

Radio-Expres

TIJDSCHRIFT VOOR RADIOTECHNIEK

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

Redactie en Administratie: Hoylelesingel 15, Hillegersberg

Telefoon No. 47330 - Postgirorekening No. 385246

Dit blad verschijnt op den 1 en 3en Vrijdag van iedere maand. Abonnementsprijs f 7.80 per jaar, of f 3.78 per halfjaar, voor het binnenland en f 8.80 per jaar voor het buitenland. Abonnementen kunnen ingaan per 1 Januari en per 1 Juli. Het auteursrecht voor den volledigen inhoud wordt voorbehouden volgens de Wet op het Auteursrecht van 23 September 1912, Staatsblad No. 308.

De atoomgeleerden op de tweesprong

Onbestemde vrees of werkelijk gevaar?

Op tal van gebieden zien de technici nit naar de vervulling van de toekomstbelofte, dat eenmaal atoomenergie zal kunnen worden aangewend om andere energiebronnen te vervangen, die op den duur uitgeput dreigen te raken, zoals steenkool, benzine enz., of waarvoor men wel gaarne iets in de plaats zou stellen in meer geconcentreerde vorm: Daarbij denken we aan het grote probleem van het buiten onze atmosfeer reikende straalvliegtuig en het zoveel kleinere probleem van de bevrijding der draagbare radio van het gewicht van batterijen.

Atoomenergie bruikbaar te maken voor nuttige industriële doeleinden, is één der meest grootse toekomststromen van het heden.

Sommigen zijn zeer optimistisch te dien aanzien. De mannen, die er het meest vanaf weten, zien echter nog heel ernstige moeilijkheden, die men zal moeten overwinnen voordat er sprake van kan zijn.

Over één dier moeilijkheden — en dat is niet de geringste — werd onlangs in een Amerikaans blad¹⁾ iets gepubliceerd. Volgens de auteur ligt het grootste struikelblok niet in de ontwikkeling der apparatuur en der werkmethoden, maar in het gevaar der kunstmatig radio-actief gemaakte bijproducten van het huidige atoomsplittingsbedrijf. De mannen der wetenschap beginnen zelf bang te worden voor hetgeen zij bezig zijn, te produceren en waarvan zij niet weten, welke noodlottige uitwerking het kan hebben op de bruikbaarheid van water, het leven van planten en dieren, die de mens voor zijn onderhoud en voeding nodig heeft.

In tal van laboratoria maken natuur- en scheikundigen en ingenieurs een toenemend gebruik

van bijproducten der Amerikaanse atoomsplittingswerkplaatsen te Oak Ridge, zoals isotopen, die men zich laat hechten aan normale moleculen om deze op hun weg bij scheikundige en levensprocessen te kunnen volgen door waarneming van hun radio-actieve straling.

Het meest bedenkelijke aspect van hetgeen bij deze soort experimenten aan het licht is getreden, bestaat wel hierin, dat geen enkele methode is gevonden om die isotopen weer los te maken van de moleculen, waaraan zij zijn gehecht en hun radio-activiteit weer te niet te doen:

Tengevolge hiervan zijn tonnen en tonnen van radio-actieve materialen, zoals olie en zelfs machinedelen, waar de olie doorheen is gelopen, opgehoopt bij de laboratoria overal in het land en niemand weet wat men er mee moet doen. Tot dusver tracht men al dat goed enkel maar buiten menselijk bereik te houden. Die olie wordt bijv. „begraven” in reusachtige onderaardse gewelven.

Dit gemis aan enige bestemming voor deze afval van de atoomsplittingsfabrieken is één der redenen, waarom die fabrieken niet uitgestrekte terreinen omgeven moeten zijn. En dat men daarvoor liefst woestijnachtige gebieden uitzoekt, vindt zijn grond niet meer enkel in het streven om de bijzonderheden omtrent de atoomsplittingsprocessen geheim te houden, maar ook in vrees voor hetgeen men produceert.

Allerlei plannen zijn al geopperd om de afval van de atoomsplittings kwijt te raken, maar het eene plan is al sterker bestreden dan het andere, omdat men bang is het gevaar nog meer te verbreiden. De radio-activiteit der verschillende producten zal volgens proeven over het geleidelijk verloren gaan daarvan, tussen 20 en 1000 jaar nodig hebben om weer geheel te verdwijnen! Begraven

¹⁾ New York Herald Tribune van 16 Mei.

van het „besmette” materiaal in de grond, is afgewezen uit vrees, dat daardoor het plantaardig leven over een omgeving, waarvan men de grenzen niet kent, zou kunnen worden vergiftigd, of althans de eetbare planten gevaar voor mens en dier zouden kunnen opleveren. Uitstorting in zee zou de vis kunnen doden of vergiften. In het laatste geval zou het kwaad zich meer en meer over de aarde kunnen verbreiden. Zelfs de radio-actief geworden metalen delen durft men voorlopig niet aan de zee toe te vertrouwen.

Koortsachtig wordt nu door geleerden gezocht naar methoden om kunstmatig radio-actief geworden moleculen weer tot normale staat terug te brengen. Het wordt absoluut noodzakelijk geacht, dit probleem tot een oplossing te brengen voordat men verder zoekt om het vrij maken van atoomenergie voor industriële doeleinden in bruikbare technische vormen te brengen.

* * *

Dit gehele verhaal klinkt tamelijk alarmerend. In hoeverre reeds hier of daar uitwerkselen zijn waargenomen, die het alarm rechtvaardigen, wordt niet gemeld. Zeker staat het nieuwe onderzoek, dat thans op het eiland Bikini zal plaats vinden, met dit alles in enig verband. Zekerheid omtrent de gegrondheid der thans over een aantal onderzoekers vaardig geworden vrees zal men pas verkrijgen, wanneer er inderdaad slachtoffers vallen, niet de slachtoffers, die reeds gemaakt zijn in Hiroshima en Nagasaki, maar niet-gewilde slachtoffers.

Het is niet voor het eerst, dat deze tragiek van het menselijk natuuronderzoek naar voren treedt. Bijna elke stap voorwaarts bij experimenten in nieuwe regionen is een nieuwe stap op de gevaarlijke weg der alchimisten.

Electrisch „reuk”-orgaan

In de laboratoria van de General Electric (Ver. St.) heeft men een apparatuur ontworpen, die in staat is, verontreinigingen van de lucht met rook en met verschillende gassen kenbaar te maken. Het is een electrische „neus”.

Met dit nabootsen van de reuk is nu de rij van electrische apparaten, die het werk van de menselijke zintuigen kunnen overnemen, compleet geworden. De microfoon hoort, de fotocel ziet, de luidspreker en telefoon spreken, de pickup voelt... en nu is er de electrische neus, die ruikt, al zijn de reukgebaarwordingen, waarop hij reageert, wat beperkt.

Het beginsel, waarop het nieuwe instrument berust, is min of meer het omgekeerde van dat der anders voor alles dienstige radiolamp. Het toestel werkt met een koude kathode en een verhitte anode; er heeft ook geen electronen-emissie plaats,

maar men vangt ionen. Het geheel speelt zich niet af in een luchtledige ruimte, maar gewoon in de lucht. Of het juist is, hierbij van „ionen-emissie” door de verhitte anode te spreken, zoals in een Amerikaans artikel geschiedt, laten wij in het midden.

De anode, dat is de op positieve gelijkspanning gehouden electrode, bestaat uit een metalen cylinder of pijp, waarin een verwarmingslichaam van platina is aangebracht. De anode is met één zijde van de gloeidraad doorverbonden.

Rondom deze anode ligt de daarvan geïsoleerde kathode, ook in de vorm van een cylinder.

De lucht uit de omgeving kan vrij de ruimte tussen de twee electroden doorstromen. Is nu, zoals de figuur laat zien, een gelijkspanning aangelegd via een μA meter, dan zal bij aanwezigheid van ionen in die ruimte, een stroom door de meter optreden. Ionen zijn toch de positieve molecuulresten in een gas of damp, waarvan een deel der moleculen een electron missen; de ionen zijn in vergelijking met electronen zware lichamen, die zich — zij het betrekkelijk langzaam — door het gas heen kunnen bewegen en aange trokken worden door de op negatieve spanning gehouden kathode. De door de meter aangewezen stroom is een maat voor de hoeveelheid ionen in de doorstromende lucht.

