

# RADIO EXPRES

TIJDSCHRIFT VOOR RADIOTECHNIEK

In dit nummer: De plaatsbepaling van geluidsbronnen; Acoustische en elektrische compensatoren. - Meting van toonfrequenties met de brug van Wien; Wederkerige ijking van toongenerator en meetbrug. - Nederlandsche Omroep.



Gevestigd 1918

## DE RADIO- TECHNIEK

is een onmisbare schakel in de keten die het na-oorlogse wereldverkeer (luchtvaart, scheepvaart, radiotelegrafie, en -telefonie) verbindt.

In de naaste toekomst zal er groote vraag zijn naar jongelieden, die zich in de radiotechniek hebben bekwaamd. Wie zich een positie in de radio wil verzekeren doet verstandig, reeds nu met de opleiding te beginnen.

Onze schriftelijke cursussen voor Radiotechnicus, Radiomonteur, Radio-amateur, Filmtechnicus, Studio- en Opnametechnicus,

staan onder leiding van experts op hun terrein. Inlicht. nr. 103S verstrekt

**RADIO INSTITUUT STEEHOUSER**

Graaf Florisstraat 74  
Rotterdam, Tel. 34520

Gevraagd:

- 10 lampvoeten 8 pens zijcontact
- 2 pot. meters 0,5 M.Ohm
- 2 pot. meters 0,25 M.Ohm
- 3 pot. meters 2 M.Ohm
- 7 pot. meters 1 M.Ohm
- 1 pot. meters 0,1 M.Ohm
- 1 pot. meters 75000 Ohm
- 2 Am. buizen 866

Bovenstaande eventueel te ruilen tegen andere artikelen.

W. SANDERS, KERKSTRAAT 28-30,  
GOOR. TEL. 204.

Te koop gevraagd een

## Kathodestraalbuis

Type DG 7 of DG 9

S. OOSTERHUIS  
Woenselschestr. 71  
Eindhoven. Tel. 4067.

### Ronette pickup-elementen

zijn thans vrij regelmatig leverbaar. Prijs f 13.50 bruto.

Hebt U interesse? Vraagt even onze brochure, betreffende deze pickups, aan.

Nog leverbaar eenige

demonstratie-microfoons ad f 18,50  
microfoonkapsels f 12,50 bruto

(Verlaagde prijs, oude vooroorlogse kwaliteit en uitvoering).

RADIOVERKOOPKANTOOR

Van der Vlucht, Javastraat 82, Amsterdam-Oost, telefoon 50346.

### GEVRAAGD

# Radio- monteur

PLM. 20 JAAR, DIPL. GEEN VEREISTE,  
WEL ECHTER EEN BEHOORLIJKE  
DOSIS PRACTISCHE ERVARING,  
ALSMEDE ENIGE ADMINISTRATIEVE  
KENNIS. BRIEVEN ONDER LETTER  
HA AAN BUREAU RADIO EXPRES.

# Radio-Expres

**TIJDSCHRIFT VOOR RADIOTECHNIEK**

**BEDACTIE: 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 1en en 3en Vrijdag van iedere maand. Abonnementprijs f 5.25 p. jaar, of f 2,63 p. halfjaar, voor het binnenland en f 6,30 p. jaar voor het buitenland. Het auteursrecht voor den volledigen inhoud wordt voorbehouden volgens de Wet op het Auteursrecht van 23 Sept. 1912, Sbl. No. 308

## De plaatsbepaling van geluidsbronnen.

Door M. VAN GEELKERKEN.

De productie van normale radioapparaten voor omroepontvangst b.v. ligt momenteel stil. Nieuwigheden op dit gebied blijven uit. Op ander gebied worden de wetten en ervaringen van de radiotechniek echter weer in ruime mate toegepast en verbeterd.

Een belangrijk punt in de huidige oorlogvoering is het plaatsbepalen van vijandelijke schepen en vliegtuigen. Door gebruik te maken van gerichte ontvangst van de door hen voortgebrachte geluiden (bij een schip afkomstig van schroef en scheepsmachines) kan dit geschieden.

Voor koopvaardij schepen is het belangrijk, de plaats van vijandelijke onderzeeërs vast te stellen en omgekeerd voor onderzeeërs de plaats van vijandelijke koopvaardij schepen. Ook het

### ABONNEMENTSGELD TWEDE HALFJAAR.

*De betalingen van het abonnementsgeld over het tweede halfjaar van 1943 verzoeken wij zooveel mogelijk te willen doen door overschrijving op onze postrekening No. 385246.*

plaatsbepalen van vijandelijke vliegtuigen is van belang, o.a. 's avonds en 's nachts als hulpmiddel voor het richten der zoeklichten en het richten van het afweervuur. In dit artikel zullen eenige systemen *principieel* besproken worden.

