegen in den beperkten frequentie-omvang, die mede beheerscht wordt door het plaatgeruisch.

Voor de meeste platen geldt, dat het niet noemenswaard wat zij boven 6000 hertz nog bevatten. Dat ook de pickups over het algemeen niet geschikt zijn om veel hoogere tonen nog weer te geven, is tot dusver niet als verlies te beschouwen, aangezien de platen toch ook niet veel méér bevatten.

De Decca Record Company annonceert nu evenwel platen, waarvan verzekerd wordt, dat zij frequenties bevatten, die tot 13 000 à 14 000 gaan. Deze ffr-platen (full frequency range responding) zijn reeds in 1945 gelanceerd en ofschoon er nog geen speciale pickups voor waren, toonden muziekliefhebbers zich reeds zeer enthousiast.

Thans brengt Decca intusschen ook een in 1946 ontwikkelde pickup, de „Decola”, die vervormingsvrij tot ongeveer 14 000 hertz reproduceert.

Merkwaardig is, dat bij dit alles tot dusver de kwestie van het naaldgeruisch geheel niet wordt aangeoerd en niets wordt gezegd over de wijze, waarop dit zou zijn overwonnen. Door fijnkorreliger plaatmateriaal?

In gespannen verwachting zien wij uit naar verdere bijzonderheden.

C.

Voor uitvinders

Gedurende den oorlog heeft de Amerikaansche luchtmacht meer dan 30 miljoen dollar uitgegeven aan onderzoekingen om bepaalde practische problemen met elektronische hulpmiddelen tot een oplossing te brengen. In een lezing voor het Carnegie-Instituut voor Technologie werd onlangs een opsomming gegeven van opdrachten, die *niet* tot een volledig bevredigend einde waren gebracht. Dit zijn:

1. Het meten en aanwijsbaar maken van de werkelijke snelheid in de lucht van vliegtuigen tusschen 0 en 1000 mijl per uur en van onbemande projectielen tot 4000 mijl per uur.
2. Het meten en aanwijsbaar maken van de ware hoogte van een vliegtuig boven den zeespiegel tot 80.000 voet en voor projectielen tot 80 mijl.
3. Een methode om in een manoeuvreerend vliegtuig de richting van de verticaal aan te wijzen.
4. Een indicator, die in de lucht de grondpositie aangeeft gedurende dag en nacht met een nauwkeurigheid van ongeveer 3 mijlen.
5. Methodes voor navigatie in het poolgebied.
6. Automatische indicatie van ladingsbalans in vliegtuigen.

7. Een eenvoudig, op afstand werkend indicatiesysteem van het toerental van den motor, den luchtdruk en de temperatuur in het vliegtuig.
8. Een systeem om de hoeveelheid brandstof en olie te bepalen, met hooge nauwkeurigheid bij geringe hoeveelheid.

Wie iets wil gaan uitvinden, heeft hier een opgave van dingen, die de wereld geacht kan worden, noodig te hebben.

C.

Reguleeren van horloges met behulp van een standaardfrequentie

Dezer dagen hebben vertegenwoordigers van de Technische pers een bezoek gebracht aan de Philips fabrieken te Eindhoven, waar men verschillende nieuwe producten heeft getoond. Van de gehouden demonstraties memoreeren wij het reguleeren van horloges met behulp van een standaardfrequentie.

Als men den gang van een horloge vergelijkt met dien van een standaard chronometer kan men daarbij een nauwkeurigheid van 1 seconde per etmaal bereiken, tenminste als het horloge van een secondewijzer is voorzien. Dit kost telkens echter een observatietijd van 24 uur en dan verkrijgt men nog slechts een gemiddelde over 24 uur, zoodat effecten ten gevolge van het afloopen van de veer niet eens geconstateerd worden. Een veel snellere meting is mogelijk door de frequentie van de onrust te vergelijken met die van een *kwartskristal* Apparaten, die op deze wijze fouten in den gang van een horloge vaststellen, zijn sinds 1940 in den handel verkrijgbaar, voornamelijk in Amerika, maar ook in Zwitserland.

Het te onderzoeken horloge wordt in een geschikten houder tegen een microfoon geklemd om den tik van het échappement bij verschillende standen van het uurwerk te kunnen opnemen. De tik wordt ongeveer 10 000 maal versterkt en aan een gastriode toegevoerd, waardoor men telkens een scherp gedefinieerde impuls krijgt.

Uitgaande van een kwartoscillator van 72,9 kHz, verkrijgt men door middel van frequentie-deeling een standaardfrequentie van 60 per./sec. Met deze frequentie wordt de tijdas van een electronenstraaloscillograaf gesynchroniseerd, terwijl de tikimpuls de vertikale uitwijking geeft. Meestal geeft het horloge 5 tikken per seconde, en zoo wordt op elk twaalfde deel van de tijdaslijn een tik geregistreerd. Bij een juist gang van het horloge komt deze tik telkens precies op dezelfde plaats. Bij een foutieven gang schuift dit punt van registratie gelijkmatig voor- of achteruit; bij ongelijkmatigen gang is deze verplaatsing bovendien ongelijkmatig.

Een fout van één seconde per etmaal komt neer op een afwijking van 1 op 86 400. Dit komt over-

een met één mm verschuiving van de lichtvlek op de tijdas van de electronenstraaloscillograaf, als deze in totaal 86 400 mm heeft afgelegd. Wanneer in 1/60 seconde een tijdaslengte van 50 mm wordt afgelegd, dan is voor die 86 400 mm noodig $86\,400/50 \times 1/60$ sec., dit is ongeveer 30 sec. Aannemende, dat een verschuiving van 1 mm voldoende is om duidelijk te kunnen worden geconstateerd, kan men dus een fout van 1 seconde per etmaal in ongeveer 30 seconden constateeren. Een uurwerk met een dergelijke fout wordt nog als zeer goed beschouwd; een slechter horloge geeft in dezelfde halve minuut een overeenkomstig grotere verschuiving te zien. Een volledige serie metingen, bij afgelopen en opgewonden veer en in verschillende standen van het horloge, neemt dus slechts weinig tijd in beslag, terwijl zij bij directe waarneming vele dagen zou vragen.

De gekozen standaardfrequentie van 60 perioden per seconde maakt het mogelijk, om ook horloges te controleren, waarvan de genormaliseerde frequenties 4, 5 of 6 bedragen.

De frequentiedeeler bevat één trap van vijf, en vijf trappen van drie, verdeeld over drie buizen ECH21. Elke trap bestaat uit een gesynchroniseerden oscillator, waarvan er drie zijn uitgevoerd met LC-kringen en drie met RC-filter. De trappen worden meegenomen over een bereik van plus of min 10 procent.

In sommige bestaande apparaten wordt in plaats van de electronenstraaloscillograaf een mechanische schrijver gebruikt, die synchroon met de 60 perioden wordt aangedreven. Weliswaar heeft men dan het voordeel van een blijvend geschreven diagram, maar ten koste van alle nadeelen, die een dergelijke mechanische apparatuur van hooge precisie meebrengt.

Bij het controleren van een uurwerk komt tevens nog iets anders aan het licht. Wanneer het ongelijk tikt, hetgeen veroorzaakt wordt door een onjuiste instelling van de onrustveer, dan ziet men dit ook op het scherm van de oscillograaf.

Mrk.

