

RADIO EXPRES

TIJDSCHRIFT VOOR RADIOTECHNIEK

In dit nummer: Eenvoudige schakeling voor het meten van willekeurige impedanties. - De Boucherot-schakeling. - Nieuwe grammofoonplaten met minder geruisch. - Waarom wordt een weerstand warm en een condensator niet? - Als de eindlamp „op” raakt.



Gestigd 1918

DE RADIO- TECHNIEK

is een onmisbare schakel in de keten die het na-oorlogsche 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, Radioamateur, Filmtechnicus, Studio- en Opnametechnicus,

staan onder leiding van experts op hun terrein. Inlicht. nr. 1035 verstrekt

RADIO INSTITUUT STEEHOUEWER

Graaf Florisstraat 74
Rotterdam, Tel. 34520

TE KOOP:

- 1 Wevometer 0-7,5 volt f 30,—
- 1 K.W.U.-meter 4000 omw. 1 kwu. 3 Amp. 220 V (wisselstr.) „ 10,—
- 1 Philips P.S.A. Prim. 220 volt sec. 150-120-100-80-60 en 50 volt 50 mA. z. lamp „ 10,—
- 1 Superheterodyneboek van J. Corver, gebonden „ 4,—
- 1 Geb. uitg.-Laagsp. netten door C. M. Vleugels en A. Klut „ 4,—
- 1 Geb. uitgave Practijk der Hoogspanningstechniek door A. J. Dijker „ 4,—
- 1 Klosje Hawe weerst. dr 7 ohm p. M. \pm 50 meter „ 2,50
- 1 Klosje 2 x katoen 0,9 mm wikeldr. \pm 1,5 pond „ 1,50
- 1 Philips schakelaar 2 secties p. sec. 4 moedercont. 2 standen „ 2,—
- 1 uitgangstranf. voor penthode sec. hoog- en laagohmig „ 4,—
- 1 Telefonken lamp E.R.604 gebruikt 12 Watt (prima) „ 4,—
- 1 Transf. blikvouwkernel Prim. 220 volt sec. 2X500-550-600-700 volt 200 mA. 4X7.5 volt 3 Amp./4 volt 8 Amp. gewicht \pm 20 K.G. „ 15,—

Radio Techn. Bureau Westerkwartier
GROOTEGAST A250, GRONINGEN

Ronette pickup-elementen

zijn thans vrij regelmatig leverbaar. Prijs f 11,25 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 vooroorlogsche kwaliteit en uitvoering).

RADIOVERKOOPKANTOOR

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

GEREGELD

alle typen gevoelige draaispoelmeters in voorraad, 30 à 40 mm.-schaal vanaf f 20,—;

100 à 150 mm.-schaal vanaf f 50,—;

Weston type 425 thermogalvanometer 0-155 mA a.c. (speciaal voor radiofreq.) f 50,—;

universeele gelijkstroomm. 400 40 0,4 mA 0,4 4 12 40 120 400 volt f 75.—.

L. SICKING

BREDASEWEG 363 - TEL. 5362
TILBURG

Radio-Expres

TIJDSCHRIFT VOOR RADIOTECHNIEK

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

Redactie en Administratie: Hoylelesingel 15, Hillegersberg

Telefoon No. 47330 - Postgирorekening 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 volledige inhoud wordt voorbehouden volgens de Wet op het Auteursrecht van 23 Sept. 1912, Stbl. No. 308

Een eenvoudige schakeling voor het meten van willekeurige impedanties

Van wien de hieronder beschreven schakeling afkomstig is, is niet met zekerheid bekend. Heel lang geleden werd er een meetapparaat in den handel gebracht door Tinsley waarin deze schakeling werd toegepast.

Aanspraak op groote nauwkeurigheid maakt deze methode niet, maar de buitengewone eenvoudigheid maakt het systeem toch wel heel aantrekkelijk. Vooral voor het meten van luidsprekerimpedanties is de methode heel geschikt. Hierbij heeft het ook geen zin de impedantie op een paar procent nauwkeurig te willen opgeven omdat deze toch vrij sterk van de frequentie afhangt.

Het is, zelfs bij bekende fabrikaten van luidsprekers, heelemaal geen uitzondering, dat men waarden voor de impedantie meet, die 30 tot 40 % verschillen van wat wordt opgegeven.

Als men heel lage frequenties buiten beschouwing laat, dan vertoont de impedantie van de meeste luidsprekers een minimum waarde ergens in het gebied van 300 tot 800 Hz.

Dat minimum is vrij vlak en het is gebruikelijk, onder „de” impedantie die minimum waarde te verstaan.

Naar de lage frequenties (80 à 100 Hz) neemt de impedantie meestal vrij sterk toe en naar de hoge eveneens.