In fig. 1 zijn 6 microfonen M1 tot en met M6 aangegeven. Bevindt een geluidsbron zich in de richting A dan zullen alle membranen gelijktijdig, dus onderling in phase, reageeren op de water- of luchtverdichtingen en verdunningen, veroorzaakt door de geluidsbron. De primaire en secundaire spanningen van de transformatoren T zullen dan gelijk aan elkaar en tevens in phase zijn. Genoemde spanningen worden versterkt met de versterkers V en brengen daarna de membranen m van de telefonen t in beweging, welke op hun beurt de luchtkolommen in de condensatoren C in trilling brengen. In 't eenvoudigste geval bestaat een dergelijke compensator uit 2 holle buizen (telescopische buizen) welke in elkaar kunnen schuiven. Hierdoor is het mogelijk de lengte van de luchtkolommen in de buizen C te variëren.

De luchttrillingen vinden verder hun weg via de telescopische oorbuizen B

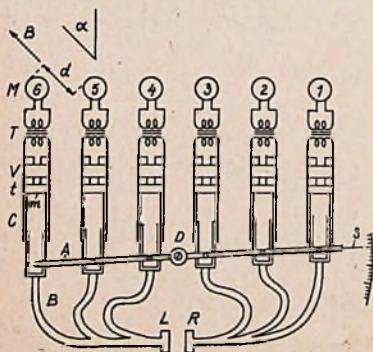


Fig. 1.



(van gelijke lengte) naar de gehoor-schelpen (L voor het linker oor en R voor het rechter oor).

De variabele deelen van de compensatoren zijn alle met de as A verbonden, welke een draaipunt D heeft en een wijzer S, waaronder een schaalverdeling. Door bewegingen van de as A variëren de lengten van de luchtkolommen in de telescopische buizen.

Bevindt de geluidsbron zich in de richting A en hebben de luchtkolommen in de compensatoren gelijke lengte, dan doet het geluid zich voor als recht van voren komend.

Veronderstellen we nu, dat de geluidsbron zich bevindt in de richting B, dan wordt M6 eerder door geluidsgolven getroffen dan M5; M5 eerder dan M4 enz. De microfoon M1 ontvangt de geluidsgolf het laatste. Hierdoor zijn de spanningen afgegeven door de transformatoren T niet meer in phase, waardoor de trilplaten van de telefonen t eveneens niet meer in phase zullen zijn. Bij gelijke lengte van de telescopische buizen interfereeren de trillingen in de stethoscopische buizen B en er wordt geen maximum geluid gehoord. Het geluid doet zich voor als komend van links.

Worden de microfonen zoo gedraaid, dat hun verbindingslijn loodrecht staat op de richting, waarin de geluidsbron zich bevindt, dan wordt weer maximale geluidsterkte waargenomen.

Een andere methode, welke toegepast kan worden, is het bewegen van de as A, zoodanig dat de telescopische buizen rechts verkort en links verlengd worden. Hierdoor wordt de noodzakelijke vertraging in tijd verkregen. De niet in phase zijnde trillingen van de telefoonmembranen verlaten dan de compensatoren C in phase en bereiken het rechter- en linker-oor gelijktijdig. Het geluid maakt dan den indruk als voor beide ooren gecentreerd te zijn. Zijn de microfonen onbeweeglijk in den scheepswand gebouwd, dan komt 't systeem met instelbare compensatoren in de eerste plaats in aanmerking.

De voortplantingssnelheid in lucht is 330 en in water 1440 meter per seconde. De afstand tusschen M5 en M6, gerekend vanuit geluidsbron B, bedraagt d. (fig. 1). Nemen we aan, dat de compensatoren met lucht gevuld zijn, dan zal een verlenging van C<sub>0</sub> t.o.v. C<sub>0</sub> met

$\frac{330}{1440} \times d$  de trillingen weer in phase brengen. Door een passende ijking van de schaalverdeling kan dus hoek  $\alpha$  bepaald worden.

Inplaats van de luchtcompensatoren met telescopische buizen kunnen o.a. luchtruimten toegepast worden waarin zich een aantal van groeven voorzienen platen bevinden. Door draaiing van deze platen worden de luchtwegen gewijzigd.

In de modernere apparaten is het gebruikelijk, inplaats van met luchtcompensatoren, langs electrischen weg de vereischte tijdsvertragingen te verkrijgen en wel door middel van C-L filters.

De microfonen worden zoo vervaardigd en uitgekozen, dat zij gelijke gevoeligheid en tijdconstante bezitten. De microfoonomhulselts mogen ook geen ongelijke tijdconstante veroorzaken. De eisch van gelijke tijdconstante geldt verder voor alle overige gebruikte onderdeelen, zooals transformatoren, versterkers, telefonen en leidingen. Het verkrijgen van gelijke tijdconstanten voor de onderdeelen kan overigens met de bekende C en L middelen bereikt worden.