Een aanzienlijke stroomtoeneming treedt op, wanneer zich in de lucht dampen van stoffen als broom, chloor, jodium en fluor of verbindingen van deze stoffen bevinden. Vooral chloorverbindingen, zoals koolstoftetrachloride, chloroform en freon (een in koelmachines gebezigd gas) veroorzaken aanzienlijke versterking van de ionenstroom tussen de electroden. Maar ook fijn verdeelde vaste stofjes, zoals die voorkomen in rook, hebben dit effect.

Hierdoor kan men op het meetinstrument gevoelige aanwijzingen verkrijgen van rookontwikkeling en van gaslekken in leidingen. Daartoe moet de „electrische neus” in de nabijheid worden gebracht, in een stand, waarbij de gassen met de lucht mee door het apparaat stromen.

Er is ook al een toepassing bedacht, waarbij de meter wordt vervangen door een condensator, waaraan een luidspreker en een gasontladingsbuis (gastriode met koude kathode) worden verbonden. De ionenstroom in de uitwendige keten laadt dan de condensator tot de spanning, waarbij de ontladingsbuis doorslaat, hetgeen een klik geeft in de luidspreker, waarna de spanning aan de ontladen condensator zover daalt, dat de ontladingsbuis weer niet-geleidend wordt en het dus weer enige tijd duurt voordat de lading van de condensator opnieuw hoog genoeg om de buis te doen doorslaan. Hoe meer verdachte gassen in de „electrische neus” doordringen, des te sneller volgen de doorslagen en dus de klikken in de luidspreker elkaar op. Een snel geratel betekent dus onraad.

C.

Kwaliteits-Ontvangst (I)

door G. Brugman en J. de Ruiter

Inleiding.

In R.-E. no. 10, 11 en 12 van 1947 schreven wij een artikel over het onderwerp „Kwaliteitsontvangst met A.M. en F.M., in verband met de huidige stand van de omroep-, zend- en ontvangtechniek”. Het ligt in de bedoeling om op de verschillende punten, die daarin werden behandeld, thans iets dieper in te gaan; het kan voor de lezer nuttig zijn, deze artikelen tevoren nog eens na te lezen.

Een belangrijke plaats zal in dit artikel worden ingeruimd aan de z.g.n. „gehoorkrommen”, in verband met de beoordeling van de geluidskwaliteit van een apparaat. Hiertoe werden door ons een aantal uiterst serieuze proefnemingen gedaan, waarvan het resultaat zal worden beschreven.

De laagste toon in de muziek.

Er wordt o.i. nog steeds in verschillende artikelen over kwaliteitsontvangst de fout gemaakt, dat men bij het noemen van getallen geen rekening houdt met het frequentie-bereik van de muziek-instrumenten. Eenige tijd geleden lazen wij b.v. nog in een beschouwing, die op het orkest betrekking had, van een „bastoon van 20 Hz.”. Dat kan niet! De laagste toon in een orkest is de C van het contra-octaaf (C_1) met een frequentie van 32 Hz. en het instrument, dat deze toon voortbrengt, de contrabas, geeft in dit gebied al zulke sterke boventonen, dat hier voor het gehoor zeker niet de indruk van 32 Hz. wordt gewekt, maar van een veel hogere toon. Het gevoel van zeer diepe tonen, zoals op het pedaal van een kerkorgel voorkomen, gaat daarbij in elk geval geheel verloren. We kunnen voor de contrabas gerust aannemen, dat beneden G of A van het contra-octaaf (48—54 Hz.) weinig meer van de grondtoon hoorbaar is, hetgeen in principe tot een iets lichtere eis voor de luidspreker zou voeren, ware het niet, dat men ook nog rekening heeft te houden met de grote trom. Hoewel de musici hiervan geen bepaalde toonhoogte kunnen vaststellen, is het wel zeker, dat die zeer laag is. Daardoor wijkt de aan de luidspreker te stellen eis toch niet sterk af, hetzij men nu het kerkorgel (laagste grondtoon 32 Hz.) ofwel het orkest in zijn beschouwingen betreft.

Ook onder de artsen heersen omtrent de kwestie van de lage tonen misvattingen. Er zijn er, die menen, dat een stemvork met de aanduiding 16 Hz. erop, voor het gehoor werkelijk 16 Hz. zou geven. Deze vergissingen zijn overigens zeer begrijpelijk, omdat het menselijk onderscheidingsvermogen voor verschillende toonhoogten steeds afneemt, naarmate de frequentie lager is. Gaat men

nu met de frequentie zeer geleidelijk omlaag (dus toon voor toon), dan kan men met voldoende oefening wel vaststellen, hoe laag men nog zuiver de grondtonen waarneemt, maar beschikt men over slechts enkele stemvorken, dan wordt de onderscheiding moeilijker, zo niet onmogelijk. Een stemvork met de aanduiding „16 Hz.” erop bleek voor het gehoor een vrij mooie toon van 32 Hz. op te leveren. Een stemvork voor 32 Hz. gaf voor het gehoor een vrij goede 64-Hz.-toon.

Zelfs onder de musici zijn vergissingen nog aan de orde van de dag. Het is b.v. geen uitzondering, dat musici denken, dat de laagste toon op hun piano ($A_2 = 27$ Hz.) werkelijk als een toon van die frequentie door ons wordt waargenomen. De organisten onder de musici maken deze fout echter niet zoo licht, wat natuurlijk heel verklaarbaar is aan de hand van de vroeger door ons gegeven beschouwingen, n.l. dat alleen het pedaal van het kerkorgel in staat is om in de pianissimo's van het contra-octaaf (32—64 Hz.) vrij goed de grondtonen te produceren.

Ook in de gegevens, die wij destijds van de omroep ontvingen, vinden wij vermeld, dat de overdracht van de band 20—15 000 Hz. hoorbaar beter is dan 40—10 000 Hz. De onjuistheid van deze opmerking, voor zover het de onderste grens betreft, zal men, in verband met de boven gegeven beschouwingen, direct onderkennen.

Om te kunnen vaststellen, welke toon de laagste is, die het menselijk gehoor-orgaan nog goed als grondtoon kan waarnemen, heeft men een luidspreker nodig met zeer laag liggende resonantiefrequentie, en een toongenerator van bijzonder goede kwaliteit, waarvan het percentage harmonischen zeer laag moet zijn. Dit is bij deze proef een gebiedende eis, omdat het gehoor voor eventueel geproduceerde boventonen veel gevoeliger is dan voor de grondtoon en dus een onjuiste beoordeling zou worden verkregen.

Het resultaat van dit onderzoek is, dat de laagst waarneembare toon in de eerste plaats heel individueel en in de tweede plaats niet zeer scherp bepaald is. Maar wij menen wel te mogen aannemen, dat de meest voorkomende gehoorgrens kan worden gesteld op 25—27 Hz. Onderzoekt men echter b.v. 25 personen, dan zijn er altijd wel een paar bij, die onder plm. 40 Hz. niets meer horen, terwijl toch bij die mensen het toongebied daarboven goed wordt waargenomen en ook het minimum audibile (de gehoorgrens) voor die hogere frequenties normaal is.

Hoe reageert het publiek in het algemeen op de aanwezigheid van het contra-octaaf in de muziek

via een weergave-apparaat? Onze ervaring is, dat er mensen zijn, die hiervoor zeer gevoelig zijn en er door in groot enthousiasme geraken; er is ook een aantal, dat er weinig of niet op reageert, maar algehele afkeer komt practisch niet voor. Men lette er evenwel op, dat deze ervaring gebaseerd is op de aanwezigheid van mooie grondtonen in het contra-octaaf (32—64 Hz.) met normale sterkte en niet op de doordringende, veel te hard geproduceerde tonen uit het groot-octaaf (64—128 Hz.), die men doorgaans waarneemt bij geluidsinstallaties en die beslist onnatuurlijk en lelijk zijn!