Vonkjes

Zondag 30 Maart wordt met een speciale uitzending van den Wereldomroep het 20-jarig jubileum herdacht van het „Happy-station” programma, dat Ed. Startz al die jaren verzorgde over den PCJ-zender.

Het radiostation van Makassar, één der sterkste zenders van Indonesië, is door een brand verwoest; de brand was te wijten aan het optreden van terroristen.

De Amerikanen hebben in München drie 85 kW zenders om de „Stem van Amerika” over Oost-Europa te laten hooren, o.a. in het Russisch.

In de Ver. St. zijn nu 30 000 auto's uitgerust met telefonie-zendontvangers.

Ontwerp en Constructie van kleine voedingstransformatoren

door L. V. VIDDELEER

Onder „kleine” voedingstransformatoren worden in deze beschrijving verstaan voedingstransformatoren van het type, dat o.a. wordt gebruikt in radio-ontvangers en versterkers, dus transformatoren, die primair worden aangesloten op een eenfaze-lichtnet en die secundair behalve een hoogspanningswikkeling meestal een of twee gloeistroomwikkelingen bezitten. Het primaire vermogen van dergelijke transformatoren bedraagt ongeveer 10 à 200 VA.

Voor het ontwerp van een voedingstransformator dienen de volgende gegevens bekend te zijn:

- grootte en frequentie van de primaire spanning;
- gewenste grootte van de secundaire spanningen in belaste toestand;
- grootte van den van elke secundaire wikkeling af te nemen stroom;
- type van den te gebruiken gelijkrichter en de schakeling waarin deze gebruikt wordt (enkel- of dubbelfazige gelijkrichting, afvlakfilter met condensator- of smoorspoelingang).

De eerste stap bij het ontwerpen van een dergelijke transformator is het bepalen der draaddikte voor iedere wikkeling afzonderlijk. Deze draaddikte is afhankelijk van de effectieve stroomsterkte in de wikkeling en wordt berekend naar een stroomdichtheid van 2 à 3 A/mm².

De tweede stap is het bepalen der afmetingen van de te gebruiken kern. Deze afmetingen zijn evenredig met het schijnbare vermogen (product van spanning en stroomsterkte uitgedrukt in VA) dat de primaire uit het lichtnet opneemt.

De derde stap is de bepaling der primaire en secundaire windingaantallen, rekening houdende met de in den transformator optredende verliezen.

Tenslotte is een contròlerekening noodig om na te gaan of het ontwerp practisch uitvoerbaar is en of aan alle te stellen eischen is voldaan.

Het gedetailleerde ontwerp kan het beste worden behandeld aan de hand van een voorbeeld, waarvoor het volgende transformatortype wordt gekozen:

primair 220 V — 50 Hz, met een aftakking voor 127 V;

secundaire 1: hoogspanningswikkeling die bij gebruik van een dubbelfazigen gelijkrichter type AZ1 aan den ingang van het afvlakfilter een gelijkspanning van 300 V levert bij een gelijkstroomafname van 75 mA. De ingang van dit afvlakfilter bestaat uit een condensator van 16 µF;

secundaire 2: gloeistroomwikkeling 4 V — 1 A voor gloeidraadvoeding der AZ1;

secundaire 3: gloeistroomwikkeling 2 x 3,15 V — 2,5 A voor gloeidraadvoeding der ontvang- of versterkerlampen.

Bepaling der primaire en secundaire draaddikten.

De primaire stroom van een secundair belaste transformator bestaat uit verschillende componenten. In het eenvoudigste geval, dat de transformator slechts één secundaire wikkeling heeft, die Ohmsch is belast, bijvoorbeeld een gloeistroomwikkeling, kan voor den primair stroom worden geschreven:

$$i_p = \sqrt{\left(\frac{w_n}{w_p} i_n + i_m\right)^2 + i_m^2}$$

Hierin is de term $\frac{w_n}{w_p} i_n$ de naar de primaire getransformeerde secundaire stroom, die bij Ohmsche belasting in fase is met de spanning; i_n is de stroom, die door de ijzerverliezen wordt veroorzaakt en die eveneens in fase is met de spanning en i_m is de magnetiseeringsstroom, die ten opzichte van de spanning ten naastenbij 90° in fase verschoven is.

De secundaire stroom i_n wordt door de belasting bepaald; de componenten i_n en i_m zijn onafhankelijk van de belasting en worden bepaald door de inductie en de magnetische eigenschappen van de kern.

Door deze tamelijk gecompliceerde samenstelling is eenigszins nauwkeurige berekening van den primair stroom lastig. Eenvoudiger is om den primair stroom langs experimenteelen weg te bepalen. Uit metingen is ons gebleken, dat een met weerstand belaste secundaire wikkeling van een transformator, die is gewikkeld volgens de in deze beschrijving te verstrekken gegevens, primair een aantal VA opneemt, dat gemiddeld ongeveer 1,2 maal zoo groot is als het secundair geleverde uitwendige vermogen in watt. Uitgedrukt in een formule geldt dus bij secundair Ohmsche belasting:

$$VA_{\text{primair}} \approx 1,2 \cdot e_{\text{eff}} \cdot i_{\text{eff}} \quad (1)$$

waarin e_{eff} de secundaire spanning in belaste toestand is. Deelt men het aldus gevonden aantal primaire VA door de primaire spanning, dan vindt men de effectieve waarde van den primair stroom en kan de draaddikte voor de primaire wikkeling worden berekend.

Heeft de transformator secundair een hoogspanningswikkeling, waarvan de spanning wordt gelijkgericht en afgevlakt, dan vloeit door deze wikkeling een secundaire stroom i_n , die sterk van den

sinusvorm afwijkt en die bij enkelfazige gelijkrichting bovendien een gelijkstroomcomponent bevat. De secundaire draaddikte moet worden berekend voor de effectieve waarde i_{eff} van dezen vervormden stroom en deze effectieve waarde, en ook het aantal VA, dat de hoogspanningswikkeling primair vergt, is afhankelijk van de toegepaste gelijkrichterschakeling (enkel- of dubbelfazige gelijkrichting) en het type afvlakfilter (condensator- of smoorspoelingang). Uit metingen is ons de volgende samenhang gebleken:

dubbelfazige gelijkrichting met condensatoringang:

$$i_{\text{eff}} \approx 1,1 \cdot I_{\text{r}} \quad (2)$$

$$VA_{\text{pr}} \approx 1,5 \cdot e_{\text{eff}} \cdot I_{\text{r}} \quad (2a)$$

enkelfazige gelijkrichting met condensatoringang:

$$i_{\text{eff}} \approx 2 \cdot I_{\text{r}} \quad (3)$$

$$VA_{\text{pr}} \approx 2,4 \cdot e_{\text{eff}} \cdot I_{\text{r}} \quad (3a)$$

dubbelfazige gelijkrichting met smoorspoelingang:

$$i_{\text{eff}} \approx 0,7 \cdot I_{\text{r}} \quad (4)$$

$$VA_{\text{pr}} \approx 1,1 \cdot e_{\text{eff}} \cdot I_{\text{r}} \quad (4a)$$

(de enkelfazige gelijkrichting met smoorspoelingang wordt buiten beschouwing gelaten, daar deze schakeling geen praktisch nut heeft).