Het toepassen van een aantal microfonen levert behalve een nauwkeurige richtingsbepaling ook het voordeel van een grootere werkingssfeer. Behalve voor richtingsbepaling kan de inrichting ook aangewend worden voor selecteering van geluiden. Een gewenscht geluid kan men b.v. bevoorrechten t.o.v. een ongewenscht geluid.

De bovenbeschreven inrichting is dubbelzinnig; d.w.z. zonder meer kan niet bepaald worden of een geluid uit b.v. het Z.O. of uit het N.W. komt. Om deze moeilijkheid te ontgaan, wordt gewoon-

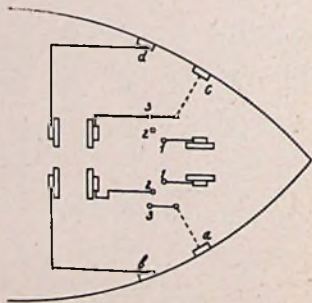


Fig. 2.

lijk aan de andere zijde van den scheepswand eveneens een stelsel microfonen gemonteerd, zooals in vereenvoudigden vorm (met weglating van microfonen, versterkers, compensatoren enz.) in figuur 2 is aangegeven. Staat de schakelaar in stand 1 dan worden de microfonen a en c gebruikt, waardoor bepaald wordt of de geluidsbron zich aan stuur- of aan bakhoorzijde bevindt. Dit is de z.g. schaduwmethode. Met deze methode kan de geluidsbron altijd binnen een nauwkeurigheid van ongeveer  $15^\circ$  bepaald worden, wat ruim voldoende is om een fout in aflezing van  $180^\circ$  te voorkomen.

Voor de nauwkeuriger waarneming van het geluid wordt de schakelaar in stand 2 (bakboord) of 3 (stuurboord) gezet, waardoor de microfoonstelsels a b of c-d in bedrijf komen. De waarneming hiermede wordt de binaurale methode genoemd. De richtingbepaling van de geluidsbron vindt nu weer plaats door middel van het instellen van compensatoren. Met deze methode kan de richting met een nauwkeurigheid van ongeveer  $4^\circ$  bepaald worden; door het toepassen van diverse verfijningen nog nauwkeuriger.

Door het toepassen van meer schakelaars op 1 as kunnen de 6 telefonen, die in fig. 2 worden aangegeven, beperkt worden tot 2 stuks.

De in fig. 1 aangegeven luchtcompensatoren zijn in de modernste inrichtingen vervangen door elektrische compensatoren. Dit zijn filterketens met instelbare C en L waarden, waardoor op de

bekende wijze de verlangde voor- of na-ijling van stroom of spanning verkregen wordt.

Fig. 3 geeft een *principieele* opstelling van 4 microfonen (in de praktijk worden er meer toegepast) met elektrische compensatoren. Elke microfoon is via een schakelaar verbonden aan een kettingleider. Elke kettingleider bestaat uit een even groot aantal schakels. De schakels van elken kettingleider zijn onderling gelijk. De onderling gelijke schakels van één kettingleider wijken echter af van de schakels van de overige kettingleiders. Bij 4 microfonen heeft men dus 4 soorten schakels. De vertraging van microfoon 4 kan hier gelijk aan 0 zijn. De verschillen in deze schakels worden overigens bepaald door den onderlingen afstand van de microfonen 1, 2, 3 en 4. In fig. 3 verhouden de afstanden van de microfonen 1—4, 2—4 en 3—4 zich als 3 : 2 : 1. In de praktijk wordt een aanmerkelijk grooter aantal schakels toegepast dan in fig. 3 aangegeven. De vertragingstijden van de schakels van de kettingsleiders III, II en I verhouden zich niet als 1 : 1 : 1 maar ongeveer als 1 : 2 : 3. De maximaal verkrijgbare tijdsvertraging neemt van kettingleider tot kettingleider toe of af. Door deze uitvoering verkrijgt men een belangrijke besparing in schakels en dus ook in materiaal. De contacten a, b, c en d zijn met elkaar gekoppeld waardoor steeds een gelijk aantal schakels per kettingleider wordt ingeschakeld.

De waarneming met gehoorschelpen is niet zoo nauwkeurig, aangezien hierbij een individueele factor (de persoon van den waarnemer) wordt ingevoegd. Op elektrische wijze is het mogelijk deze waarnemingen belangrijk nauwkeuriger uit te voeren.