Uit technisch zowel als uit muzikaal oogpunt is echter de vraag hoe het publiek reageert, minder belangrijk. De hoofdzak is, dat die laagste tonen er bij het direct beluisteren ook zijn en ze dus via een weergave-apparaat ook moeten worden waargenomen!

Wat dat direct beluisteren betreft, moet hierbij nog worden opgemerkt, dat de *sterkte* van de verschillende tonen uit het contra-octaaf en ook de *zuiverheid* van de tonen van b.v. een kerkorgel, zeer verschillend is. In enige kerkgebouwen hebben wij de proef genomen om de tonen van 32—64 Hz. achtereenvolgens te spelen en dan bleek een vrij groot verschil in sterkte en zuiverheid te bestaan tussen de verschillende tonen van dit octaaf. Dit is niet alleen het gevolg van het optreden van staande trillingen, maar daar zijn ook andere redenen voor. Het spreekt vanzelf, dat men die in werkelijkheid bestaande verschillen via een weergave-systeem ook te horen krijgt.

In dat verband is het niet onaardig om op te merken, dat, als wij dat zelfde octaaf op de bovengenoemde uitmuntende toongenerator en verdere apparatuur „spelen”, een resultaat verkregen wordt, dat het beste, dat wij tot dusverre in werkelijkheid hebben gehoord, in zuiverheid en gelijkmatigheid overtreft!

Hoe wordt nu het contra-octaaf via de overdrachtsweg studio-muzieklijn-zender doorgelaten? Dit is voor een groot deel zeker een microfoonkwestie. Wij merkten in ons vorige artikel (no. 11 van 1947) al op, dat er aan het microfoon-onderzoek, althans voorzover het de lage tonen betreft, nog wel iets ontbreekt. Dit sluit echter geenszins uit, dat verschillende microfoons toch die tonen goed zouden *kunnen* opnemen en dat blijkt nu dikwijls ook het geval te zijn. Ook op gramfoonplaten (handelsplaten) valt dit vaak erg mee, hoewel het heus geen uitzondering is, dat de partituur een C_1 , D_1 etc. aanwijst, die toch in het geheel niet als grondtoon wordt waargenomen. Dit kan echter, zoals we al opmerkten, ook een onvolmaaktheid zijn van het muziekinstrument zelf.

Hoe wordt het contra-octaaf door de overdrachtsweg van het ontvangtoestel weergegeven? Dit is voor het overwegende deel een luidsprekerkwestie. Bij de meest gangbare typen vindt men een resonantiefrequentie tussen 80 en 100 Hz. Deze luidsprekers laten voor tonen uit het contra-

octaaf bij ver opengedraaide sterkte-regelaar enig „gerammel” of „geknor” horen, bij normale sterkte in het geheel niets!

De hoogste toon in de muziek.

Moeilijker te beantwoorden is de vraag: wat is de hoogste toon in de muziek of liever: tot welke hoogste frequentie moet men met de weergave gaan om een beeld te krijgen, dat practisch niet afwijkt van het origineel?

Een vrij duidelijk antwoord hierop krijgt men, wanneer men uitgaat van het *kerkorgel*. Zoals we reeds in R.-E. no. 10 van 1947 hebben uiteengezet, is op de grote kerkorgels aanwezig een z.g.n. éénvoetsregister. De hoogste toon hiervan (dus de kortst uitvoerbare pijp) is de g_6 met een frequentie van 12288 Hz. Hierin heeft men inderdaad (als men de invloed van de onhoorbaar hoge frequenties buiten beschouwing laat, wat ons volkomen juist lijkt) een zeer *duidelijke* aanwijzing voor de *hoogst voorkomende frequentie*.

Bij het *orkest* is het moeilijker om zo'n precies antwoord te geven, aangezien de boventoonvorming hier langs natuurlijke weg plaats vindt. Volkomen veilig is men ook hier, als men g_6 als uiterste grens zou stellen, maar het wil ons toeschijnen, dat frequenties boven c_6 (8192 Hz.) niet van *zeer* groot gewicht meer zijn voor algehele waardering van het orkest. Bij de beoordeling hiervan zal men echter het z.g.n. minimum audibiele moeten raadplegen, want dit wordt een zeer individuele kwestie en daar komen we bij de behandeling van de „gehoorkrommen” nog op terug. Daarentegen is het octaaf van 4096—8192 Hz. (c_5 — c_6) *wel* van *uitzonderlijk* groot belang. Het bijgeschakelen van de octaven 2048—4096 (c_4 — c_5) en 4096—8192 (c_5 — c_6) geeft van alle octaven zelfs de grootste *sensatie* van *volume-vermeerdering*.

Als wij voor het orkest op grond van later te bespreken verschijnselen de hoogste van belang zijnde frequentie zo laag mogelijk stellen (n.l. op 8192 Hz.) dan zal men allicht geneigd zijn te denken, dat elke normale overdrachtsweg welhaast aan deze eis zal voldoen, maar dat is geenszins het geval. Men heeft maar al te dikwijls de neiging om de zuiver „materialistische” eisen van een rechte frequentie-karakteristiek als vrij eenvoudig vervulbaar aan te nemen en het feit, dat een weergave anders klinkt dan de werkelijke uitvoering aan esthetische oorzaken toe te schrijven. Dit is slechts ten dele juist. Ook bij de overdrachtsweg studio-muzieklijn-zender wordt aan de eis van volkomen goede frequentie-karakteristieken, ondanks de theoretisch mooie gegevens van de omroep, waarover wij beschikken, lang niet steeds voldaan. Het is b.v. niet moeilijk te constateren, dat bij de uitzending van het omroep-orkest uit de K.R.O.-studio of van het kamer-orkest, als dit concerteert in de N.C.R.V.-studio, een uitstekende frequentie-karakteristiek wordt verkregen, terwijl

deze uit de in 1940 gereed gekomen A.V.R.O.-studio (Radio Philharmonisch Orkest) veel minder goed is. Als de eerstgenoemde karakteristieken recht zijn, kan de laatstgenoemde dit niet zijn of omgekeerd.

Wat het reageren van het publiek op de hoogste frequenties betreft, handhaven wij nog steeds onze mening uit het vorige artikel, n.l. dat het publiek door de fabrieksapparaten volkomen verkeerd is opgevoed en nu gewoon is geraakt aan een weergave, die soms (voor de selectiefste apparaten) al boven 1024 Hz. (c_3) afvalt, terwijl men uit eigen ervaring veelal niet weet, hoe het in werkelijkheid klinkt. Het is dan ook geenszins te verwonderen, dat zulke mensen (die ook meestal in het geheel niet muzikaal zijn) bij het horen van een kerkorgel, waarbij het éénvoetsregister op de juiste sterkte wordt weergegeven, een heel raar gezicht trekken!

Om tot een goede weergave van de hoogste frequenties door de luidspreker te komen, moeten hieraan niet alleen *mechanische* eisen worden gesteld, maar moet ook met de *electriche* eigenschappen rekening worden gehouden, b.v. met het oplopen van de luidsprekerimpedantie voor de hoogste frequenties. Door het oplopen van de luidspreker-impedantie in de hoge frequenties neemt n.l. de stroom sterk af. Dit is voorgesteld in figuur 1. Hierin geeft grafiek I het verband tussen de frequentie en de spanningsverhouding (in dB), gemeten parallel aan de luidspreker-

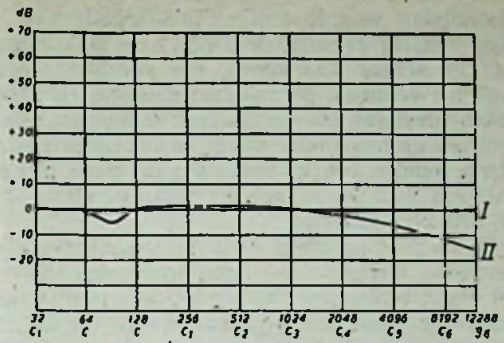


Fig. 1. Luidsprekerweergave. Kromme I: gelijkblijvende spanning voor alle frequenties. Kromme II: de stromen nemen daarbij vooral voor de hoge tonen sterk af (gemeten aan de spreekspool).

klemmen van een normale luidspreker, aangesloten op een versterker met zeer sterk doorgevoerde laagfrequente tegenkoppeling. Die spanningskarakteristiek is geheel recht. Kromme II geeft voor dezelfde combinatie het verband tussen de frequentie en de luidsprekerstroom. Zoals we zien, daalt voor de hoogste frequenties de luidsprekerstroom ongeveer 15 dB, zodat het nodig is om een sterke correctie in de versterker aan te brengen om deze fout te herstellen.