In bovenstaande formules is:

i_{eff} = effectieve waarde van den stroom door de hoogspanningswikkeling;

I_{r} = door den gelijkrichter geleverde gelijkstroom;

VA_{pr} = aantal VA dat de hoogspanningswikkeling primair vergt;

e_{eff} = effectieve waarde van de secundaire wisselspanning in *onbelasten* toestand (bij dubbelfazige gelijkrichting moet voor e_{eff} de spanning van één helft der hoogspanningswikkeling worden genomen).

Welke effectieve spanning e_{eff} de hoogspanningswikkeling onbelast moet leveren om bij een bepaalde gelijkstroomafname aan den ingang van het afvlakfilter precies de gewenschte gelijkspanning te verkrijgen, kan worden bepaald aan de hand van de door den fabrikant gepubliceerde belastingskrommen van den gebruikten gelijkrichter.

In fig. 1 zijn de belastingskrommen geteekend van den dubbelfazigen gelijkrichter type AZ1 voor verschillende secundaire transformatorspanningen

en transformatorweerstand, en bij gebruik van een condensator van $16 \mu\text{F}$ als ingangscapaciteit van het afvlakfilter (voor een ingangscapaciteit van $8 \mu\text{F}$ gelden bij benadering dezelfde krommen).

Onder „transformatorweerstand” is hier te verstaan de weerstand van één helft der hoogspanningswikkeling, vermeerderd met den naar deze halve wikkeling getransformeerden weerstand van de primaire, dus:

$$R_{\text{tr}} = \frac{1}{2} R_{\text{s}} + T^2 R_{\text{p}}$$

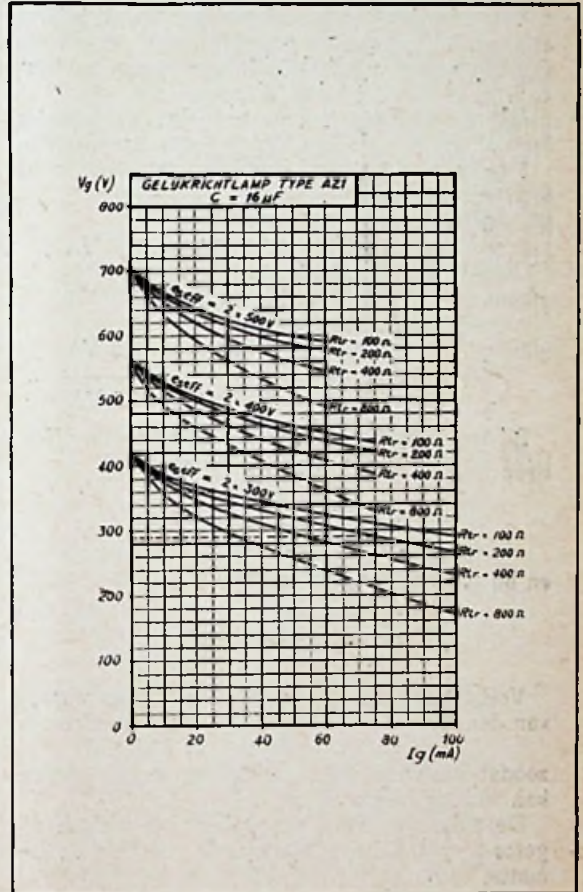


Fig. 1:

TABEL I.

| wikkeling | effect. stroomsterkte | draaddiam. voor 2 A/mm^2 | te kiezen diameter | werkelijke stroomdichtheid |
|-------------------------------------|-----------------------|------------------------------------|--------------------|----------------------------|
| primaire 127 V | 0,46 A | 0,541 mm | 0,55 mm | $1,90 \text{ A/mm}^2$ |
| primaire 220 V | 0,27 A | 0,415 mm | 0,40 mm | $2,14 \text{ A/mm}^2$ |
| sec. 1 ($2 \times 310 \text{ V}$) | 82,5 mA | 0,229 mm | 0,22 mm | $2,17 \text{ A/mm}^2$ |
| sec. 2 (4 V) | 1 A | 0,798 mm | 0,80 mm | $1,99 \text{ A/mm}^2$ |
| sec. 3 (6,3 V) | 2,5 A | 1,265 mm | 1,30 mm | $1,89 \text{ A/mm}^2$ |

als R_p en R_s respectievelijk de gelijkstroomweerstand van hoogspanningswikkeling en primaire voorstellen en T de transformatieverhouding van de primaire ten opzichte van één helft der hoogspanningswikkeling is.

Van den als voorbeeld gekozen voedingstransformator kan R_{tr} voorloopig op 200 Ω worden geschat; bij de contrôlerekening moet worden nagegaan of deze schatting al of niet juist is geweest.

Uit fig. 1 kan worden afgelezen, dat indien $e_{eff} = 2 \times 300$ V en $R_{tr} = 200 \Omega$, bij een gelijkstroomafname van 75 mA de gelijkspanning V_s aan den ingang van het afvlakfilter 290 V is. Om aan den ingang van het afvlakfilter de gewenschte gelijkspanning van 300 V te verkrijgen, zal dus e_{eff} ongeveer 2×310 V moeten zijn.

Met dit gegeven kan nu het door de primaire opgenomen totale aantal VA worden berekend. In het gekozen voorbeeld vindt men hiervoor door invulling van de formules (1) en (2a):

afkomstig van secundaire 1:
 $1,5 \times 310 \times 0,075 = 34,9$ VA
 afkomstig van secundaire 2:
 $1,2 \times 4 \times 1 = 4,8$ VA
 afkomstig van secundaire 3:
 $1,2 \times 6,3 \times 2,5 = 18,9$ VA
 totaal 58,6 VA

Bij een netspanning van 127 V wordt de effectieve waarde van den primairen stroom:

$$i_{eff} = \frac{58,6 \text{ VA}}{127 \text{ V}} = 0,46 \text{ A}$$

en bij een netspanning van 2p0 V:

$$i_{eff} = \frac{58,6 \text{ VA}}{220 \text{ V}} = 0,27 \text{ A}$$

Volgens formule (2) wordt de effectieve waarde van den stroom door de hoogspanningswikkeling:

$$i_{eff} = 1,1 \times 75 \text{ mA} = 82,5 \text{ mA}$$

zoodat nu voor iedere wikkeling de draaddikte kan worden berekend.

De aldus gevonden draaddiameters worden afgerond op de dichtstbijkomende courante draadmaten.

Kiest men voor alle wikkelingen een stroomdichtheid van 2 A/mm² dan vindt men de draaddiameters die in tabel I zijn opgenomen.

Bepaling der primaire en secundaire windingaantallen.