Wij hebben dikwijls geconstateerd, dat voor een luidspreker met een bepaalden transformator bijvoorbeeld werd opgegeven „250 Ω ” en dat bij nameting de impedantie nergens onder de 350 Ω kwam. Gaat men nu in zoo'n geval klak-

keloos aannemen dat de opgave van den fabrikant wel juist zal zijn, en daarop dus de aanpassing aan een versterker baseeren, dan krijgt men lang niet het vermogen dat mogelijk zou zijn geweest. Het is eigenlijk wel beschamend voor groote luidsprekerfabrieken, dat ze dergelijke fouten maken, maar het gebeurt toch werkelijk.

De schakeling van het meetapparaat is geteekend in figuur 1. Hierin stelt Z een willekeurige impedantie voor, dus bijvoorbeeld een luidspreker, een onbekende condensator of iets dergelijks, en R_1 is een variabele weerstand, die gelijk moet worden gemaakt aan de grootte van de impedantie Z. Bij de keuze van R_1 moet men dus al ongeveer weten in welke orde van grootte Z ligt.

Op den transformator T zijn w_1 en w_2 twee gelijke aantallen windingen, waarvan de reactantie klein moet zijn t.o.v. Z en dus ook van R_1 . Dit is nu het

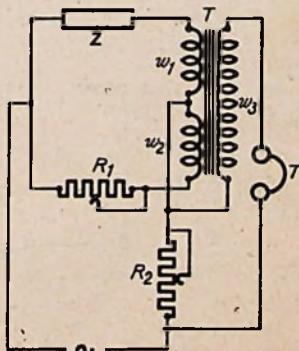


Fig. 1.

zwakke punt van de methode, dat de uitkomst alleen behoorlijk nauwkeurig juist is, wanneer en zolang men mag aannemen dat dit het geval is. Men kan aan die voorwaarde voldoen door voor w_1 en w_2 maar kleine aantallen windingen te nemen. De derde wikkeling, w_3 , mag een willekeurig aantal windingen hebben. Een groot aantal is hier gunstig omdat dit de gevoeligheid ten goede komt.

Het transformatortje kan men maken van een ouden laagfrequent transformator door daar de secundaire af te nemen, de primaire te laten zitten, en daaroverheen bijvoorbeeld 2×25 of 2×100 windingen te leggen. Het best wikkelt men daarvoor twee draden tegelijk op, zoodat men zeker weet, dat de windingsgetallen gelijk zijn en dat w_1 en w_2 dezelfde koppeling met w_3 hebben. Bij het doorverbinden van de einden moet men er op letten, wat w_1 en w_2 in den zelfden zin achterelkaar geschakeld zijn.

De theorie van het geval is nu deze. Aannemende dat de reactantie van w_1 en van w_2 klein is t.o.v. Z en R_1 zullen de door w_1 en w_2 vloeiende stroomen aan elkaar gelijk zijn als $R_1 = Z$.

Onder Z wordt hier dan verstaan de absolute grootte van Z met terzijde lating van den fasehoek.

Als de stroomen door Z en R_1 gelijk zijn, dan bestaat er tusschen die twee, die we respectievelijk I_1 en I_2 zullen noemen, een of andere onbekende faseverschuiving, die bepaald wordt door den aard van Z .

Op de kern van den transformator werkt nu een aantal ampèrewindingen $w_1 \cdot I_1$ en een aantal $-w_2 \cdot I_2$. Dat — teeken geeft aan dat de twee stroomen vanaf het middenpunt gezien in tegen-

gestelden zin om de kern loopen.

Deze aantallen ampèrewindingen wekken in de kern ieder een flux op, in figuur 2 aangegeven met Φ_1 en Φ_2 en daarvan is de resulterende flux Φ_t .

Als nu $I_1 = I_2$ gemaakt wordt, dan is ook $\Phi_1 = \Phi_2$ en dan staat Φ_t loodrecht op I_1 .

In w_3 wordt door Φ_t een spanning E_3 opgewekt die weer loodrecht staat op Φ_t , en die dus in fase is met het door I_1 in R_2 veroorzaakte spanningsverlies of in tegenfase daarmee. Die fase-keuze hangt er van af welk eind van w_3 men aan R_2 verbindt. In het eene geval zal men op de telefoon T de som van E_3 en $I_1 \cdot R_2$ krijgen en in het andere geval het verschil. Dit laatste is de bedoeling. In figuur 2 is daarom ook geteekend — E_3 .

Het zal nu duidelijk zijn, dat men door aan R_1 en R_2 te draaien tegelijkertijd kan volhooven aan de voorwaarde $I_1 = I_2$ (dwz. $Z = R_1$) en $E_3 = I_1 \cdot R_2$.