(Wordt vervolgd).

Middenfrequent-transformatoren

Vrijwel elk onderdeel van het radiotoestel heeft een min of meer opzienbarende ontwikkelingsgang doorgemaakt.

In de jaren kort na Armstrong's uitvinding van de superheterodyne (1919), toen van de super als omroepontvanger nog geen sprake was, omdat feitelijk nog geen omroep bestond, zodat telegrafie-ontvangst het eerst voor de hand liggende doel vormde, vertoonde zich een speciale voorkeur voor het werken met middenfrequenties van zo iets als 30 kHz (10 000 m golflengte). De Amerikaanse middenfrequenttransformators daarvoor waren niet veel anders dan een slecht soort laagfrequenttransformators met twee wikkelingen op een gemeenschappelijk ijzerkerntje, met te geringe zelfinductie om hoorbare tonen te versterken en te veel demping om met de toen uitsluitend nog in gebruik zijnde trioden aanmerkelijke selectiviteit te geven.

Amateurs, die met een aldus uitgeruste super ook telefonie poogden te ontvangen, brachten zelfs nog wel eens extra dempingsweerstand aan omdat zij wegens de „holheid" van het geluid dachten, dat de piekscherpte der transformators voor telefonie te groot was. De consequenties van

de modulatie-theorie, ofschoon reeds in 1915 door de Bell Telephone volledig ontwikkeld, werden nog niet algemeen genoeg doorzien om te doen beseffen, dat voor telefonie een draagfrequentie van 100 kHz al aan de lage kant is om goede weergave te mogen verwachten.

Toen in 1932 de super omroeprijp werd door de ontwikkeling van een bruikbaar systeem voor de eenknopsbediening bij dit toesteltype, ontbrak het bij de fabrikanten der apparaten zeker niet aan inzicht omtrent dergelijke punten. Toch bleef men voorlopig zich vasthechten aan een zo laag mogelijke keuze voor de middenfrequentie, tussen 110 en 130 kHz. Dat hing samen met de gemakkelij in dat golfgebied te verwezenlijken grote versterking en gewenste selectiviteit.

Ook Philips, die in 1934 volledig naar de super overging, hield aanvankelijk de genoemde lage middenfrequenties aan. Het feit, dat de onvermijdelijke afwijkingen van de ideale gelijkloop, bij het algemeen toegepaste systeem voor de super het kleinst blijven, indien men een lage middenfrequentie kiest, maakte die voorkeur mede begrijpelijk.

Intussen werd het verschijnsel van de spiegel-

afstemming, waardoor in het middengolfgebied bij lage middenfrequentie de zenders op twee punten van de schaal doorkomen, een voorname reden voor het verhogen der middenfrequentie. De noodzakelijkheid van het kiezen ener frequentie, waarop geen omroepzender werkt en ook geen andere sterke zender, bracht mede, dat de keuze niet zo heel vrij was. Zo is men tot waarden tussen 450 en 470 kHz gekomen.

En nu ging het erom, voor dat frequentiegebied geschikte kringen en transformator koppelingen tot stand te brengen. Buiten hetgeen men in verschillende toestellen ingebouwd vond, is op dit gebied veel in de handel geweest, dat niet in alle opzichten door de beugel kon. Daar is pas geleidelijk verbetering in gekomen.

De wikkelingen voor middenfrequenttransformatoren voor 450 à 470 kHz. kunnen zowel luchtspoeltjes als spoeltjes met hoogfrequentijzerkernen zijn. Er is echter geen sprake meer van twee klosjes draad op één kern. Men heeft te doen met twee gelijk afgestemde kringen, die in elk geval op enige afstand van elkaar moeten zijn opgesteld om ze tot critische koppeling te brengen, of iets meer dan dat. De middenfrequenttransformator is meer en meer een onderdeel geworden, waar alle fijne knepen van de hoogfrequentietechniek op zijn aangewend om er de beste combinatie van versterking, selectiviteit en bandbreedte mee te bereiken.

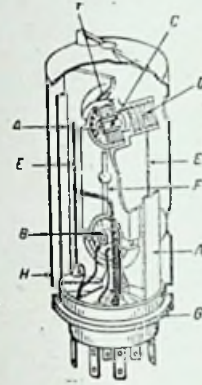
In de nieuwste middenfrequenttransformatoren, waartoe men bij Philips is gekomen, wordt als kernmateriaal voor de spoeltjes gebruik gemaakt van het in R.-E. 1947 no. 3 besproken Ferroxcube, een stof, die behoort tot de ferrietten; dat zijn magnetische ijzeroxyden, waarin nog een verbinding met een ander metaal een rol speelt, en die een niet-metallisch materiaal vormen, dat aan een hoge magnetische permeabiliteit een zeer hoge soortelijke weerstand paart.

De tot dusver gebruikelijke hoogfrequentijzerkernen moesten gemaakt worden van zeer fijn verdeeld ijzer, samengehouden door een isolerende vulmassa. Op die wijze werden te grote verliezen door wervelstromen in de kern voorkomen, maar het percentage magnetisch materiaal in zulke kernen is gering. Een voordeel van Ferroxcube is, dat de gehele kern massief van magnetisch materiaal is en dat toch door de hoge weerstand het optreden van wervelstromen afdoende wordt belemmerd. Het aantal windingen voor het bereiken van een bepaalde zelfinductie wordt veel kleiner dan met poederkernen en het toepassen van litze draad ondervindt daardoor geen ruimtebezwaren.

In het Philips Service Maandblad is het nieuwe middenfrequentbandfilter aangekondigd als universeel bandfilter. Terwijl tot dusver bij voorkeur verschillende mfr. transformator typen werden gebruikt als eerste en tweede in een toestel, kan het nieuwe bandfilter zowel op de ene als op de andere plaats worden gebruikt.

Wij reproduceren hierbij een afbeelding van de constructie.

De spoelen (I) zijn direct gewikkeld op de Ferroxcube-kernen (B). De afmetingen zijn klein en daardoor vermindert tevens de invloed van de schermbus (H), die een diameter heeft van slechts 27 mm. De spoelen zijn bevestigd in een frame van polystereen (A), waarin twee kuipjes zijn uitgespaard; de spoelen worden in deze kuipjes vastgegoten met „ozokeriet". Polystereen behoort tot de nieuwe, voor hoge frequenties zeer gunstige isolatiematerialen; het heeft echter een laag verwekingspunt, waardoor men er met een soldeer-



bout niet dicht bij mag komen. Het spoelenframe is daarom vastgezet op een philliteflens (G) met soldeerlippen, zodat daar verbindingen aan vastgesoldeerd kunnen worden zonder beschadiging van het spoelenframe. Vaste „getrokken" condensatoren (E), klein en met geringe frequentiedrift, en geringe verliezen, zorgen voor de afstemming der kringen.

Afregeling van die afstemming geschiedt door bijregeling van de zelfinductie. Daartoe is de kern van Ferroxcube (B) voorzien van een cilindrisch gat, waarin een stift (C), eveneens van Ferroxcube, kan worden heen en weer bewogen. Aan de stift is n.l. een schroefdopje (D) vastgesmolten, welks draad past in de schroefdraad in een uitsteeksel van het frame. De stift kan dus in en uit geschroefd worden.

Een belangrijke bijzonderheid hierbij is, dat de zelfinductie bij indraaien kleiner wordt. Dit in tegenstelling met hetgeen men van inschroefbare stiften bij poederkernen gewoon is. De verklaring hiervoor ligt in de hoge ringpermeabiliteit van het Ferroxcube, waardoor het weinig uitmaakt of het gat in de kern wordt opgevuld; maar de krachtlijnen, die aan het einde van de kern uit treden, sluiten zich door de lucht naar het andere einde; is de stift nu uitgedraaid, dan wordt een deel van deze luchtweg vervangen door Ferroxcube, dus de magnetische weerstand verminderd; daardoor wordt de zelfinductie groter. Het regelbereik is ca. 15 %.