Voor de zelfinductie van een spoel met ijzerkern geldt:

$$L = \frac{0,4 \cdot \pi \cdot O \cdot w^2 \cdot \mu}{l \cdot 10^9}$$

Vloeit door deze spoel een wisselstroom i , dan wordt een wisselspanning $e = i \omega L$ in de wikkeling geïnduceerd, dus:

$$e = \frac{i \cdot \omega \cdot 0,4 \cdot \pi \cdot O \cdot w^2 \cdot \mu}{l \cdot 10^9}$$

welke vergelijking ook als volgt kan worden geschreven:

$$e = \frac{\omega \cdot w \cdot O}{10^9} \cdot \frac{0,4 \cdot \pi \cdot i \cdot w \cdot \mu}{l}$$

In deze uitdrukking voor e is de factor

$$\frac{0,4 \cdot \pi \cdot i \cdot w \cdot \mu}{l}$$

de magnetische inductie B , dus:

$$e = \frac{\omega \cdot w \cdot O \cdot B}{10^9}$$

Is de stroom i sinusvormig, dan verloopt ook B sinusvormig met den tijd. Voor de effectieve waarde van e moet de effectieve waarde van B in rekening worden gebracht en bij sinusvorm is:

$$B_{eff} = \frac{B_{max}}{\sqrt{2}}$$

als B_{max} de maximale waarde of amplitude van B is. Voor de effectieve waarde van de geïnduceerde wisselspanning geldt dus:

$$e_{eff} = \frac{\omega \cdot w \cdot O \cdot B_{max}}{10^9 \sqrt{2}}$$

Daar $\omega = 2 \pi f$, is $\frac{\omega}{\sqrt{2}} = \frac{2 \pi f}{\sqrt{2}} = 4,44 \cdot f$ zoodat:

$$e_{eff} = \frac{4,44 \cdot f \cdot w \cdot O \cdot B_{max}}{10^9}$$

en hieruit volgt dat:

$$w = \frac{e_{eff} \cdot 10^9}{4,44 \cdot f \cdot O \cdot B_{max}} \quad (5)$$

In deze formule is:

- w = het benodigde aantal windingen;
- e_{eff} = effectieve waarde der geïnduceerde wisselspanning in volt;
- f = frequentie in hertz;
- O = doorsnede van de ijzerkern in cm²;
- B_{max} = amplitude der magnetische inductie in gauss.

Zoals uit (5) blijkt, is het benodigde aantal windingen recht evenredig met de grootte der gewenschte spanning en omgekeerd evenredig met de frequentie, de kerndoorsnede en de inductie.

In (5) moet voor O de netto-ijzerdoorsnede worden ingevuld, dat is dus de doorsnede van het bewikkelde been van de ijzerkern, verminderd met de isolatie tusschen de op elkaar gestapelde blikken. Bij normaal geïsoleerde kernblikken, met voldoende druk tezamen geklemd, is de netto ijzerdoorsnede ongeveer 0,9 maal de bruto doorsnede. Dezen factor 0,9 noemt men wel den *stapelfactor*.

Bij het voor voedingstransformatoren gebruikelijke kernblik (siliciumijzer) treedt bij een mag-

netische inductie van 15 000 à 20 000 gauss magnetische verzadiging op. Bij normale voedings-transformatoren dient B_{max} behoorlijk ver beneden het verzadigingspunt te blijven daar anders de ijzer verliezen, die evenredig zijn met het kwadraat van B , te groot worden en de kern te warm wordt. Ook wordt dan de component i , van den primairen stroom zeer groot waardoor het primaire koperverlies groot wordt. Bovendien daalt bij zeer hoge inductie de permeabiliteit sterk, wat betekent dat de magnetische weerstand sterk toeneemt en het gevolg daarvan is, dat ook het strooiveld, dat de transformator om zich heen schept, sterk zal toenemen, waardoor storende bromspanningen in andere onderdelen kunnen worden geïnduceerd. Om deze redenen moet voor een normalen voedingstransformator B_{max} liefst niet hooger dan ongeveer 10 000 gauss worden gekozen.

De frequentie f is van de Europeesche lichtnetten in het algemeen 50 Hz.

Worden de genoemde waarden van stapelfactor, B_{max} en f in formule (5) ingevuld, dan vindt men voor het benodigde aantal windingen:

$$w = \frac{e_{err} \times 10^3}{4,44 \times 50 \times 0,9 \times O \times 10^4}$$

wat te vereenvoudigen is tot:

$$w = \frac{50 \cdot e_{err}}{O}$$

Is $e_{err} = 1$ V en $O = 1$ cm², dan zijn er 50 windingen nodig. Men moet dus 50 windingen per volt spanning en per cm² bruto ijzerdoorsnede nemen, of:

$$w = 50 \text{ wdg V/cm}^2$$

Dit aantal windingen per V/cm² geldt in eerste instantie zoowel voor de primaire als voor de secundaire wikkelingen omdat, afgezien van de spreiding, alle wikkelingen dezelfde flux omvatten. In werkelijkheid moeten de secundaire windingsaantallen iets hooger worden gekozen omdat door de spreiding en de koperverliezen de secundaire spanningen lager uitvallen dan uit de wikkelverhouding zou volgen.

De secundaire spanningsdaling tengevolge van de spreiding kan gemiddeld op ongeveer 1 % worden gesteld. De spanningsdaling tengevolge van het koperverlies is evenredig met de stroomdichtheid. Bij een stroomdichtheid van 2 A/mm² blijkt bij kleine voedingstransformatoren de secundaire spanning gemiddeld ongeveer 7 % te dalen. Om het door spreiding en koperverliezen veroorzaakte spanningsverlies te compenseren, moeten de secundaire windingaantallen dus ongeveer 8 % hooger worden genomen.

Noemt men het aantal primaire windingen w_p en het aantal secundaire windingen w_s , dan geldt dus:

$$w_p = 50 \text{ wdg V/cm}^2 \dots \dots (6)$$

$$w_s = 54 \text{ wdg V/cm}^2 \dots \dots (6a)$$

Met deze gegevens kan nu voor elke wikkeling het aantal windingen worden berekend. Indien voor den als voorbeeld gekozen transformator een

kern wordt gebruikt, waarvan het te bewikkelen been een bruto doorsnede van 9 cm² heeft, dan zijn voor de geheele primaire wikkeling (220 V) noodig:

$$\frac{50 \times 220}{9} = 1222 \text{ windingen.}$$

De aftakking voor 127 V moet komen te liggen bij:

$$\frac{50 \times 127}{9} = 706 \text{ windingen}$$

Aan de hand van fig. 1 werd bepaald, dat de hoogspanningswikkeling in *onbelasten* toestand 2×310 V moet leveren, want de spanningsdaling tengevolge der koperverliezen is in fig. 1 al verrekend. Het aantal windingen voor de hoogspanningswikkeling wordt dus ook met formule (6) berekend en dit wordt dan:

$$\frac{50 \times 2 \times 310}{9} = 3440$$

met een middenaftakking bij 1720 windingen.

Met formule (6a) vindt men voor secundaire 2 (4 volt):

$$\frac{54 \times 4}{9} = 24 \text{ windingen}$$

en voor secundaire 3 ($2 \times 3,15$ V):

$$\frac{54 \times 2 \times 3,15}{9} = 38 \text{ windingen}$$

met een middenaftakking bij 19 windingen.

Toevallig wordt hier voor secundaire 3 direct een even aantal windingen gevonden. Dat is namelijk noodig met het oog op de middenaftakking omdat minder dan één winding bij een normale ijzerkern niet kan worden gemaakt. Het is daarom vaak nodig, dat de inductie iets hooger of lager wordt gekozen en wel zooveel, dat voor de gloei-stroomwikkelingen een geheel aantal windingen wordt gevonden.

In tabel II zijn de windingaantallen van den als voorbeeld gekozen transformator, met de uit tab. I af te lezen draaddiameters, opgenomen.