Men zet, om dit te bereiken, eerst R_2 in een willekeurigen stand en zoekt met R_1 een minimum op. Daarna wordt dit minimum verbeterd door verandering van R_2 , daarna weer met R_1 enz. totdat de toon in de telefoon geheel verdwijnt. Hoe groot R_2 moet zijn om deze instelling te verkrijgen, zou men desgewenscht kunnen berekenen uit de gegevens van den transformator en uit den fasehoek van Z . Omgekeerd zou men dan op R_2 den fasehoek kunnen aflezen. Voor het doel waarvoor dit eenvoudige apparaat gebruikt zal worden, heeft dat laatste weinig zin.

De Boucherot-schakeling.

Aanpassing van een luidspreker aan een eindlamp door nauwkerige keuze der transformatieverhouding zou pas volledig het gewenschte effect opleveren, wanneer de luidspreker een zuiveren weerstand vormde, die voor alle frequenties dezelfde bleef. Men weet, dat dit zoo niet is en in R.-E. 1939 No. 13 werd uiteengezet, dat hierdoor vervormingen in de weergave ontstaan.

Tevens werd in het aangehaalde artikel echter gewezen op het gunstige resultaat, dat bereikt kan worden door parallel aan den luidsprekertransformator een serieschakeling van een condensator en een weerstand aan te brengen. Men moet deze R-C-schakeling dan niet als

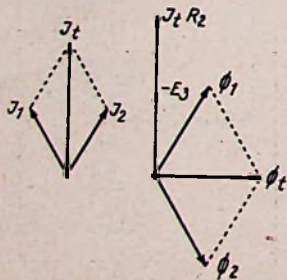


Fig. 2.

„toonfilter” uitvoeren met een *variabelen* weerstand, maar de juiste waarden bepalen en vast instellen. De vraag is, hoe men tot de keuze der juiste waarden kan geraken.

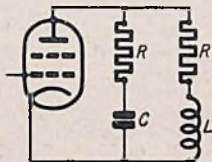
Deze schakeling, die den naam draagt van haar ontdekker Boucherot, berust op de gemakkelijk bewijsbare stelling, dat elke frequentie-afhankelijke impedantie $R + jP$ frequentie-onafhankelijk kan

worden gemaakt door er $R + \frac{1}{jQ}$ aan

parallel te schakelen. Uit de berekening volgt, dat voor frequentie-onafhankelijk-

heid $R^2 = \frac{P}{Q}$ moet worden en dat de

waarde van den Ohmschen weerstand, die dan voor de geheele parallelschakeling overblijft, de waarde van R is.



De Boucherot-schakeling. De R en L van den rechtschen tak stellen de naar de primaire zijde getransformeerde weerstand en zelfinductie van het luidsprekerspoeltje voor. Parallel daarmee liggen de R en C van het Boucherot-filter.

In ons geval is R de naar de primaire zijde van den luidsprekertransformator getransformeerde Ohmsche weerstand van het luidsprekerspoeltje en P de naar de primaire zijde getransformeerde inductieve impedantie van dat spoeltje, de L uitgedrukt in μH , wanneer wij C in μF uitdrukken.

Aangezien de R, die tenslotte overblijft, achter de meeste penthoden 7000 Ω moet worden, is dus eenvoudig de Ohmsche weerstand r van het luidsprekerspoeltje te meten en de transformatieverhouding n zoodanig te kiezen, dat de getransformeerde weerstand $R = n^2 r = 7000 \Omega$ wordt.

Hierna heeft men ook voor de R in het „filter” 7000 Ω te nemen.

Dan blijft alleen nog over de keuze der juiste waarde voor de C, waarbij

$$C = \frac{L_{\text{getr.}}}{R^2}$$

Heeft men een inrichting voor het me-

ten der impedantie van een luidspreker bij verschillende frequenties, dan is nu op eenvoudige wijze C te bepalen. Men kan dit doen door probeeren, n.l. door een hooge frequentie toe te voeren, van bijv. 5000 hertz en verschillende waarden te geven aan de C, totdat ook bij 5000 hertz de impedantie van het geheel weer 7000 ohm wordt.

Men kan ook de luidspreker-impedantie bij 5000 hertz eerst zonder filter meten. Gesteld dat men daarvoor 30000 ohm vindt, dan kan men, als L de getransformeerde zelfinductie voorstelt, de vergelijking opstellen:

$$30000 = \sqrt{7000^2 + (2\pi \cdot 5000)^2 L^2}$$

Daaruit volgt in ons voorbeeld $L =$ ongeveer 900000 μH . Dus

$$C = \frac{900000}{7000^2} = 1/50 \mu\text{F} = 20000 \mu\mu\text{F}$$

Metingen bewijzen, dat inderdaad op dergelijke wijze over een zeer groot frequentiegebied een opvallend goede constantheid van den belastingweerstand voor de eindbuis kan worden verkregen en zeker is, dat men daarmee een belangrijke bron van vervormingen uitschakelt.

Daarentegen is het niet juist om op grond daarvan te verwachten, dat nu ook de gelijkmatigheid der weergave van alle frequenties door den luidspreker op deze wijze evenzeer wordt gediend.