Fig. 4 geeft een principieele schakeling van een dergelijke inrichting. De aansluitingen A en B zijn vergelijkbaar met de gehoorschelpen van fig. 1. en zijn aangesloten gedacht op *electrische* compensatoren. Zijn de filters juist ingesteld, dan zijn de spanningen A en B gelijk. De versterkers en detectoren hebben gelijke versterker- en detectie-karakteristieken. Bij juist ingestelde filters worden de gelijkspanningen op de roosters van de twee geteekende trioden dus eveneens gelijk. In laatstgenoemd geval zijn de anodespanningen van deze lampen gelijk en zal er geen stroom door meter G loopen. De wijzer blijft op 0

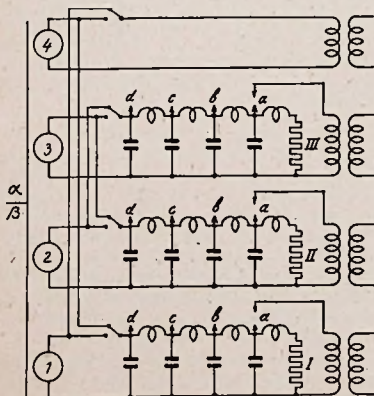


Fig. 3.

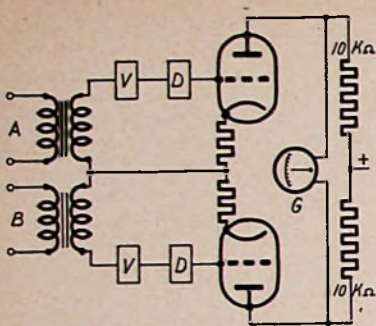


Fig. 4.

(het midden van de schaal) staan. Is echter spanning A groter dan spanning B dan wordt de negatieve gelijkspanning op het rooster van de bovenste triode eveneens groter waardoor de anodespanning van deze triode stijgt. Het gevolg is, dat er stroom gaat lopen door meter G, waardoor een uitslag naar rechts volgt. Door naregeling van de filters kan de wijzer weer in het midden van de schaal gebracht worden. Door een passende ijking van de filtervariatie kan de hoek bepaald worden, waaronder het geluid de microfoonopstelling treft.

Bij onderzeeërs is de richtingsbepaling „naar voren” het belangrijkste. Plaatst men het microfoonstelsel aan bakboord of stuurboord dan valt „naar voren” samen met het gedeelte, waarin de richtingsbepaling het onnauwkeurigst is. Met figuur 5 is dit aan te toonen. De microfonen bevinden zich in de punten A en B. Komt het geluid uit de richting

I dan zijn er geen vertragingsschakels ingeschakeld aangezien de microfonen gelijktijdig door het geluid getroffen worden. Komt het geluid daarna uit de richting II (verschil is  $20^\circ$  met geluidsrichting I) dan is het geluid pas in C wanneer B reeds getroffen is. Het stuk CA is dus een maat voor het aantal in te schakelen vertragingsschakels.

Veronderstellen we nu het geluid komende uit de richting III dan is AB een maat voor het benodigde aantal vertragingsschakels. Voor de richting IV (verschil is  $20^\circ$  met geluidsrichting III) vormt het stuk AD een maat voor het aantal benodigde vertragingsschakels. Het verschil tusschen AB en AD is slechts gelijk aan DE. Aangezien AC belangrijk groter is dan DE, zullen richtingsveranderingen in de buurt van richting III belangrijk onnauwkeuriger vastgesteld kunnen worden dan richtingsveranderingen in de buurt van richting I.

Bij onderzeeërs valt de richtingsbepaling „naar voren” nu samen met richting III. Om dit bezwaar te ontgaan, wordt het microfoonstelsel buiten den onderzeeër gebracht. De microfonen zijn in één lijn gemonteerd op een drager, een staaf, welke een stand inneemt evenwijdig aan het zeeoppervlak. Deze staaf kan vanuit den onderzeeër gedraaid worden in een horizontaal vlak en wel in 6 trappen van elk  $60^\circ$ . Bij de richtingsbepaling gaat men nu zoo te werk, dat de staaf en dus de verbindingslijn van de microfonen nagenoeg loodrecht op de geluidsrichting komt te staan. De overige richtingsbepaling vindt plaats door het afregelen van filters. Het draaien van de microfonen in stappen van  $60^\circ$  kan als grofregeling worden beschouwd en de aanwijzingen van de filterinstellingen dienen als fijnregeling van de richtingsbepaling.

Zonder meer is ook deze inrichting dubbelzinnig. Door voor de microfonen typen te nemen met niet-cirkelvormige karakteristiek kan dit echter voorkomen worden. De denkbeeldige lijn, welke de microfonen verbindt, kan zich verplaatsen door draaiing van den microfoon-drager. Hetzelfde kan echter verkregen worden door inrichtingen, waardoor de microfonen ten opzichte van elkaar verschoven worden. Overigens is het niet bepaald noodzakelijk, dat de microfonen op één lijn staan opgesteld. Ook met opstellingen volgens andere geometrische figuren kunnen richtingsbepalingen

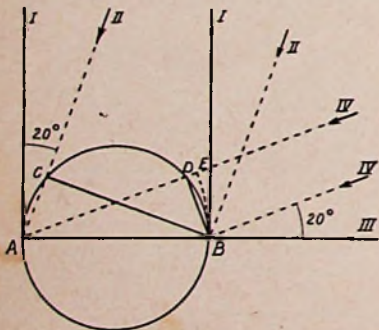


Fig. 5.



verkregen worden. De onderlinge afstanden der microfonen worden dan door middel van C- en L-waarden verrekend.