Bij mfr. transformatoren met poederkernen is de koppeling tussen de spoelen bepaald door hun onderlinge afstand. Hier wordt die koppeling geholpen doordat een ook van Ferroxcube vervaardigd staafje F tussen de twee spoelen op het frame is vastgekit met vaseline-smeltmassa. Deze kit blijft week en dit voorkomt de noodzakelijkheid van verwarming om het staafje eventueel los te maken.

Ook het schroefdoopje D van de regelstift wordt met dergelijke kit vastgezet, omdat het frame van polystereen geen verwarming verdraagt.

Wij geven dit uitvoerig overzicht van de toegepaste constructie als een voorbeeld hoe dit onderdeel meer en meer is geworden tot een kunstwerkje in electrisch en mechanische opzicht, waaraan alle zorgen worden besteed om aan hooggestelde eisen te voldoen. C.

De aequivalente ruisweerstand

In de meeste tijdschriften treft men tegenwoordig artikelen aan over ruis en alle gebieden der radiotechniek hebben met deze ruis heel nauwe betrekkingen. Het is daarom goed om eens een bepaald begrip, dat men in tabellen met buisgegevens tegenwoordig vaak tegenkomt, nader te bekijken.

Zo kan men in de gegevens van een penthode UF21 bijvoorbeeld vinden

$$R_{\text{aeg}} = 6200 \Omega$$

Wat heeft dit te betekenen? Wel, dat de aequivalente ruisweerstand 6200Ω is. Maar nu zijn we nog niet veel verder. Wat voor een weerstand is dat en waar zit deze? Zo rijzen er diverse vragen. En om die te kunnen beantwoorden, moeten we ons eerst eens gaan verdiepen in het wezen van de ruis.

In een woordenboek vindt men geruis gedefinieerd door een geluid, dat niet gekenmerkt is door een bepaalde toonhoogte. Nu is er direct wel een bezwaar tegen deze definitie aan te voeren, maar toch geeft ze aan, dat bij geruis niet een bepaalde toonhoogte behoort.

Om de voorstelling van een geluid, dat men geruis zou kunnen noemen wat te verlevendigen, is het nuttig eens te luisteren naar het applaus van een grote mensenmenigte, zoals dat te horen is na concerten in Concertgebouw of Kurhaus. Hoe meer mensen tegelijk klappen, des te „fraaiër” klinkt deze ruis. Een fraai voorbeeld hiervan is het applaus na een uitvoering in de grote Londense concertzaal, Albert Hall; deze is zelfs zo markant, dat een grappenmaker eens opmerkte tegen een technicus, die een ruisgenerator aan 't maken was: Die ruis van jou lijkt wel „Gebouw de Harmonie”, je moet zorgen dat 't „Albert Hall” wordt, dan is het pas goed.

Nu is ruis iets, dat onverbrekkelijk samenhangt met de structuur van de stof. De materie is opgebouwd uit moleculen, die op hun beurt weer uit atomen zijn samengesteld. En de atomen op hun beurt bestaan weer uit diverse deeltjes, waarvan voor ons verhaal de electronen wel de belangrijkste zijn. Deze electronen voeren steeds allerlei bewegingen uit, die in hevigheid toenemen met de temperatuur. Bij het absolute nulpunt (ca 273° onder nul) zijn deze bewegingen tot nul

gereduceerd. Gelukkig vinden de meeste verschijnselen plaats bij mildere temperaturen, zodat de electronen steeds in beweging zijn. Stellen we ons een doorsnede van een koperen draad voor, dan blijkt, dat gedurende een bepaalde tijd bijvoorbeeld meer electronen uitgetreden zijn dan erin; er is dan dus (tijdelijk) in het overblijvende deel van deze koperdraad een tekort aan electronen. Een volgend tijdje komen er bijvoorbeeld meer electronen in, dan uit, zodat er dan tijdelijk teveel zijn. Gemiddeld over een wat langere tijdsduur is de som van alle in- en uitgetreden electronen echter nul. Deze beweging der electronen onder invloed en afhankelijk van de temperatuur noemt men wel de *warmtebeweging* of *brownbeweging*, naar Brown, die deze verschijnselen het eerst heeft beschreven ¹⁾.

¹⁾ In de literatuur wordt tegenwoordig dikwijls de warmtebeweging der electronen als „Brown'se oeweging” aangeduid, ofschoon dat eigenlijk niet juist is.

De werkelijke Brown'se beweging is een onder de microscoop gewoon zic h t b a r verschijnsel. Het werd ontdekt door de Engelse plantkundige Robert Brown (1773—1858) en wel in het jaar 1827. Van electronen wist men toen nog niets. Het waargenomen verschijnsel komt daarop neer, dat wanneer men met voldoende vergroting een vloeistofoppervlak bekijkt, terwijl in die vloeistof kleine deeltjes vet of andere stof zijn gesuspendeerd, die deeltjes grillige, schoksgewijze bewegingen blijken uit te voeren, hetgeen geheel de indruk geeft, dat zij telkens door onzichtbare projectielen worden getroffen.

Brown trok hieruit de conclusie, dat de in voortdurende warmte-beweging verkerende moleculen der vloeistof hierbij de rol der onzichtbare projectielen speelden, zodat het waargenomen verschijnsel als een indirect bewijs mocht worden opgevat voor de realiteit der moleculaire beweging, die toen enkel nog als hypothese werd beschouwd.

Het was reeds ten onrechte, dat men later de proef van Brown wel als het zichtbaar maken van de bewegingen der moleculen zelf heeft omschreven. Wat men onder de microscoop kan zien, is het effect op stoffelijke deeltjes, die — hoe klein ook — reusachtige afmetingen hebben in vergelijking met moleculen. Daarom zijn ook de afstanden waarover en vooral de snelheden waarmee die

Nu zijn de electronen de dragers van de (negatieve) elementaire lading, zodat bij variërend aantal electronen ook het potentiaal-verschil tussen de klemmen van een geleider moet veranderen. Uiteraard zijn deze potentiaalverschillen of ruisspanningen wel klein, maar vooral in versterkerschakelingen, waar men met kleine ingangsspanningen werkt, moet men terdege oppassen voor deze ruisspanningen.

Vandaar dat tegenwoordig een grootheid van veel belang is, namelijk de signaal-ruis-verhouding, die bepaald wordt (zoals de naam al zegt) door de verhouding van de signaalspanning en de ruisspanning. Deze verhouding mag niet te klein worden, daar anders het gewenste signaal verzinkt in de ruis. Voor een goede telefoonverbinding stelt men als eis, dat de signaal-ruis-verhouding minstens 60 dB bedraagt, of ongeveer 1000 maal. Voor radioontvangers, vooral als ze afgestemd zijn op zwakke signalen, is deze verhouding vaak kleiner, en bovendien vindt de optredende ruis zijn oorzaak in meer dan één bron.

Keren we nu terug tot de ruis tengevolge van de warmtebeweging, dan is daarvan nog wel wat te zeggen. Heeft men een bepaalde weerstand (geleider, of welke andere weerstand ook) dan vertegenwoordigen de bewegende electronen een bepaalde hoeveelheid energie. Hoe sneller ze bewegen, des te grotere energie vertegenwoordigen ze. Men heeft een formule kunnen afleiden, waaruit men de effectieve waarde van de ruisspanning aan de klemmen van zo'n weerstand kan berekenen. Deze ziet er als volgt uit:

$$u^2 = 4 k \cdot T \cdot \Delta f \cdot R$$

Hierin is u de ruisspanning aan de klemmen van een weerstand R , die zich op een temperatuur van T graden Kelvin (= graden Celsius + 273) bevindt.

Verder is k een natuurkundige grootheid, nl. de constante van Boltzmann = $1,37 \cdot 10^{-23}$ en Δf is het beschouwde frequentiegebied. Op de betekenis hiervan wordt straks teruggegaan.

* * *

zichtbare bewegingen plaats hebben, gering en is het optreden ervan zeldzaam in vergelijking met hetgeen wij ons van de moleculairbeweging moeten voorstellen.