Voor gelijke roosterwisselspanningen, die aan de eindbuis worden toegevoerd, zullen voor alle frequenties gelijke *spanningen* komen aan den luidspreker, waarmee het berekende filter parallel is geschakeld. Voor gelijke roosterwisselspanningen worden dus ook de stromen constant, die door luidspreker + filter gaan. De *stroomverdeling* over den luidspreker, die een zelfinductie bevat en het filter, waarin een capaciteit voorkomt, wordt echter zoodanig, dat het filter een grooter deel van den constant gehouden stroom ontvangt, naar mate de frequentie hooger is. De weergave der hooge frequenties door den luidspreker moet dus afvallen. Dat is dan ook overduidelijk hoorbaar.

De R en C in den filtertak van de Boucherotschakeling vormen dus toch een hooge tonen afsnijnd filter en wanneer men het als een voordeel van een penthode beschouwt, dat die op zichzelf neiging toont om voor gelijke roosterwisselspanningen, voor alle frequenties, den stroom door een luidspre-

ker constant te houden, dan doet de Boucherot-schakeling *dit* voordeel te niet. Maar aangezien men bij het ten volle profiteeren van de eigenschap der penthode als stroombron van constante stroomsterkte bij variabele belasting in het nadeel der vervorming door verstoorte aanpassing vervalt, is het Boucherot-filter toch voor het gehoor een verbetering.

Onjuist is de opvatting, die wij in een Duitsche publicatie erover vonden, als zou de te kiezen grootte voor de C in het Boucherot-filter voor een bepaalde versterkerbuis steeds dezelfde zijn. Zooals uit het bovenopgemerkte over de berekening volgt, wordt alleen de R bepaald door den aanpassingsweerstand voor de buis, dus door het buistype, maar hangt de C af van den luidspreker. En verder moet men *niet* nog weer andere filters aan luidspreker en Boucherotfilter parallel gaan schakelen, aangezien men dan de constant gemaakte aanpassing onherroepelijk weer gaat verstoren.

C.

Nieuwe grammofoonplaten met minder geruisch.

Het naaldgeruisch is één der ernstigste principiële kwalen van de grammofoonplaat. Dit geruisch beperkt niet alleen den toonumfang van hetgeen opgenomen en weergegeven kan worden, maar ook de dynamiek; daaronder verstaat men den omvang der geluidsterkten. In de sterkste passages mogen de slingeren in de groef niet zóó groot worden, dat de naald tot in de vorige of volgende groef terecht zou komen; de grootste toelaatbare sterkte ligt dus voor platen met een bepaalden groefafstand vast; de zwakste passages moeten boven het geruisch blijven uitkomen, zoodat aan die zijde de grens door het geruisch wordt bepaald. En aangezien de grens aan de andere zijde vast ligt, beheerscht het geruisch de geheele verhouding tusschen zwakste en sterkste passages.

Vooraf sedert de invoering der elektrische weergave van grammofoonplaten heeft het vraagstuk der vermindering van het naaldgeruisch velen beziggehouden. Allerlei samenstellingen voor het

platenmateriaal zijn beproefd, maar steeds is men teruggekomen tot de hoofdbestanddeelen:

Leisteenpoeder, schellak, roet en een lichte, vezelige vulstof.

Bij het persen der platen verzamelen de grofkorrelige bestanddeelen zich in het midden, terwijl de korrel naar buiten toe steeds fijner wordt. De „huid” der plaat wordt gevormd door bijna zuivere schellak en direct daaronder komt de lichte vulstof. Alleen door een andere keuze van dit laatste bestanddeel blijkt de ruischsterkte beïnvloed te kunnen worden. Het verwerken van oude platen om er weer nieuwe van te maken, is ongunstig, aangezien bij herhaalde verwerking de grofkorreligheid toeneemt. Verlaging der sterkte van het geruisch door de materiaalkeuze te wijzigen, schijnt echter volgens de ervaring, waarover men beschikt, ook voor normale tijden niet veel meer te beloven.

In de Siemens-laboratoria is men trouwens tot de merkwaardige ontdekking gekomen, dat de *voornaamste bron van het geruisch* niet is te zoeken in het platenmateriaal, maar in de wijze, waarop de persvormen worden vervaardigd, die van de oorspronkelijke opname worden verkregen.

De opname voor de vervaardiging van handels-grammofoonplaten geschiedt, zooals men weet, op een *wasplaat*. Van deze moederplaat moeten stempels worden gemaakt en de eerste stap op den weg daartoe is, dat een electrisch geleidende laag metaal op de gesneden wasplaat wordt aangebracht.