TABEL II.

| wikkeling | aantal windingen | draaddiameter |
|--|------------------|---------------|
| primaire 0—127 V (0,46 A) | 706 | 0,55 mm |
| primaire 127—220 V (0,27 A) | 516 | 0,40 mm |
| sec. 1 (2×310 V — 75 mA) | 2×1720 | 0,22 mm |
| sec. 2 (4 V — 1 A) | 24 | 0,80 mm |
| sec. 3 ($2 \times 3,15$ V — 2,5 A) | 2×19 | 1,30 mm |

(Wordt vervolgd)

FM-zenders met frequentie-stabilisatie

Het systeem van frequentie-modulatie werpt een nieuw probleem op. De bron, die zorgt voor het opwekken van de draaggolf, is meestal zoo constant, dat het niet mogelijk is de groote frequentie-afwijkingen tot stand te brengen, die noodig zijn voor de modulatie. Hieruit volgt, dat een kristal-oscillator of een vaste frequentiestandaard niet gebruikt kan worden als bron voor zenders met frequentie-modulatie. Men kan alleen een oscillator gebruiken, welks frequentie langs indirecten weg wordt bijgeregeld door een mechanisme, dat niet reageert op de snelle frequentie-variatiën ten gevolge van de modulatie, maar alleen gevoelig is voor langzame veranderingen van de gemiddelde draaggolf frequentie.

In de meeste moderne FM-zenders (Amerika heeft er zoo al verscheidene in dienst) wordt dat principe van mechanische frequentiebijregeling toegepast. De bewuste methode wordt vaak SYFREM genoemd, afgeleid van Synchronized Frequency Modulation.

Het systeem berust op het opwekken en moduleren van een draaggolf, welker frequentie 1/8e deel van de frequentie der uit te zenden draaggolf bedraagt, zoodat die laatste dus verkregen wordt met behulp van enkele frequentie-vermenigvuldigers.

Gesteld dat men wil uitzenden op $7\frac{1}{2}$ meter (40 MHz) dan is de opgewekte draaggolf, die gemoduleerd wordt, 5 MHz (nl. 1/8e deel).

Een deel van dit 5 MHz-signaal wordt toegevoerd aan een serie frequentiedeelschakelingen, die dit deelen door een factor 1000. Het verkregen signaal is dan circa 5000 Hz, dat echter dezelfde frequentie-modulatie bevat als de uitgezonden golf. Is de frequentie-afwijking 80 kHz van de 40 MHz-draaggolf dan komt dat neer op een percentage

$$\frac{80}{40000} \times 100 \% = 0,2 \%. \text{ Het } 5000 \text{ Hz signaal}$$

bevat dezelfde modulatie, zooals gezegd, zoodat hier maximaal frequentieafwijkingen van 10 Hz voorkomen.

Deze lage frequentie van 5000 Hz wordt nu verzeleken met een kristalgestuurde l.f. oscillator. Dat beteekent, dat men met behulp van een modulator een verschilfrequentie opwekt, die gebruikt wordt om een magnetisch draaiveld op te wekken. De snelheid en de richting van het resulterende draaiveld komen overeen met het frequentiever-schil tusschen de 5000 Hz van den kristalgestuurde oscillator en het 5000 Hz signaal, dat afgeleid is uit den oscillator van den zender. De bijregeling is zoodanig, dat het motortje den condensator van den LC-kring uit dezen oscillator indraait en de frequentie verlaagt als de afgeleide frequentie groeter is dan 5000 en evenzoo den condensator uitdraait en dus de frequentie verhoogt als het

afgeleide signaal een frequentie heeft, die lager is dan die van den kristaloscillator.

Zijn de frequenties precies aan elkaar gelijk dan wordt door den modulator aan den motor geen verschilfrequentie meer afgegeven (die heeft dan de frequentie nul, dus gelijkstroom). Er is dan ook geen draaiveld en het motortje staat stil. Als er nu eens een frequentie uit de deelschakeling komt van 5003 Hz en de kristaloscillator wekt een spanning op welker frequentie 5000 Hz bedraagt, dan wordt uit den modulator een frequentie van 3 Hz verkregen. De phasedraaier zorgt, dat aan de twee spoel-systemen van het motortje spanningen worden toegevoerd, die 90° in phase verschillen. In den motor treedt dan een magnetisch draaiveld op met dezelfde frequentie, in dit geval 3 perioden per sec. Het in dit draaiveld geplaatste anker gaat diengevolge roteeren met een snelheid van 3 omwentelingen per seconde. Door dit draaien wordt via een stelsel van worm en wormwiel de rotor van den afstemcondensator in den hoofdosculator bewogen. De condensator verlaagt de zendfrequentie nu een weinig, de 5003 Hz wordt eveneens verlaagd en daarmee ook de snelheid van het anker. Dit gaat zoo voort tot het frequentiever-schil weg-geregeld is, waarna de motor stopt omdat er nu geen draaiveld meer over is. De motor delft dus zijn eigen graf.

Maar er is nog iets, dat in het bovenstaande betoog wijselijk op den achtergrond is geschoven. Men zal zich terecht afvragen hoe het met de frequentie-modulatie gesteld is, die ook voorkomt in het signaal, dat uit den 5 kHz regelings-versterker wordt afgenomen. De frequentiemodulatie toch, veroorzaakt een trilling van het draaiveld, die gelijk is aan het laagfreq. ingangssignaal. Deze trilling van het draaiveld wordt niet gevolgd door het anker, omdat de traagheid, tengevolge van de massa van het anker, zich daartegen verzet.

Gesteld immers dat het motortje juist tot synchronisme had bijgeregeld, dan staat dus het anker stil. Wordt de zender nu gemoduleerd met een lf-toon, welks frequentie f is, dan zal de 5 MHz trilling f maal per seconde groeter en kleiner dan 5 MHz worden. Maar evenzoo wordt het 5000 Hz signaal ook f maal per seconde groeter en kleiner dan precies 5000 Hz. Door den frequentiedeeler wordt immers alleen de mate van frequentieafwijking verkleind, maar niet het aantal keeren dat dit per seconde gebeurt. Gelukkig maar, want anders konden er evenmin frequentievermenigvuldigers worden toegepast. Als dus het 5 kHz signaal uit den versterker f maal per seconde varieert, dan ontstaat in het motortje een magn. veld, dat ook f maal per seconde heen en weer bibbert om den evenwichtsstand, (want er was synchronisme verondersteld!). Het anker is niet bij machte om die f vibraties per seconde te volgen en blijft dus

maar rustig staan waar het staat. Immers, gemiddeld wordt op het anker eenzelfde kracht nu eens naar links, dan weer naar rechts uitgeoefend.

Daar de modulatiefrequenties van den zender tusschen 30 en 15000 Hz liggen, zal de laagste trillingsfrequentie van het magnetisch veld 30 kunnen bedragen. Het anker zal zooveel traagheid bezitten, dat het daarop niet reageert. Waarom zoudt u, lezer, dat vreemd vinden? U vindt het toch ook heel gewoon, dat een draaispoelmeter bij gelijkstroom wél uitslaat, en bij wisselstroom rustig op nul blijft staan? Alleen van zeer lage frequenties wordt eenige vibratie van de naald waargenomen, maar de massa van een draaispoel met wijzer is ook vele malen kleiner dan van het ankertje uit den bewusten servomotor.