Wij men zeer groote werkingssferen bereiken, dan is het van belang de microfoonstelsels vrij te maken van de storende geluiden der scheepsmachines en andere ongewenschte geluiden, dus vrij te maken van den scheepswand. Men gaat er dan toe over, het microfoonstelsel onder te brengen in een z.g. „Aal” en deze „Aal” op een afstand van een paar honderd meter achter het schip aan te sleepen. Fig. 6 geeft een beeld van een dergelijke inrichting. De lengte bedraagt gewoonlijk 4 à 5 meter, de doorsnede 10 à 15 cm. De Aal wordt getrokken door een kabel, welke eveneens de microfoonleidingen bevat. De bovenste staartvin is met lucht gevuld, de onderste vin is bezwaard. Dit belet de Aal, te duikelen of zich om zijn as



Fig. 6.

te wentelen. Dit laatste zou vernieling van de kabel tot gevolg hebben. Het soortelijk gewicht is, mede in verband met kabellengte en sleepsnelheid, zoo gekozen, dat de Aal in het water zweeft. Overigens is alles in stroomlijnvorm gehouden om het optreden van bijgeluiden door waterwervelingen te voorkomen. Het lichaam van de Aal bestaat practisch alleen uit een soepele buis van rubber, waarin b.v. een 12-tal ronde microfonen zijn ingeklemd. De onderlinge afstand van de microfonen bedraagt  $\pm 20$  cm. De ruimte tusschen de microfonen is gevuld met water. De rubberbuis heeft een zoodanige samenstelling, dat deze geen beletsel voor de geluidstrillingen binnen en buiten de Aal vormt. De geluidstrillingen bereiken de membranen dan ook zonder verteekening.

Behalve dat het rubberlichaam het karakter van het geluid niet wijzigt, is het vrij van hinderlijke resonanties. Door zijn groote buigzaamheid kan de Aal ook snelle wendingen goed volgen zoodat „gieren” nooit optreedt. Gieren zou het optreden van hinderlijke bijgeluiden beteekenen. Het is dan ook mogelijk 2 Aalen met een onderlingen afstand van b.v. 2 meter, ook bij wendingen volkomen evenwijdig aan elkaar te sleepen.

Met opzet worden de resonanties van de microfoonmembranen hoog gelegd, aangezien een scheepsschroef betrekkelijk veel hoge frequenties produceert. (Zelfs tot ver in het onhoorbare gebied toe!). De scheepsschroef veroorzaakt tijdens zijn werk luchtledige ruimten en bij het samenklappen van deze ruimten ontstaan geluiden met een zeer breed frequentiespectrum. Het z.g. „watergeruisch” bestaat hoofdzakelijk uit lage frequenties.

De gesleepte Aal heeft zijn basislijn parallel met de scheepskiel, waardoor het met een passend geijkten compensator mogelijk is, de richting van het geluid te bepalen. Met één enkele Aal is bij gebruik van microfonen met cirkelvormige richtkarakteristiek de waarneming wederom dubbelzinnig, zoodat een fout van  $180^\circ$  in richtingsbepaling mogelijk is. Door het sleepen van 2 Aalen naast of achter elkaar kan dat voorkomen worden.

Het sleepen van 2 Aalen op grooten afstand achter elkaar scheidt de mogelijkheid, een driehoeksmeting te doen, waardoor tevens de afstand tot de geluidsbron bekend wordt.  
Zomer 1943.

Ultra Schall Labor  
Sonder Labor 25  
Müggelturm  
Berlin-Köpenick.

## Meting van toonfrequenties met de brug van Wien

In den jaargang 1939 van ons blad (Nos. 18 en 23) hebben wij een beschrijving en beschouwing geven over de brug van Wien, waarvan het principeschema nogmaals in fig. 1 is aangegeven. Het ging toen hoofdzakelijk om het gebruik als fluitfilter, n.l. om bij zwevingsont-

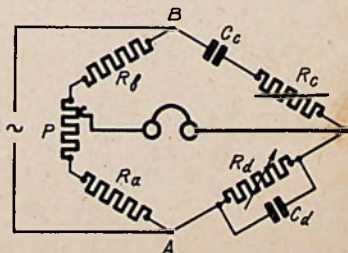


Fig. 1.

vangst van ongedempte telegrafiezenders den toon der signalen van een storenden zender te kunnen verzwakken, terwijl de toon der signalen van den zender, waarnaar men luistert, blijft doorkomen.