Als wij bedenken, dat moleculen nog weer bestaan uit atomen en dat electronen tot de onvoorstelbaar kleine bouwstenen der atomen behoren, dan doen wij met het toepassen der benaming Brown'se beweging op de electronen een stap als van de Melkweg naar een zandkorrel.

Bovendien zijn de zichtbare Brown'se bewegingen een *secondair* verschijnsel: het traag wegstoten van relatief zware lichamen door veel kleinere projectielen met eigen beweging, terwijl de electronenbeweging tot de categorie der eigenbewegingen behoort. In dat opzicht is zelfs de vergelijking met de Brown'se beweging niet juist. C.

Een electronenbuis is ook een bron van geruis. Denkt men zich het mechanisme van zo'n buis eens goed in, dan is er een kathode, die electronen uitzendt als ze op een bepaalde temperatuur is gekomen. Deze electronen kunnen zich naar de plaat bewegen en veroorzaken dan een stroom door de aan deze plaat bevestigde uitwendige keten. Die stroom wordt geleverd door de electronen, die van de kathode naar de plaat bewegen. Maar stellen we ons dat goed voor, dan zijn dat dus allemaal deeltjes met een elementaire lading, die weliswaar klein, doch niet oneindig klein is. In een bepaald tijdsbestek zullen niet steeds evenveel electronen de plaat bereiken, of met andere woorden: nu eens komen er wat meer, dan weer wat minder dan het gemiddelde aantal op de plaat aan, met als gevolg dat de plaatstroom kleine variaties rondom de gemiddelde waarde ondergaat. In de plaatketen vloeit dus een gemiddelde gelijkstroom met daarop gesuperponeerd een fluctuatie-stroom of ruisstroom. Hoewel deze ruisstroom klein is, kan hij soms toch erg hinderlijk zijn.

Nu geven niet alle buizen evenveel ruis. Een buis bevat in de plaatstroom een grotere ruisstroom naarmate ze meer roosters bevat. Men kan zich dat zo voorstellen, dat zij een triode alle electronen, die het stuurrooster passeren, op de plaat terecht komen. Bij buizen met meer roosters kunnen de electronen, na het stuurrooster gepasseerd te zijn, verschillende kanten op. Bij een penthode bijvoorbeeld, kunnen ze óf naar het schermrooster óf naar de plaat. Nu neemt de wisselvalligheid van het treffen van de plaat door een bepaald electron toe, want een bepaald electron, dat eigenlijk naar de plaat wilde gaan, komt nog juist op het schermrooster terecht. De emissiestroom, die al een normale fluctuatie vertoont, krijgt er — van de plaat af gezien — nu nog een fluctuatie bij, nl. de wisselvalligheid, waarmee deze stroom zich verdeelt over schermrooster en plaat. Men noemt deze extra ruis wel de *verdelingsruis*. Bij een mengbuis (heptode of hexode) zijn de fluctuaties van de plaatstroom nog groter omdat er nu meer roosters zijn waarover de emissiestroom zich kan verdelen.

* * *

Wij hebben bij de ruis, die door deze stroomfluctuaties wordt veroorzaakt, wat langer stilgestaan, maar nu moeten wij terugkeren tot het uitgangspunt: de *aequivalente ruisweerstand*. Zoals gezegd, treft men dit begrip aan in tabellen met buisgegevens. Deze weerstandswaarde is nergens te vinden in de buis zelf, want het is een *fictieve* weerstand, die alleen voor het gemakkelijker rekenen is ingevoerd. Men redeneerde hierbij als volgt: Een bepaalde variërende plaatstroom (in ons geval dus de fluctuaties tengevolge van het hagelkarakter van de electronenstroom) kan veroorzaakt worden door een bepaalde, net zo variërende roosterspanning aan te leggen.

De plaatstroom i_a is immers gegeven door het product van de helling S en de roosterspanning u_r

$$i_a = S \cdot u_r$$

Nu kan men zich een *ideale*, niet ruisende buis denken met zulk een spanning op het stuurrooster, dat die dezelfde plaatstroom-variaties teweeg brengt. Maar daar de fluctuaties in de plaatstroom van precies hetzelfde karakter zijn als de fluctuaties van de spanning op de klemmen van een weerstand, heeft men de ruisspanning op het rooster afkomstig gedacht van een denkbeeldige weerstand tussen rooster en kathode. Deze weerstand nu noemt men de aequivalente ruisweerstand. Het is een schijnbare weerstand tussen rooster en kathode van een geïdealiseerde buis, die evenveel ruisstroom veroorzaakt in de plaatketen, als de ruisstroom van de werkelijke (niet geïdealiseerde) buis bedraagt.

Men kan deze ruisweerstand voor een bepaalde buis berekenen. De formules daarvoor luiden als volgt:

Voor een triode

$$R_{\text{aeq}} = \frac{2 \text{ à } 4}{S}$$

Voor een penthode

$$R_{\text{aeq}} = \frac{20 \cdot I_a}{S^2} \frac{I_{e2} + (0,1 \text{ à } 0,2) S}{I_a + I_{e2}}$$

In beide formules moet men de helling S invoeren in mA/V en de schermrooster- en plaatstroom (I_{e2} en I_a) in mA. De aequivalente ruisweerstand wordt dan gevonden in kilo-ohms ($k\Omega$).

Er staat in de formule van een triode een factor in de teller, die enigszins van de buisconstructie afhangt en tussen 2 en 4 ligt. In de formule voor een penthode vindt men die terug in de factor 0,1 à 0,2.

Enkele voorbeelden:

1. Een triode AC2 heeft een helling van $2\frac{1}{2}$ mA/V zodat de R_{aeq} wordt

$$\frac{2 \text{ à } 4}{2,5} = 0,8 \text{ à } 1,6 \text{ k}\Omega$$

De werkelijke waarde ligt bij ca 1400 Ω .

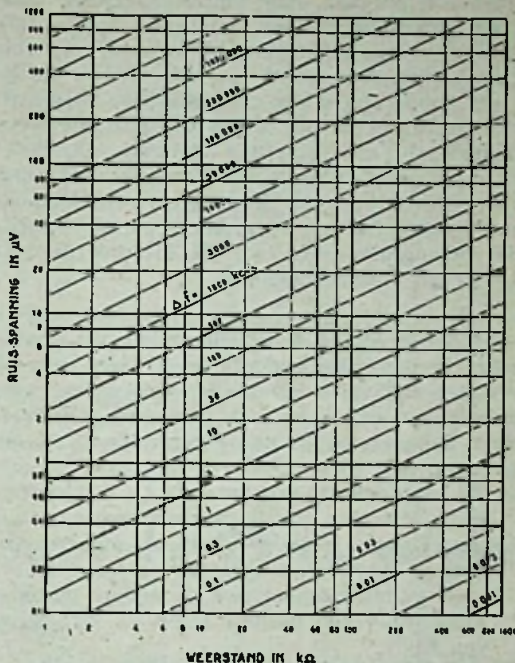
2. Een penthode EF6 daarentegen heeft een veel grotere ruisweerstand tengevolge van de aanwezigheid van een schermrooster, dat de extra verdeelingsruis veroorzaakt.

$$S = 2 \text{ mA/V} \quad I_a = 3 \text{ mA} \quad I_{e2} = 1,1 \text{ mA}$$

$$R_{\text{aeq}} = \frac{20 \times 3}{2^2} \frac{1,1 + 0,1 \times 2}{3 + 1,1} = \text{ca } 5000 \Omega$$

3. Voor een mengbuis geldt de penthodeformule ook, mits men voor I_{e2} de som van I_{e2} en I_{e4} invult

NOMOGRAM VOOR HET BEPALLEN VAN DE EFFECTIEVE WAARDE DER RUISSPANNING VAN EEN WEERSTAND BIJ KAMERTEMPERAATUUR



en voor de helling S niet de gewone, maar de menghelling (conversie steilheid) neemt.

Voor een UCH21 vindt men bij een instelling van $I_a = 3$ en $I_{e2} + I_{e4} = 1,6$ mA en $S_e = 0,7$ mA/V een aeq. ruisweerstand van ca 45 $k\Omega$.