Het frequentieverschil tusschen de twee aan den modulator toegevoerde spanningen veroorzaakt echter een draaiveld in tegenstelling met de zoo juist beschreven lf-modulatie frequentie, die een wisselveld opwekte. Dit draaiveld nu heeft steeds een rotatie van het anker tengevolge. Men kiest de onderdeelen van de schakeling echter steeds zoodanig, dat het anker de grootste frequentieverschillen nog kan bijregelen. Een verschil van 100 Hz zou reeds een toerental van 6000 rpm vergen. U ziet wel in, dat dit dwaasheid is. De bijregeling treedt reeds in werking als er maar juist een even merkbaar frequentieverschil optreedt. De bijregeling werkt zoo snel en effectief, dat indien de zendfrequentie eens ca. 400 kHz zou afwijken t.o.v. de gewenschte gemiddelde waarde, het synchronisme in slechts enkele seconden weer zou zijn hersteld, onafhankelijk van het feit of de zender met een lf-signaal gemoduleerd werd of niet.

Het gestelde probleem in den aanhef van dit artikel is dus opgelost op een wijze, die neerkomt op het tellen van perioden, waarbij het aantal perioden van den zend-oscillator wordt afgeteld tegen een vaste frequentie. Het totale aantal perioden van de oscillator-stuurtrap wordt constant gehouden, zelfs ondanks groote variaties in de verdeling van die perioden gedurende een bepaald interval.

De frequentiedeelschakelingen, waarmee de geheele methode staat of valt, zijn van het reeds eerder beschreven regeneratieve principe.

De eigenlijke modulator-oscillator bestaat uit een oscillatorbalansschakeling met „reactantie-buizen” eveneens in balans. Er zijn enkele bijzondere maatregelen getroffen om de niet-lineaire vervorming tot een minimum te beperken. Zoo, wordt o.a. gebruik gemaakt van een soort negatieve terugkoppeling, die een frequentieafwijking bewerkstelligt, in tegenfase met die, welke tengevolge van het lf-signaal ontstaat. T.z.t. zal hierop nog nader in R.-E. worden teruggekomen.

De 5 kHz kristalgestuurde oscillator is van hetzelfde type als de reeds in het artikel „Oscillator-schakelingen” beschreven oscillator met brugstabilisatie. Met deze schakeling wordt dezelfde stabiliteit verkregen als bereikt wordt met speciale

kristallen met zeer lagen temperatuurs-coëfficiënt. Het zal duidelijk zijn, dat de frequentieconstante van den zender in procenten uitgedrukt dezelfde is als die van den genoemden synchronisatie-oscillator. Het plezierige is wel, dat de geheele schakeling vrij kan worden opgesteld zonder complicaties van thermostaten of bijzondere voedingsspanningsstabilisaties. Alleen het kristal van de 5 kHz-bron zit in een oventje gemonteerd.

Het principe van de mechanische bijregeling van een oscillator met behulp van een constante vergelijkingsfrequentie is reeds voor jaren toegepast in één der Nederlandsche overheidslaboratoria. De toepassing is niet beperkt tot dit eene voorbeeld maar is van belang voor verschillende gebieden der zwakstroomtechniek. vdB.

Het reflex-schema

De heer Erik Schaaper maakt opmerkzaam op eenige bezwaren tegen het schema in R.-E. no. 4 van den heer Diks, die hij als volgt samenvat:

„Van den 2-voudigen afstemcondensator ligt de as van de 1ste sectie aan aarde en die van de 2de aan hoogspanning.

De assen van de niet afgeschermden spoelen liggen parallel.

De hfr. resten na den detector worden zonder meer mede teruggevoerd aan het rooster van de versterkerbuis, terwijl deze (met een anode-rooster-capaciteit van minstens 1 picofarad) niet is geneutrodyniseerd.

Volgens mijn ervaring is eenige genereerigheid te vreezen. Inderdaad lijkt het gewenscht, zooals de heer Diks deed, dit toestel zonder ingangskring te gebruiken.” * * *

Wat het eerste punt betreft, zou inderdaad bij gebruik van 2 condensatoren op één as de hoogspanningsbron zijn kortgesloten. Om dit te vermijden, kan men het verbindingspunt tusschen S_4 en de primaire van T_2 (waaraan C_8 parallel ligt) in plaats van het direct te verbinden met de chassis-zijde van C_1 , via een blokcondensator van bijv. 0,1 μ F daarmee verbinden.

Tegen het gevaar voor zelfgenereren kunnen o.i. de condensatoren C_6 en C_7 en verder de smoorspoel S_3 mogelijk voldoende beveiliging geven. Red.

Vonkjes

Auto-banden nemen door wrijving soms elektrische ladingen aan, die radiostoringen veroorzaken. Een middel ertegen is, dat men poedervormig acetyleen-zwart in de banden strooit.

Ofschoon zelf niet met radar uitgerust, werden op het Bovenmeer in Amerika twee stoomschepen, die in een sneeuwstorm op elkaar dreigden te loopen, door radar gered. Een derde, wel ermee uitgeruste boot bemerkte n.l. het gevaar en kon door een radiobericht de vaartuigen hun koers doen wijzigen.

Een **bromprobleem** bij FM

Als één der voordeelen van telefonie met frequentie-modulatie geldt ongetwijfeld de grootere mate van storingvrijheid, vergeleken bij de gewone amplitude-modulatie.

Des te opmerkelijker is het daarom, dat zich bij de ontvangst een bromstoring kan voordoen, die men bij ontvangers voor amplitude-gemoduleerde signalen geheel niet kent en die bij ontvangers voor frequentie-gemoduleerde signalen nu juist hinderlijk dreigt te worden.

Het betreft hier een netbromstoring, die haar oorsprong vindt in den mengtrap, die in een FM-super evenals in een AM-super de middenfrequentie doet ontstaan.

De mengbuis is een frequentieomvormer, waarin door een proces, dat als een soort van frequentie-modulatie kan worden beschouwd, door het samenbrengen van het signaal met de oscillatortrilling, een aantal nieuwe frequenties ontstaan, waarvan de middenfrequentie er één is en waarbij deze ook de oorspronkelijke modulatie weer bevat, onverschillig of dit AM dan wel FM is. Komt nu op het mengrooster, behalve het signaal en de oscillatortrilling, ook nog een bromspanning, dan geeft die bromspanning aanleiding tot frequentie-modulatie van den bromtoon in de middenfrequenttrillingen. Deze bevatten dus ten slotte naast de origineele modulatie nog den als frequentie-modulatie toegevoegden bromtoon.

Het verschijnsel zelf treedt bij AM-ontvangst en FM-ontvangst in gelijke mate op. Aangezien de gewone detector voor AM echter alleen reageert op amplitude-variëaties, zal deze frequentie-gemoduleerde brom bij AM-ontvangst in het laagfrequentgedeelte van het toestel niet tot hoorbaarheid geraken. Alleen bij abnormaal groote sterkte van de bromspanningen op het mengrooster zouden zij ook merkbare amplitudemodulatie kunnen veroorzaken, maar in de practijk komt dit feitelijk niet voor en daarom is mengbuisbrom bij AM-ontvangst geen verschijnsel, dat de aandacht vraagt. Bij FM-ontvangst, waar de gewone detector is vervangen door een schakeling, die alle frequentievariëaties in hoorbare laagfrequente trillingen omzet, is dit anders. Daar wordt ernstig storend wat bij AM-ontvangst onopgemerkt zou blijven.

Om die reden moet in een FM-ontvanger aan de afvlakking van de plaatvoeding veel meer aandacht worden besteed dan bij AM-ontvangst.