De eigenschap der schakeling, dat men er één hoorbare frequentie, bepaald door de instelling der weerstanden  $R_c$  en  $R_d$ , mede kan onderzoeken, maakt er tevens een meet-inrichting voor hoorbare frequenties, die *boven* de grens van ons gehoor liggen, wanneer men in plaats van een telefoon een gevoelig meetinstrument voor wisselspanningen gebruikt.

Voor de practische hanteering van de brug is het de bedoeling, dat  $R_c$  en  $R_d$  onderling gelijke en op één as geplaatste variabele weerstanden zijn, die in alle standen zooveel mogelijk aan elkaar gelijk blijven, terwijl  $C_c$  en  $C_d$  onderling gelijke condensatoren zijn. Wanneer dan  $R_c = 2R_d$  maakt, is de frequentie, waarvoor de telefoon spanningsloos wordt, bepaald door

$$f = \frac{1}{2\pi R_c C_c},$$

waarin  $R_c = R_d$  in ohms en  $C_c = C_d$  in farads is uitgedrukt.

Wij hebben er destijds op gewezen, dat voor het brugevenwicht niet alleen de verhouding der impedanties moet kloppen, maar ook de faseverhouding.

Daarop terugkomende, wordt ons thans door een lezer gevraagd wat in dit verband de functie is van het weerstandje  $P$ . Is dit weerstandje, zoo luidde de vraag, enkel een hulpmiddel om eens en voor goed precies  $R_c = 2R_d$  in te stellen, of kan het dienst doen om in het algemeen kleine afwijkingen in de waarden der onderdeelen te compenseren? En als dit laatste het geval is, waarborgt het dan scherpe instelling, ook wanneer men voor de brug niet bepaald precisie-onderdeelen heeft kunnen toepassen?

Om deze vraag te beantwoorden, moeten wij de evenwichtsvoorwaarden voor de brug wat meer in het algemeen onderzoeken, dus uitgaan van de gedachte, dat  $R_c$  niet geheel gelijk is aan  $R_d$  en  $C_c$  niet geheel gelijk aan  $C_d$ , terwijl de impedantieverhouding ook niet precies 2 zal wezen, maar een door het instellen van  $P$  ontstaande waarde  $q$

die van 2 kan afwijken. Wij moeten dan nagaan, in hoeverre wij kunnen geraken tot

$$R_c - j \frac{1}{\omega C_c} = q \frac{1 - j R_d \frac{1}{\omega C_d}}{R_d - j \frac{1}{\omega C_d}}$$

of

$$R_c R_d \frac{1}{\omega^2 C_c C_d} - j R_c \frac{1}{\omega C_d} - j R_d \frac{1}{\omega C_c} = -j q R_d \frac{1}{\omega C_d}$$

Aan deze gelijkheid zal voldaan kunnen worden, wanneer zij zoowel voor de reële als voor de imaginaire termen afzonderlijk kan worden vervuld, dus als

$$\frac{R_c}{\omega C_d} + \frac{R_d}{\omega C_c} = q \frac{R_d}{\omega C_d},$$

waaruit:  $q = \frac{R_c}{R_d} + \frac{C_d}{C_c}$ ;

en

$$R_c R_d = \frac{1}{\omega^2 C_c C_d}$$

waaruit:  $\omega = \sqrt{\frac{1}{R_c R_d C_c C_d}}$

De gevolgtrekking, die hieruit voor de beantwoording der gestelde vraag valt te maken, is deze, dat met ongelijke  $R$ 's en  $C$ 's in de brug, door het instellen eener van 2 afwijkende verhouding  $q$  met behulp van weerstand  $P$  toch werkelijk volkomen evenwicht kan worden verkregen.

Weerstand  $P$  dient dus *niet* om eens en voorgoed precies de verhouding 2 in te stellen, maar om ondanks afwijkingen in de waarden der onderdeelen niettemin een goede nulinstelling voor de brug te kunnen verkrijgen.

Dit wil intusschen niet zeggen, dat men van de als regel aangenomen gelijkheid der onderdeelen en van de daarmee samhangende verhouding 2 voor de impedantiewaarden met een gerust hart willekeurig zou kunnen afwijken. *De scherpte der instelling* hangt toch niet alleen af van het bereiken eener zoo absoluut mogelijke nulinstelling voor de ééne frequentie, maar mede van de vraag of voor nevenliggende frequen-



ties de aan den telefoon- (of meter-) tak optredende spanning weer spoedig bij het doordraaien aanzienlijk van nul gaat afwijken. Met andere woorden: ook een *absolute* nulinstelling zou toch nog een „vlakke” instelling kunnen blijken, wanneer de spanning over een breed frequentiebereik nagenoeg nul zou *blijven*. Uit dat oogpunt blijft de brug met gelijke R's en C's en met de verhouding 2 de voorkeur verdienen.

\* \* \*

Wil men de brug voor frequentie-metingen gebruiken, dan kan men als nulinstrument beter een gelijkrichter-meter als nulindicator toepassen dan een telefoon. Op het gehoor is een nulpunt, dat in de praktijk toch ook nog eenigszins onvolkomen zal blijken, lang niet zoo nauwkeurig te bepalen als de minimum-uitslag van een voltmeter.