* * *

Om nu te kunnen uitrekenen hoeveel de effectieve ruisspanning aan het rooster van zo'n buis bedraagt, nemen we onze toevlucht tot de reeds vermelde formule

$$u^2 = 4 k \cdot T \cdot \Delta f \cdot R_{\text{aeq}}$$

Om een indruk te hebben van deze formule, zullen we eens uitrekenen hoeveel de (schijnbare) ruisspanning aan het rooster van de genoemde UCH21 als mengbuis bedraagt. Zoals reeds gezegd, is $k = 1,37 \cdot 10^{-23}$; $T = 273 + 15 = 288$ (15° Celsius = kamertemperatuur); $\Delta f = 10$ kHz (de bandbreedte van de ontvanger, waarin deze buis voorkomt) en $R_{\text{aeq}} = 45 \text{ k}\Omega$.

Uit een berekening volgt dan $u^2 = 4 \times 1,37 \times 10^{-23} \times 288 \times 10^4 \times 45000 = 7,1 \cdot 10^{-12}$ of $u = 2,7 \cdot 10^{-6}$ volt of 2,7 μV .

Het nuttig signaal, aan het rooster van deze buis aangeboden, moet dus minstens 2,7 μV bedragen om (na versterking) nog juist even sterk te zijn als de waargenomen ruis. Hieruit volgt al direct, dat de ruis de grens van de nog mogelijke versterking bepaalt. Signalen kleiner dan 2,7 μV in

ons voorbeeld verzinken in de ruis en kunnen niet meer worden waargenomen. Om het ingewikkelde rekenen te ontgaan, staat bij dit artikel een nomogram afgedrukt, dat het berekenen van de ruisspanning vergemakkelijkt. Het is ontworpen voor kamertemperatuur, zodat men voor hogere (of lagere) temperaturen een correctie moet toepassen. Men zoekt op de abcissen de gewenste weerstandswaarde op, gaat dan verticaal naar boven tot de lijn van de gewenste frequentieband wordt gesmeden en gaat dan horizontaal naar links om de ruisspanning op de ordinaten af te lezen. Het nomogram geeft voor $45 \text{ k}\Omega$ inderdaad ca $2,7 \mu\text{V}$ als ruisspanning aan.

* * *

Uit het hierboven behandelde blijkt, dat men ter wille van een grote versterking, of liever gezegd: een gevoeligheid voor kleine spanningen, moet streven naar een zo klein mogelijke R_{eq} . Hiervoor staan blijkens de formules verschillende wegen open, nl.

a. Bij een penthode proberen om I_{e2} zo klein mogelijk te maken, dus het schermrooster te monteren in de „schaduw” van de stuurroosterdraden. Men heeft dit geprobeerd, maar het ook weer verlaten omdat men op andere manieren meer winst kon boeken. (EF8 als verbetering van EF6).

b. De helling vergroten. Men heeft dit gerealiseerd in de EF50: $S = 6,5 \text{ mA/V}$ $I_a = 10 \text{ mA}$ $I_{e2} = 3 \text{ mA}$

$$R_{\text{eq}} = \frac{20 \times 10}{6,5^2} \cdot \frac{3 + 0,15 \times 6,5}{10 + 3} = 1,4 \text{ k}\Omega$$

Ten opzichte van de EF6 is dat dus reeds een flinke verbetering, van 5000 op 1400 Ω .

c. Door terug te keren tot de triode, en zodoende genoeg te nemen met een kleine versterking ten gunste van een kleinere ruisweerstand. Men mist nu namelijk de extra verdelingsruis. Tevens maakt men ook de helling groot. Een voorbeeld daarvan is de „twin-triode” 7F8, die twee trioden in één ballon bevat met ieder een helling van 7 mA/V . De ruisweerstand daarvan zal, hoewel cijfers ontbreken, liggen tussen

$$R_{\text{eq}} = \frac{2 \text{ à } 4}{S} = \frac{2 \text{ à } 4}{7} \text{ of rondweg } 500 \Omega.$$

In kortegolfontvangers, speciaal bijv. bij FM-ontvangst, waar de bandbreedte zo groot is, is een kleine R_{eq} van veel belang.

Voorbeeld: De bandbreedte bij FM-omroep is ca 200 kHz, zodat Δf in formule en nomogram nu wordt 200 kHz. Een triode met $R_{\text{eq}} = 500$ heeft dan een fictieve ruisspanning aan het rooster van ca $1 \mu\text{V}$.

Tot slot moet nog worden opgemerkt, dat de formules voor R_{eq} slechts gelden voor frequenties boven ca 100 kHz. Daar beneden is R_{eq} belangrijk groter dan uit de formule zou blijken. Voor het berekenen van een microfoonversterker (30—15000

Hz) mogen deze formules dus niet zonder meer worden gehanteerd.

Over enkele toepassingen van het hier beschreven verschijnsel van de ruis een volgende maal.

v. d. B.

Intelex verzorgt uw reizen

Wij kennen allen de wonderen van de automatische telefoon, die de gewenste lijnen kiest, daarbij bezette lijnen overslaat, zo nodig een andere verbindingroute opent, of eenvoudig waarschuwt als er momenteel geen vrije lijn is.

De Int. Telephone and Telegraph Corp. is op het denkbeeld gekomen, de beginselen van deze automatiek ook toe te passen voor de plaatsbespreking in treinen en verkeersvliegtuigen. Reisbureaux kunnen zich daartoe aansluiten op een speciaal net van een onderneming, die Intelex wordt genoemd.

Als een reiziger zijn wensen aan het personeel van het reisbureau heeft kenbaar gemaakt, pons dat personeel een codekaart, die bijzonderheden over de verlangde reis bevat, stopt die in het apparaat van de Intelex, een soort van verreschrijver, en de machine op het hoofdkantoor vindt dan automatisch uit, in welke treinen of vliegtuigen plaats open is; zo ja, dan komt een bevestiging als antwoord; zo nee, dan geeft het toestel alles bezet, of duidt een andere route aan, die wel nog open is om het doel der reis te bereiken. Zelfs rondreizen kunnen door de apparatuur behandeld worden.

Intussen kan de Intelex ook worden gebruikt als boekhoudmachine en inventarisatie-machine.

Of het systeem reeds bij Amerikaanse reisbureaux in werking is, meldt het verhaal niet.

C.

De Eriscoop

Het December-no. van „Radio française” geeft een korte beschrijving van een nieuwe Franse constructie ener televisie-camera-buis, die in afwijking van de iconoscoop een beeldscherm bevat, dat niet bestaat uit een geïsoleerde plaat, waarop een mozaïek is aangebracht van onderling gescheiden puntjes ener lichtgevoelige stof, maar een plaat met een continu-oppervlak van een materiaal, dat secundaire emissie vertoont en tevens zo goed isoleert, dat de verschillende ladingen, die door de beeldprojectie op verschillende delen van de plaat ontstaan, zich daar kunnen handhaven. De ladingsverschillen, die door de secundaire emissie onder invloed van de beeldprojectie op verschillende punten ontstaan, blijven door de isolatie gelocaliseerd, zodat een onderverdeling in een mozaïek niet nodig is.

De afmetingen van het optische beeld zijn zeer klein, n.l. 9 bij 12 millimeter. Dit beeld wordt door een electro-optisch systeem 6 tot 8 malen vergroot en is zo fijn van detaillering, dat het in 800 lijnen kan worden afgetast. De diepte-scherpte is bijzonder goed.

C.

Een zeer eenvoudige tijdschakelaar

Onze medewerker vdB heeft in R.-E. 1947 no. 18 een schakeling besproken van een Electronische tijdschakelaar.

Een zeer vereenvoudigd apparaat van die soort, op een ander principe berustend, is beschreven in Radio Craft.

Zoals de figuur aangeeft, is er behalve een relais R en een gloeistroom transformator T, enkel een diode en een kleine batterij B voor nodig. De diode kan ook een oude versterkerbuis zijn met doorverbonden plaat en rooster(s). Ook een direct verhitte buis kan soms heel goed passend blijken.