Door onvoldoende afvlakking kan in de eerste plaats brom op het stuurrooster van de mengbuis komen, indien een hoogfrequenttrap voorafgaat aan de mengbuis en een afgestemde kring in de anodeketen van de hoogfrequentbuis als koppel-element met het rooster der mengbuis dienst doet. De voorafgaande anode is dan via een condensator direct

met het stuurrooster van de mengbuis verbonden. Men zou al een heel kleinen koppelcondensator en eveneens kleinen roosterlekweerstand voor de mengbuis moeten toepassen om den bromrimpel in de anodevoeding van de hoogfrequentbuis onschadelijk te maken. Maar kleine koppelcondensator en lekweerstand zijn ongunstig voor de versterking van den hoogfrequenttrap, die op de zeer korte golven, waarop met FM wordt gewerkt, toch al moeilijk effectief kan worden gemaakt.

Aanbeveling verdient het daarom, in een FM-ontvanger de koppeling tusschen hoogfrequentbuis en mengbuis niet op deze wijze uit te voeren, maar den afgestemden hoogfrequentkring in de roosterketen van de mengbuis *inductief* te koppelen met de voorafgaande plaat der hoogfrequentbuis, door een koppelwikkeling met minimale capaciteit ten opzichte van de wikkeling van den kring. Inductief wordt de 50- of 100-periodenrimpel door een ukgeluchttransformator, zooals dan ontstaat, niet overgedragen.

Een tweede weg, waarlangs brominjectie in de mengbuis kan optreden, komt van den oscillator en daarom is extra zorgvuldige afvlakking noodig van de voeding der oscillator-anode. Het toevoeren van de spanning aan de oscillator-anode via een hoogen weerstand, met een grooten condensator van het voedingspunt naar aarde of naar kathode is daarom van veel belang. In zeer hardnekkige gevallen wordt deze ontkoppelingscondensator ook nog wel overbrugd door een neon-stabilisatorbuis. Ook kan het noodig wezen, beide gloeidraad-aansluitingen op de fitting der mengbuis (of afzonderlijke oscillatorbuis) via behoorlijk groote condensatoren aan aarde te leggen.

Voorloopig zijn dit voor ons land nog geen problemen, die zich in de practijk voordoen; de zaak is echter ook op zichzelf toch wel interessant: een storingsbron, die tot dusver aan onze waarneming ontsnapte. C.

De gloeistroomtransformator voor het reflextoestel

De heer P. J. J. Diks, de ontwerper van het reflextoestel, dat hij in R.-E. no. 4 beschreef, komt nader terug op de door ons bijgevoegde noot. Hij schrijft:

Met de noot betreffende den gloeistroomtransformator ben ik het niet eens. De transformator in het model wordt reeds 3½ maand gebruikt en was gewikkeld volgens de gegevens, die ik verstrekte in het artikel. In transformatoren van kleine afmetingen ontstaan over het algemeen hooge spanningsverliezen. Een lampje van 14 V met een geringe stroomsterkte brandt soms fel op de wikkeling, gemerkt: 8 V, van een scheltransformator.

De kerndoorsnede van den transformator van 9,5 W maakt een primaire spoel met 3000 w. noodzakelijk. De draaddoorsnede van de spoel is 0,15 mm en geeft aan de wikkeling met de lengte van $3000 \times 0,15 = 450$ m een weerstand van 450Ω . Rekenen we de $\cos \varphi = 0,7$, dan wordt de primaire belasting ongeveer 13,6 V.A. en de stroomsterkte 0,062 A. In de primaire wikkeling ontstaat een spanningsval van 28 V. De primaire emk is dus 192 V.

De 150 sec. windingen hebben een lengte van ongeveer 30 m en bij een dikte van 0,6 mm een weerstand van $1,8 \Omega$. De secundaire spanningsval bedraagt dus 2,7 V, en de secundaire emk $= 9$ V. Hieruit volgt een transformatieverhouding van ongeveer 1 : 21,5. Rekening houdende met de lekverliezen heb ik die verhouding 1 : 20 genomen en deze bleek mij bij de toepassing wel juist te zijn. De spanning van de EBL1 klopt en de transformator wordt niet warmer dan normaal. Dit zou voor de kern zeker het geval zijn als de kwaliteit van het blik zoo'n slechten invloed had.

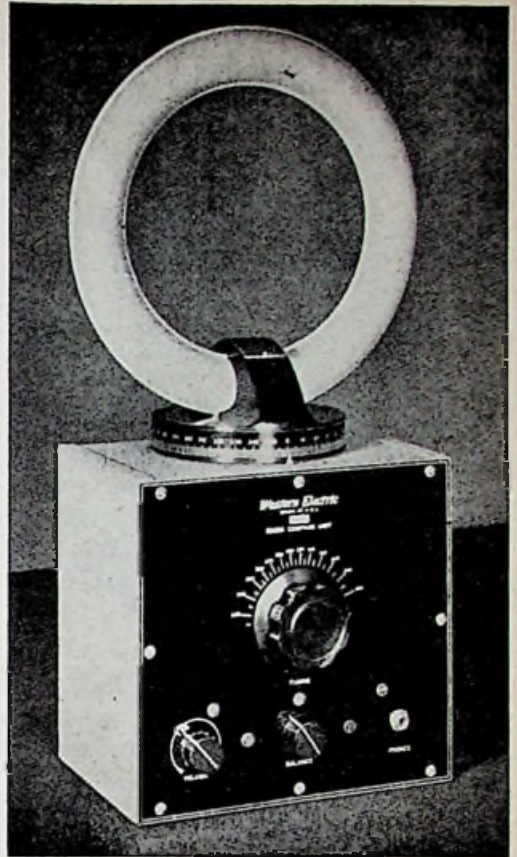
Een **Radio-goniometer**

voor kleine schepen

Radio-telefoon-apparatuur van de marine vindt in Amerika thans ook ruime toepassing in allerlei soorten pleziervaartuigen. Niet alleen voor communicatie met den vasten wal, maar ook voor het vragen van assistentie in noodgevallen. Vroeger hadden alleen de groote schepen zulke mogelijkheden en zij waren dan ook steeds bemand met een radiotelegrafist.

Teneinde ook voor kleinere schepen de voordeelen van radiotelecommunicatie volledig nut te laten afwerpen, heeft Western-Electric een radiogoniometer ontwikkeld, die kan samenwerken met een eveneens door W-E vervaardigden zender-ontvanger, die op een 12-volts accu werkt. Met den in de figuur afgebeelden goniometer kan men gemakkelijk de koers van het schip bepalen. Hij bestaat uit een kleine metalen doos, die een afstemknop en een sterkteregelaar op de frontplaat heeft. Op de bovenzijde is de raamantenne aangebracht, terwijl het toestel de benodigde spanningen ontleent aan het bijbehorende radio-telefoonstelsel. De bestreken golfband is 230—350 kHz; in dezen band werken ook alle Amerikaanse radiobakens van de „United States Lighthouse Service” en vele bakens van de „Civil Aeronautic Authority”.

Het bedienen van den radiogoniometer is zeer eenvoudig. Het nulpunt van den gradenboog correspondeert met de kiellijn van het schip. Als een signaal wordt ontvangen, wordt het raam gedraaid tot minimum geluidsterkte, terwijl dan de graadverdeeling direct den hoek geeft tusschen de richting van het ontvangen station en de kiellijn van het schip. De werkelijke richting van het station kan daarna worden vastgesteld in verband met



de koers van het schip, zooals die gegeven wordt door het magnetische kompas.