Sedert een jaar of tien wordt hiertoe een systeem van *kathode-verstuiving* toegepast. De wasplaat wordt opgehangen in een ruimte, waarin de lucht tot op $\frac{1}{1000}$ ste mm kwikdruk kan worden verdund; uitgespannen zilverdraden in die ruimte laat men onder invloed eener spanning van 1600 volt verstuiven, waarbij het zilver zich afzet op de wasplaat in een laag, die ongeveer 6 micron (0,006 mm) dik wordt. Bij de verstuiving moet het zilver verdeeld worden tot in de allerkleinste kristalletjes, zóó klein, dat de fijnste buigingen in de gesneden groef worden gevuld en dus een zeer getrouw cliché van de wasplaat ontstaat. Een nadeel van de methode is, dat de glimontlading, waarbij de verstuiving plaats heeft, de wasplaat verwarmt en dat de volledige bedekking met een laag zilver vrij veel tijd kost,

zoodat de weeke wasplaat heel licht door de warmte wordt beschadigd en de uiterste fijnheden van het geluidspoor wegvallen. De grootste uitwijkingen in de groef bedragen toch slechts 70 micron, zoodat bij een dynamiek van 42 decibel de kleinste al beneden 1 micron vallen, dat is in de grootte-orde van reuzenmolekulen. Het zilver, waarmede men den eersten feitelijken „afdruk” van de wasplaat vervaardigt, dient in elk geval wel tien maal fijner verdeeld te zijn dan de afmetingen van de uitwijkingen in de groef, die bij de hoogste op te teekenen frequentie en het zwakste pianissimo voorkomen. Dat wil zeggen, dat men met die verdeeling van het metaal al heel dicht in de buurt moet komen van kristalletjes, die elk uit slechts één molekuul bestaan.

Nu is in de laatste jaren, o.a. bij de fabricage van condensatoren, nog een ander procedé in gebruik gekomen voor het laten ontstaan van zeer dunne deklaagjes van metaal. Hierbij wordt in een ruimte, die tot een zeer hoog vacuum luchtledig is gepompt (1/10000ste mm kwikdruk) het metaal verdampt bij lage elektrische spanning en groote stroomsterkte.

Proeven met het toepassen dezer metalliseeringsmethode op wasplaten voor de grammofoonplaat-fabricage gaven in het Siemens-laboratorium reeds direct, toen men op het idee was gekomen om daarmede te experimenteren, werkelijk veelbelovende resultaten. Het procedé duurt slechts enkele seconden en de wasplaat staat maar gedurende een klein onderdeel van een seconde bloot aan de verwarming door het tot 1200° C verhitte metaal; reeds na dit kleine tijdsverloop is de geheele plaat met een één atoom dikke metaallaag bedekt, die de warmtestraling verder reflecteert.

Ondanks de zeer aanmoedigende eerste resultaten, vertoonden zich evenwel, zooals dit in de techniek meer voorkomt, zekere moeilijkheden toen men het procedé in geregeld bedrijf wilde nemen. De eene soort was had langeren tijd noodig om geheel bedekt te raken dan de andere en een iets te langdurig verblijf van een plaat in den metaaldamp gaf aanleiding tot een sterke vermeerdering van het geruisch.

Aan den eenen kant was het uit industriëel oogpunt gewenscht, meer dan één plaat tegelijk in de metaaldamp-

kamer te kunnen behandelen, maar aan den anderen kant bleek een individueele controle op de afzonderlijke platen absoluut noodig. Men heeft daar dit op gevonden, dat 6 platen *gelijktijdig* in de hoogvacuumkamer worden gezet, maar *achtereenvolgens* aan den metaaldamp blootgesteld; daarbij wordt voor elke plaat afzonderlijk op een meter afgelezen hoe groot de elektrische weerstand is van de gevormde metaallaag; dit blijkt een betrouwbaren maatstaf op te leveren voor de beoordeeling, hoe lang de wasplaat aan den metaaldampneerslag moet worden blootgesteld. Er is ongeveer ½ minuut noodig voor elke plaat, hetgeen neerkomt op hoogstens 3 minuten voor elk zestal platen. Eén man kan in een normalen werkdag gemakkelijk 100 platen behandelen. De hoeveelheid zilver, die voor elke plaat noodig is, bedraagt ongeveer 1 gram. In de vacuumkamer slaat ook op andere plaatsen zilver neer; dat wordt echter elke week bij het schoonmaken van de kamer teruggewonnen.

De nieuwe werkwijze, die door Siemens in samenwerking met de Deutsche Grammophon in exploitatie wordt gebracht, wordt aangeduid als *Siemens zilverprocedé*. De vermindering van het naaldgeruisch wordt nog des te opvallender, omdat het sterkste deel van het stoorspectrum naar een hooger gelegen frequentiegebied is verschoven. Bij de tot dusver gebruikelijke platen lag het bij 5000 à 6000 Hz, terwijl het bij de nieuwe platen naar 9000 à 10000 Hz is verlegd, dat is in een gebied, waarvan de meeste pickups niet veel meer weergeven.