Voor dit doel voldoet een gelijkrichter-meter met een uit een Graetz'sche schakeling bestaande meetcel (Westinghouse bijv.) veel beter dan de meest gebruikelijke lampvoltmeters.

Om te reageeren op de spanningen van de meest voorkomende toongeneratoren (hoogstens enkele volts) dient het met de meetcel verbonden gelijkstroom-instrument evenwel behoorlijk gevoelig te zijn, bijv. een meter met 0,1 mA volten uitslag. Om onverhoedsche overbelastingen van cel en instrument te voorkomen, is het nuttig, aan de cel een voorschakelweerstand te geven van 15000 à 20000 ohm met een kortsluitinrichting met drukknop om bij het naderen tot de nulinstelling van de brug even op hoogste gevoeligheid te kunnen overgaan.

Heeft men een betrouwbaar geijkten toongenerator, dan kan men daárop natuurlijk de frequentie-meetinrichting weer ijkten.

Dit brengt ons intusschen tot de bespreking van een tweede ons gestelde vraag, n.l. hoe men de ijkting van een toongenerator, ook boven het gebied van hoorbaarheid voor ons gehoor, kan voortzetten. Hiernaar werd ons gevraagd in verband met het artikeltje in R.-E. No. 8, waar de ijkting in het goed hoorbare gebied met behulp van de c e g c-tonenreeks werd aangeroerd. Het aardige is, dat men — ook wanneer men de ijktingen geheel zelf moet uitvoeren — den toongenerator en de brug van Wien voor wederkeerige ijkting kan gebruiken.

Wij zullen trachten dit in het hier volgende in het kort duidelijk te maken.

De ijkting van den toongenerator in het goed hoorbare gebied voert men uit zooals in No. 8 is aangegeven, dus met de netfrequentie van 50 Hz als basis en verder op het gehoor tot 6000 à 8000 Hz. Die ijkting kan men dus tot aan de genoemde grens gewoon op de brug van Wien overnemen.

Bij wijze van voorbeeld kunnen wij ons een brug denken, samengesteld uit de volgende onderdeelen:  $R_a = 2000 \Omega$ ,  $R_b = 1000 \Omega$ ,  $P = 400 \Omega$  potentiometer,  $R_c = R_d = 10000 \Omega$ , variabel op één as,  $C_e = C_a = 0,5 \mu F$ .

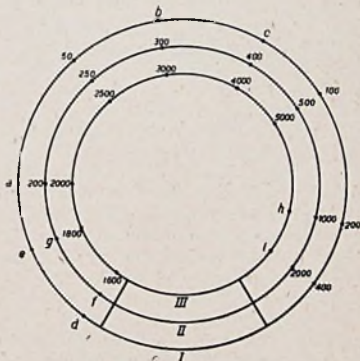


Fig. 2.

In het bereik, dat men hiermede verkrijgt, valt de 50 Hz van het lichtnet, terwijl men verder ook 100, 200 en 400 Hz kan overnemen van de ijkting van den toongenerator. In de hierbij gevoegde figuur 2 vindt men een afbeelding der schaal van een Wiensche brug, waarop in bereik I de zooeven genoemde ijkpunten zijn ingeteekend.

Wanneer nu een tweede meetbereik op de brug is aangebracht met twee condensatoren van  $0,1 \mu F$ , dan zal men in dat bereik II van den toongenerator ijkpunten kunnen overnemen voor bijv. 200, 250, 300, 400, 500, 1000 en 2000 Hz. Over de geheele schaal vallen deze ijkpunten samen met die voor 5 x lagere frequenties in bereik I. Met behulp van het ijkpunt voor 200 Hz in bereik II vinden wij daardoor bij a het punt voor 40 Hz in bereik I, verder ook b voor 60 Hz en c voor 80 Hz.

Heeft men nog een derde bereik met bijv. C's van  $0,01 \mu F$ , dan kan men in

het goed hoorbare gebied voor de schaal III ijkpunten van den toongenerator overnemen tusschen 1600 en bijv. 5000 Hz, zooals de figuur ook laat zien. Deze frequenties zijn het 10-voud van die op schaal II en het 50-voud van die op schaal I. Daardoor kunnen wij nu bijv. ook gaan invullen de punten d en e voor 32 en 36 Hz op schaal I, alsmede f en g voor 160 en 180 Hz op schaal II. Maar omgekeerd kunnen wij, uit de reeds gevonden hoogste ijkpunten der schalen I en II, op III ook de punten h en i voor 10000 en 20000 Hz invullen.

Zoo vinden we zoowel in het gebied der zeer hoge als in dat der zeer lage tonen ijkpunten op de brug voor frequenties, waarvoor we nog geen ijkingen hadden op de schaal van den toongenerator. En dus kunnen we nu omgekeerd met behulp van de brug de ijkling van den toongenerator uitbreiden.