Ook kan men zijn positie bepalen door twee of beter nog drie stations te peilen en de richtingen op de kaart uit te zetten.

vdB.

Spiraal-potentiometer

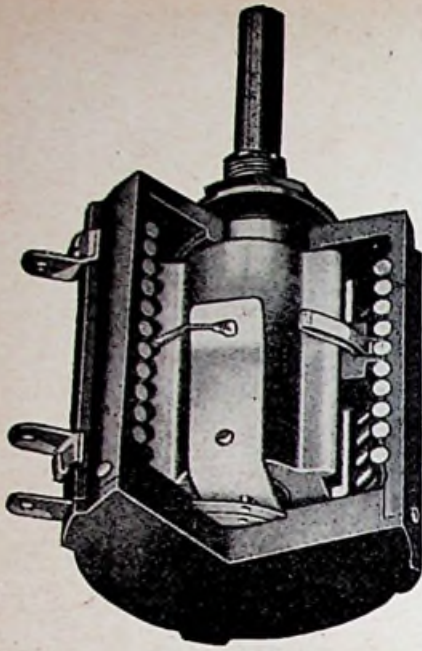
Een nieuw Amerikaansch onderdeel is de Beckman Helipot¹⁾, een potentiometer, die de fijnheid van regeling bezit, die men met een glijcontact op een recht uitgespannen draad ook zou kunnen bereiken.

Het sleepcontact van dezen potentiometer is n.l. zoo gemaakt, dat het bij het draaien aan den knop langs de windingen van een tot een spiraal opgespoelden weerstanddraad loopt.

Dit heeft het voordeel, dat geen toevoeging van een fijnregelpotentiometer noodig is, die extra ruimte inneemt op een frontplaat en dat men met één knop zoowel grof regelt als fijn regelt.

Er worden drie typen van dezen potentiometer gemaakt. Type A, 5 watt, heeft een draadlengte

¹⁾ Helipot Corporation, 1011 Mission Street, South Pasadena 2, California.



van 116 cm in 10 windingen met een diameter van nog geen 4 cm en de weerstandwaarden zijn 25 ohm tot 30 000 ohm.

Type B, 10 watt, 350 cm draadlengte, 15 windingen, 100 ohm tot 100 000 ohm. Dit type wordt ook vervaardigd met 25 of 40 windingen met waarden van 500 tot 300 000 ohm. De diameter is voor dit type 7,5 cm.

Type C, 2 watt, 34 cm draadlengte, 3 windingen, 4 cm diameter, weerstandwaarden 5 ohm tot 10 000 ohm.

Het is een artikel, dat voor oorlogsdoeleinden werd ontworpen en in massaproductie wordt vervaardigd met een nauwkeurigheid van 0,1 %. Van bijzonder belang voor automatische apparatuur is nog, dat de aandrijfkraft voor het draaien van de as zeer gering is, n.l. ongeveer 70 centimetergram. C.

Prijscouranten

De nieuwste prijscourant van het *Techn. Bur. J. Th. van Reysen* te Delft is thans weer verschenen in den vorm van een keurig gedrukt, geïllustreerd en in stevigen omslag gebrocheerd boekje, dat er voor-oorlogsch uitziet. Het is tevens een teeken, dat de keuze van leverbare artikelen groeit.

VRAGENRUBRIEK

(Wij nemen in deze rubriek voorloopig slechts die antwoorden op, waarvan wij mogen aannemen, dat er ook bij anderen dan de vraagstellers zelf belangstelling voor kan bestaan).

H. B., Roelofarendsveen. — Het schema-gedeelte, dat u teekende, betreft een schakeling voor z.g. *negatieve* terugkoppeling (tegenkoppeling). Dit is een onderwerp, waarover sedert 1933 in R.-E. tal-

looze artikelen zijn verschenen. Belangrijke informatie geeft bijv. R.-E. 1936 no. 36 bladz. 425 en volgende. Een bijzonder voordeel van het ontleenen der tegenspanning aan een wikkeling op den uitgangstransformator werd laatstelijk besproken in R.-E. 1946 no. 24 bladz. 279, terwijl het gebruik van tegenkoppeling voor toonregeling ook pas nog in de artikelen der heeren Viddeleer en Admiraal is aangeroerd. Het is dus niet iets nieuws, waaraan wij nog nooit aandacht hebben geschonken.

Tegenkoppeling komt hierop neer, dat een deel der laagfrequente uitgangsspanning of teruggevoerd wordt tusschen rooster en kathode der eindbuis zelf of van een voorafgaande buis, in zoodanige phase, dat de versterking wordt verminderd; daarbij wordt de vervorming, die in de lampen optreedt, in ongeveer dezelfde mate ook verminderd. Door een condensator in de tegenkoppellingsleiding kan men de hooge tonen sterker laten tegenwerken dan de lage tonen zoodat de laatste meer versterkt worden; door een smoorspoel het omgekeerde.

U spreekt van de AL4 als een „onnoozele” eindbuis in vergelijking met EBL1. Zij zijn echter volkomen aan elkaar gelijk, behalve wat de gloei-spanning en den diode-inbouw betreft.

Vervanging in de Philips 480A van den transformator met tegenkoppellingswikkeling door een gewonen, zou ernstig ingrijpen in de schakeling meebrengen en werkeloos maken van de toonregeling.

D. A., Eindhoven. — Alle gelijkrichters werken voor kleine toegevoerde spanningen min of meer kwadratisch, in elk geval niet-lineair, hetgeen ongunstig is voor de gevoeligheid, zoodat dan ook lampvoltmeters zonder voorversterking niet veel kleinere spanningen dan 1/2-tiende deel van een volt aanwijzen. De roosterdetector heeft het nadeel, dat die voor grootere spanningen dan een paar volt ook al weer ongunstig wordt. Een diode met afzonderlijken laagfreq. versterker er achter is als detector gunstiger dan de roosterdetector, waarbij het diode-effect door den plaatstroom wordt benadeeld. Indien een diode niet met betrekkelijk grooten belastingweerstand wordt gebruikt (bijv. met een transformator met geringen weerstand van de primaire) is het ter verhooging van gevoeligheid en vermindering der vervorming gewenscht, een door groote capaciteit overbruggen kathodeweerstand van bijv. 30 000 ohm toe te passen.

K. V., Goor. — Over storingvrij maken van el. apparaten verscheen indertijd het boekje „De Bestrijding van radiostoringen” door H. Veenstra, terwijl de Ned. Siemens Mij. een brochure Antistoringmiddelen uitgaf, met montageschema's. Een algemeen principe is: overbruggen der vonkencontacten van 2-polige machines met 2 in serie geschakelde condensatoren (0,1 tot 2 μ F) waarvan het midden wordt geaard of aan machinehuis verbonden. Eventueel nog hfr. smoorspoelen in de toevoerdraden van het net en dergelijke condensator-overbrugging als boven over de net-aansluitingen aan de smoorspoelen.

De netaansluiting aan een radiotoestel wordt ontstoord door hoogfrequentsmoorspoelen in de toevoerdraden en in het midden geaarde condensatorbrug over de netaansluitklemmen over het toestel. (Hier dus condensatoren niet aan de netzijde der smoorspoelen, maar aan de toestelzijde).