Niet alleen kan men volgens het nieuwe procedé platen vervaardigen, welker dynamiek eenige decibels boven de 42 decibel van de gewone platen ligt, maar ook is de hoogst weergegeven frequentie van 6000 op ongeveer 8500 gekomen.

Voor het volledig profiteren van deze mogelijkheden zijn min of meer belangrijke wijzigingen noodig geworden in de opname-apparatuur en opname-techniek. De opneempickups moesten door nieuwe constructies vervangen worden en ook zijn geheel andere versterkers noodig, die niet alleen voor een grooter frequentiebereik zijn gemaakt, maar ook voor grootere sterkteverschillen; daartoe zijn zij voor een 10-voudig eindvermogen geconstrueerd, ten einde ook de zeer kortstondige spits-amplituden, die bijv.

bij piano-opnamen voorkomen, op de plaat te kunnen brengen. Ook de klankzalen, waarin de opnamen worden gemaakt, stellen nieuwe eischen, wat de demping en den nagalm betreft, die tusschen 300 en 500 Hz eenigszins blijkt te moeten toenemen.

De platen volgens het nieuwe procedé zullen als „Siemens speciaal-platen” in den handel komen. Zij zullen hoofdzakelijk worden gebruikt voor opnamen van klassieke muziek, vooral groot orkest. Voor dansplaten loont de verbetering niet; deze soort van muziek stelt aan het frequentiebereik en aan de dynamiek zooveel minder hoge eischen, dat de gewone platen de natuurgetrouwheid reeds zeer nabij komen. Maar in de weergave eener groote klassieke ouverture of van een opera-uittreksel wordt met de nieuwe platen een voor iedereen goed hoorbare verbetering bereikt. Geringer ruischen, grootere frequentie-omvang, grootere dynamiek, zijn de drie met elkaar samenhangende factoren, die de nieuwe Siemensplaat verheffen boven hetgeen men tot dusver gewend was.

C.

Waarom wordt een weerstand warm en een condensator niet?

Deze vraag wordt ons gesteld naar aanleiding van het stukje van den heer Knoot in R.-E. No. 10 over „Een condensator als voorschakelweerstand”.

Er blijken velerlei misverstanden in verband hiermede te bestaan, ook over het warm worden van weerstanden.

Warmte is een vorm van arbeidsvermogen en om warmte te verwekken, moet arbeidsvermogen worden gebruikt. Wanneer in een elektrische keten warmte wordt ontwikkeld, is dit een teken, dat daar electrisch arbeidsvermogen verloren gaat. Van „verloren gaan” mag men niet spreken, indien — zooals bij een electrische kachel — de warmte-ontwikkeling juist het *doel* was, maar in alle andere gevallen is de ontwikkeling van warmte zuiver verlies.

Ervaring en experiment hebben ons geleerd, dat geleiding van den electrischen stroom steeds met verlies gepaard moet gaan, aangezien stroomdoorgang door Ohmsche weerstanden altijd met warmte-ontwikkeling gepaard gaat en

alle geleiders een zekeren Ohmschen weerstand bezitten. Hier moet opgemerkt worden, dat de mate der *warmte-ontwikkeling* zich niet steeds laat beoordeelen naar de mate van *temperatuur-verhooging*. Wanneer in twee draden gelijke hoeveelheden warmte per seconde worden ontwikkeld, maar één der draden door een stroom koude lucht wordt gekoeld, zal die laatste draad een minder hooge temperatuur aannemen, omdat de warmte ervan door botsende luchtdeeltjes wordt *afgevoerd*. Het gewone spraakgebruik doet ons zeggen, dat de laatste draad „minder warm” wordt dan de eerste; maar in werkelijkheid blijft er evenveel warmte in ontwikkeld worden. Als de weerstand van beide draadeinden dezelfde blijft, blijft ook het verlies aan electrisch arbeidsvermogen in beide gelijk.

Volgens de wet van Ohm wordt de stroom I (ampère) in een draad bepaald door de spanning E (volt) aan het draadgedeelte en den weerstand R (ohm) ervan, volgens de uitdrukking $I = E : R$. Het in den draad in warmte omgezet electrisch vermogen is $E \times I = I^2 \times R$ (watt).

Wordt nu in een schakeling het aanbrenge van een weerstand van bepaalde waarde in een geleiding voorgeschreven, waarin een stroom I loopt, dan weet men bij voorbaat, dat er $I^2 R$ watt in dien weerstand in warmte wordt omgezet. Wil men, dat die weerstand „niet warm” zal worden (juister gezegd dus: dat die geen zeer hooge *temperatuur* zal aannemen) dan moet die weerstand voldoende *koeling* hebben. Die koeling wordt automatisch verkregen, wanneer men den weerstand een grooter warmte-uitstralend *oppervlak* geeft. Dat kan men bereiken door een weerstand van draad van grootere doorsnede te gebruiken, waarbij tevens een evenredig grootere lengte noodig is als de weerstand gelijk moet blijven.