Natuurlijk behoeft men zich niet tot de opgenoemde ijkpunten te bepalen. Wij wilden slechts het principe aanduiden, waarnaar men te werk kan gaan. In de praktijk doet zich daarbij de moeilijkheid voor, dat men er niet in zal slagen, condensatoren van zoo preciese waarden te vinden, dat men voor de frequentieverhoudingen van de verschillende bereiken zoo mooie, ronde getallen krijgt als 5 en 10. Daardoor wordt de toepassing van het principe wel wat lastiger. Men zal uit de ijkpunten in de drie meetbereiken, die men van den toongenerator overneemt, eerst de verhoudingen moeten berekenen. Wanneer nu echter bijv. 50, 250 en 2500 Hz niet precies in één lijn op de drie schalen komen te liggen — en evenzoo voor andere ijkpunten in de drie bereiken — moet men gaan **schatten**, welke de frequenties zijn, die op de andere schalen precies samenvallen met ijkpunten van één der schalen.

In dit geval — en dat is hetgeen zich practisch steeds zal voordoen — is het van veel belang, wanneer uit de plaats der ijkpunten binnen elk der bereiken afzonderlijk blijkt, dat de weerstand-variantie inderdaad regelmatig verloopt. Wanneer beide weerstanden bij draaiing over gelijk aantal graden inderdaad steeds evenveel varieeren, kan men met slechts één goed vastgelegd ijkpunt binnen elk der bereiken de schalen wel geheel **berekenen**. Licht het ijkpunt voor 50 Hz dan bijv. op  $191^\circ$  vanaf het eind-

punt B der schaal, dan ligt dat voor 100 Hz op  $191^\circ : 2 = 95,5^\circ$ , enz., in het algemeen voor een n maal hogere frequentie op  $1/n$  van het aantal graden vanaf het eindpunt. Om daarop af te gaan, dient men zich echter eerst wel goed te overtuigen, dat voor een aantal experimenteel bepaalde ijkpunten deze rekening inderdaad opgaat.

Als juiste ijkpunten zijn die te beschouwen, waarbij na instelling van den potentiometer P een nagenoeg absoluut spanningsminimum wordt verkregen. Zijn de gebezigde variabele weerstanden werkelijk van goede kwaliteit, dan zal de instelling van P voor een geheel meetbereik constant blijven.

De voornaamste oorzaak van onvolkomen nulpunt bij het instellen van de brug is gelegen in niet voldoende non-inductief zijn van de condensatoren en weerstanden.

C.

---

## Nederlandsche omroep

Het bericht in ons vorig nummer vereischt een rectificatie.

Sedert 1 Juni is het programma van Hilversum I het eenige per radio uitgezonden Nederlandsche programma en wel op golflengte 415 m.

De zender op golflengte 301 m geeft geen programma van den Nederlandschen Omroep meer. Een „programma Hilversum II” wordt alleen nog doorgegeven aan de radiocentrales, die een lijnverbinding hebben met de studio's, op werkdagen vanaf 17.30 uur, des Zondags vanaf 10 uur 's morgens.

---

Verantwoordelijk Redacteur: J. Corver te Hilversum.

Verantwoordelijk voor de advertenties: H. D. de Boer te Rotterdam.

Uitgever: Uitgeversonderneming Radiopers, Hoyledesingel 15, Hillegersberg.

Drukker: N.V. de Ned. Boek- en Steendrukkerij v.h. H. L. Smits, Westeinde 135, Den Haag.

Verschijnt twee maal per maand. Abonnementsprijs f 2.63 per halfjaar. Prijs per nummer f 0.31. P. 1471/1.



## Instrumentmakerij of metaalwarenfabriekje

ter overname gevraagd, desnoods alleen gedurende de oorlog. Weinig of geen machines geen bezwaar. Met inschrijvingsnummers rijksbureaux. Indien gewenst kan tegenwoordige eigenaar, indien vakman leidende positie krijgen. Brieven onder letter PA aan het bureau van dit blad.

## Kunt U ons leveren

puntlasapparaat, instrumentmakers-draaibank, transformator-wikkelmachine, eenvoudige fraismachine onder 100 kg. Brieven onder letter PB aan het bureau van dit blad.

*Aan het Bureau van Radio-Expres  
Hoyledesingel 15 - Hillegersberg*

Ondergeteekende: .....

wenst zich ingaande ..... te abonneeren op  
het Tijdschrift voor Radiotechniek „Radio-Expres”.

Het abonnementsgeld, ten bedrage van f 5,25 voor 12 maanden of f 2,63 voor 6 maanden wordt heden overgemaakt aan de administratie van Radio-Expres door storting of overschrijving op postrekening Nr. 385246, ten name van Radio-Expres.

Onderteekening: .....