Van twee weerstanden van gelijke waarde zal de van dikker draad gemaakte, die grooteren omvang verkrijgt, minder hooge temperatuur aannemen, dan die van kleineren omvang. Dat wil *niet* zeggen, dat de koeler blijvende weerstand minder verlies geeft. Bij gelijke R en gelijke I blijft het verlies ook hetzelfde.

De vaak gehoorde klacht: als ik den voorgeschreven weerstand aanbreng, wordt die te heet, beteekent dus enkel,

dat men op de gegeven plaats een weerstand met te geringen omvang (onvoldoende koeling) heeft aangebracht. Er is een zwaarder type (groter wattvermogen) van dezelfde waarde noodig.

Het leek gewenscht, deze zeer elementaire waarheden te laten voorafgaan. Zij gelden ook voor wisselstroom, wanneer men met de effectieve waarden van stroom en spanning rekent.

* * *

Verschil tusschen hetgeen gebeurt met wisselstroom en met gelijkstroom, treedt op wanneer de draad wordt opgerold tot een spoel, waarin eventueel nog een ijzerkern wordt aangebracht.

Aangesloten op gelijkspanning, blijft de draad denzelfden stroom opnemen als tevoren; de Ohmsche weerstand is dus gelijk gebleven; het in verwarming van den draad verloren gaand electrisch vermogen blijft ook $I^2 R$.

Aangesloten op wisselstroom, neemt de tot een spoel opgerolde draad een kleineren stroom op dan de rechthoekig gespannen draad; de weerstand voor wisselstroom is dus schijnbaar grooter geworden; het in verwarming van den draad verloren gaand vermogen blijkt evenwel uitsluitend van den *Ohmschen* weerstand afhankelijk te zijn gebleven. Dit blijkt, wanneer men den electriciteitsmeter van het lichtnet (kilowatt-uren-teller) waarneemt, want die toont ons, dat alleen de kleiner geworden i en de Ohmsche R , dus de $i^2 R$ -waarde, het verbruik bepaalt. Hoe dit eigenlijk in elkaar zit, hebben wij indertijd uitvoeriger behandeld in een serie cursus-artikelen, waarvan men de laatste aantreft in R.-E. 1938 (Nos. 3, 5, 7, 15, 23). De door het opspoelen van den draad ontstane zelfinductie L vormt voor een frequentie f een schijnweerstand $2\pi f L$. Voor de grootte van den stroom vormt die met de R een waarde $Z = \sqrt{R^2 + (2\pi f L)^2}$. Aan de L treedt phaseverschuiving tusschen stroom en spanning op en het electromagnetische veld geeft elke volgende kwartperiode van den wisselstroom aan het net het arbeidsvermogen terug, dat in de vorige kwartperiode werd opgenomen. Daardoor wordt alleen het in de R gedissipeerde vermogen uit het net werkelijk verbruikt.

Ditselfde is nu ook het geval bij een condensator. Een capaciteit van C farad

vormt voor een frequentie f een schijnweerstand ter grootte $1 : \sqrt{2\pi f C}$. In serie geschakeld met een weerstand R , levert de condensator voor de bepaling van den stroom een impedantie Z op =

$$\sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{2\pi f C}\right)^2}. \text{ De condensator}$$

levert elke volgende kwartperiode aan het net het arbeidsvermogen terug, dat in de vorige kwartperiode werd opgenomen. Het verbruik van arbeidsvermogen uit het net wordt enkel bepaald door de R en door den van Z afhankelijksten stroom.

Het voordeel van een „condensator als voorschakelweerstand” boven een smoorspoel, waarmee men in *principe* hetzelfde zou bereiken, is daarin gelegen, dat men een smoorspoel nooit zonder eigen weerstand kan maken, waardoor er altijd ook verwarming en energieverbruik in blijft optreden. De eigen inwendige weerstand van een condensator daarentegen kan zoo verwaarloosbaar klein gehouden worden dat hij werkelijk bijna verliesvrij is en de inwendige verwarming onmerkbaar klein.

Dat wil echter niet zeggen, dat verwarming van een in een stroomkring opgenomen condensator geheel niet optreedt. Bij zendcondensatoren, waar men met zeer hooge spanningen en groote stroomen te doen kan hebben, moet met de verwarming nog wel degelijk rekening worden gehouden, vooral wanneer het geen luchtcondensatoren zijn, maar condensatoren met vast dielectricum. De voornaamste verliezen en verwarming treden dan n.l. niet op in de geleidende metalen deelen, maar in de isolatiematerialen, die een soort van hysteresis-(nawerkings-) verschijnselen vertoonen.

C.

Als de eindlamp „op” raakt.

Nu men tegenwoordig soms maar moeilijk aan nieuwe versterkerbuizen kan komen, is men licht geneigd, het voor lief te nemen met een niet geheel gaaf geluid of een te geringe sterkte, als men ten koste daarvan met de eindbuis, die eigenlijk vervangen moest worden, nog een tijdje kan voortsukkelen. Menigeen troost zich daarbij met de gedachte, dat

het verminderde stroomverbruik van de eindbuis, nu de emissie op haar eind loopt, bovendien den gelijkrichter spaart.

Gewoonlijk wordt niet bedacht, dat er toch ook een gevaar in schuilt. Het verminderde anodestroomverbruik doet n.l. de secundaire spanning van den net-transformator omhoog loopen; en ook reeds zonder dit gaat bij verminderd stroomverbruik achter den gelijkrichter de gelijkspanning, waartoe de afvlakcondensatoren geladen worden, stijgen. Bijna zonder uitzondering heeft men daar tegenwoordig met electrolytische condensatoren te doen, die niet veel overspanning noodig hebben om beschadigd te worden. En electrolytische condensatoren zijn al even moeilijk te krijgen als lampen.

Een eindlamp, die haar emissie grootendeels heeft verloren, kan dus een gevaar vormen voor de afvlakcondensatoren.

Nu komt de vraag, wat men moet doen, wanneer de passende eindbuis niet meer is te verkrijgen en men daarom een type van kleiner vermogen in het toestel zal moeten zetten. Daaraan is tot op zekere hoogte hetzelfde gevaar verbonden voor de condensatoren als aan de defecte buis, die vervangen moest worden, want ook nu zal de afgenomen anodestroom geringer zijn dan waarop bij de constructie was gerekend, dus de spanning hooger oploopen.

In Der *Rundfunkhändler* wordt aanbevolen, een weerstand parallel aan het voedingsgedeelte aan te brengen, die den afgenomen stroom weer op de originele waarde brengt. Dat wordt echter een dure weerstand, het stroomverbruik blijft grooter dan noodig was en de gelijkrichter wordt overbodig belast. Daarom voelen wij veel meer voor het aanbrenge van een *serieweerstand* vóór den eersten afvlakcondensator.

Ontvangen publicaties

Het Tijdschrift van het Ned. Radio Genootschap Deel X No. 4, Mei 1943, bevat de volgende verhandelingen:

J. M. Douwes Dekker en G. J. Siezen: Bepaling van de elektrische eigenschappen van kwarts kristallen.

B. D. H. Tellegen: Eenige beschouwingen over gekoppelde kringen.

Let op de kleintjes.

In Nederland zijn ongeveer twee miljoen electriciteitsverbruikers. Dit betekent, dat, als ieder van die twee miljoen menschen bij het verbruik van gas en electriciteit de noodige zuinigheid betracht, groote besparingen kunnen worden verkregen, welke in verband met de huidige kolenpositie absoluut noodzakelijk zijn.

Vonkje

Volgens *Radio Mentor* is in Frankrijk, waar sedert 1 Januari j.l. de fabricage van ontvangapparaten reeds was stopgezet, nu ook de verkoop van onderdeelen en lampen verboden. Alleen reparaties zijn toegelaten, terwijl een regeling zal worden getroffen voor den verkoop van tweedehands toestellen.

Verantwoordelijk Redacteur: J. Corver te Hilversum.

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

Uitgever: Uitgeversonderneming Radiopers, Hoyledesingel 15, Hilleegersberg.

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

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


Aan het Bureau van Radio-Expres
Hoyledesingel 15 - Hillegersberg

Ondergeteekende:

wenscht zich ingaande te abonneren 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:



ADWIM
DE NIEUWSTE **ADWIM MICROFOON**
DIE AAN DE HOOGSTE EISEN VOLDOET
BRUTO f **62,50**

ADWIM
ADWIM DICK-UP
VAN SUPERIEURE KWALITEIT
BRUTO f **28,-**

SOLDEX
EENDEKERSBUREAU
5 351 6 VOLT 5 AMP (VERBR. 30 WATT) f **14,25**
5 351 4 - 7½ - (- 30 -) f **14,25**
5 352 12 - 42 - (- 50 -) f **15,75**

Verkoop alleen en gros.

Wegens overcompleet te koop:

Amroh meetzender, nieuw, laatste type,
met splinternieuwe E-serie. Werkt on-
berispelijk! Voor f 160,-.

TECHNISCH BUREAU VAN EWJK
Wilhelminastraat 4, Velp (Gld.).

Uit voorraad leverbaar:

Leerboek der Radiotechniek

door B. J. OOSTERWIJK

Deel I. 2e druk.

Prijs f 7,50 incl. O.B. en porto.

Levering uitsluitend na ontvangst van
het bedrag op Girorekening 385246
ten name van Radio-Expres.

B. J. PASTOOR

AGENTUREN EN COMMISSIEHANDEL
IJSSELSTRAAT 54 GRONINGEN