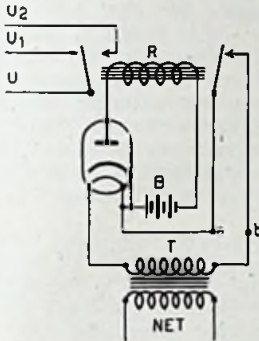


Fig. 1.

Men ziet gemakkelijk in hetgeen hier zal gebeuren. De gloeistroom loopt over één der relaiscontacten; zodra de kathode op temperatuur is, gaat batterij via de wikkeling van R stroom zenden door de diode; hierdoor valt het relaiscontact in de gloeistroomleiding uit, zodat de kathode gaat afkoelen en na enige tijd de stroom van batterij B door het relais zoveel zal verminderen, dat het relaiscontact in de gloeistroomleiding zich weer sluit. Dit verbreken en zich weer sluiten van de gloeistroom herhaalt zich regelmatig.

Het hangt nu van de relais-constructie af, wat men daar allemaal mee kan bereiken. In fig. 1 is een vrij ingewikkeld relais ondersteld, waarbij beurtelings $u - u_1$ en $u - u_2$ worden doorverbonden. Fig. 2 onderstelt een eenvoudiger relais, waarbij dezelfde contactarm, die het gloeistroomcircuit maakt en verbreekt, in tegenfase hiermee het over u en u_1 lopende circuit bedient, waarin een andere spanningsbron is opgenomen (in de figuur is dat de netspanning zelf).

De opeenvolgingsnelheid der sluitingen en verbrekingen laat zich op allerlei wijzen beïnvloeden.

Met een duodode 6H6 met parallel verbonden dioden, een 1500 ohm relais, dat op 0,5 mA aansloeg en een batterij van slechts 1,5 volt, bleken de verbrekings en contacttijden elk ongeveer 15 sec. te zijn.

Buizen voor lage spanning en grote stroom koelen en verwarmen langzamer en geven langer

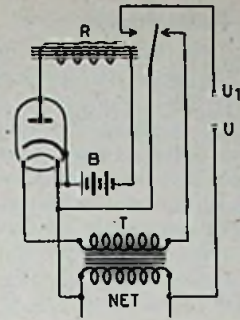


Fig. 2.

durende perioden. Kleine batterijbuizen geven kortere perioden. De spanning der relais-veren speelt ook een rol. Ten slotte kan tussen de in fig. 1 aangegeven punten a en b een weerstand worden aangebracht, die de gloeistroom gedeeltelijk onderhoudt tijdens de verbrekingen en daardoor de afkoeling langzamer doet plaats hebben.

C.

Zo was het 25 jaar geleden

Uit R.-E. van 16 Augustus 1923:

Vonkje.

Fransche bladen schijnen geloof te hechten aan een gerucht, als zou in Duitschland een uitvinding zijn gedaan, waardoor men met den zender te Nauen op grooten afstand ontstekingsmagneten kan beletten te vonken, dus auto's en vliegtuigen kan stop zetten. Heel waarschijnlijk klinkt het niet.

Uit R.-E. van 23 Augustus 1923:

De herstelde verbinding met Indië.

De reparatie der bergantenne op Malabar is gereed gekomen en het draadloos verkeer Kootwijk-Bandoeng heeft nu weer geregeld plaats. Er is nu geregeld verbinding tusschen 8 en 12 uur 's avonds en meestal ook tusschen 7 en 10 uur 's morgens. Na 11 uur en na 9 uur 's morgens wordt de ontvangst over en weer geleidelijk minder. Het verkeer heeft als regel plaats met den machine-zender op Malabar. De boogzender wordt wel zoo nu en dan in dienst gesteld, maar de boog breekt nog telkens af. De golflengte van Bandoeng is als regel des avonds 7500 meter, des morgens 15000 meter.

Wanneer de machinezender met toerenregeling werkt, is de golf wat langer (7800 en 15600 meter). Veranderingen in de golflengte komen ook gedurende de diensttijden wel voor.

Draadloos concert N.S.F.

De N.S.F. gaf j.l. Zondagavond haar derde proefconcert, dat algemeen gewaardeerd werd. Het doorverbinden van de Hotel Hamdorf-Jazz-Band uit Laren slaagde goed. A.s. Zondag zal een speciaal piano-muziekprogramma gegeven worden.

De Engelse Relais-omroep.

In ons vorig No maakten wij melding van de proeven der Engelse omroepstations, die allen gelijktijdig hetzelfde programma uitzonden. Wij verkeerden in de meening, dat hierbij de muziek draadloos werd ontvangen en daarna weer uitgezonden, ofschoon het een raadsel was in dat geval, hoe men vereringer van luchtstoringen kon vermijden. Nu blijkt evenwel uit de „Wireless World”, dat 't zoo ook niet gebeurt. Men ziet daar een foto van Capt. Eckersley, hoofdingenieur der Omroep Mij, staande bij een schakelbord, waarop de telefoon-landlijnen uitkomen, waardoor de stations met Londen worden verbonden. Het geschiedt dus langs de lijn en niet draadloos.

Uit R.-E. van 30 Augustus 1923:

Draadloose omroep van den gala-avond in het Kurhaus te Scheveningen.

Van den kunstavond, georganiseerd door het Comité voor de luisterrijke viering van het 25-jarig regeeringsjubileum van H.M. de Koningin, in samenwerking met de Directie van Zeebad-Scheveningen, Zaterdagavond 1 September te geven in het Kurhaus, en bij te wonen door Hare Majesteit, is door de bereidwilligheid van den Directeur-Generaal der Mij. Zeebad draadloose uitzending door de Omroepcommissie der Ned. Ver. voor Radiotelegrafie met den zender van PCGG toegestaan. Deze kunstavond heeft Zaterdag 1 September plaats van 8.15 tot 10.15 nam.

De Engelse Omroep.

Vanaf 29 Augustus geeft Londen 2LO het volgende dagelijksche programma: 5.20—5.50 vrouwenuur; 5.50—6.35 kinderruur; 7.20 eerste berichten; 7.50—10.50 concert, onderbroken te 9.50 voor de laatste berichten.

Prijzblad

De fa. Radio Groeneveld te Amsterdam zond ons een prijsblaadje van het Goosen-storingfilter, bestemd om aangesloten te worden op het stopcontact, waarvan men stroom voor het ontvangtoestel wil afnemen. Het filter moet zelf goed geaard worden en voorkomt het doordringen van motorstoringen e.d. uit het lichtnet in het radio-apparaat.

VRAGENRUBRIEK

W. B., Swalmen. — 1. Het verschijnsel van het brommen van een toestel met indirect verhitte buizen tijdens het warm worden, als een direct verhitte gelijkrichter wordt gebruikt, houdt verband met het direct na inschakeling aanwezig zijn van de gelijkspanning, terwijl de door de gloeilichamen verwarmde kathoden telkens als de gloeistroom maximaal is, iets warmer worden dan als de gloeistroom door nul gaat. De emissietempe-

ratuur wordt het eerst bereikt tijdens de momenten van gloeistroom-maximum. Dit zal minder merkbaar zijn naar mate de kathoden grotere warmte-capaciteit bezitten en dus al van het begin der verwarming af een meer gelijkmatige temperatuur aannemen.

2a. In een tussenversterkertrap, waar R_1 de anodeweerstand der voorafgaande buis is en R_2 de lekweerstand der volgende buis, vormt niet R_1 de belasting voor de als wisselspanningsgenerator werkende 1ste buis, maar de parallelschakeling van R_1 en R_2 .

b. Uw opvatting, dat een transformator 20 : 1 de luidspreker-weerstand van 10 ohm omtransformeert tot een R_n van 4000 ohm aan de primaire zijde, is juist. Die R_n is dan echter als zuivere weerstand te beschouwen, zodat het spanningsrendement eenvoudig $R_a : (R_a + R_n)$ wordt.

3. Het door een batterij met spanning E en inw. weerstand R_i afgegeven vermogen wordt het grootst als $R_n = R_i$ en aangezien het door een lamp afgegeven licht afhangt van het in de gloeidraad ontwikkelde vermogen, zou dit de gunstigste weerstand voor de gloeidraad zijn. Maar dan moet daarbij opgemerkt worden, dat de lamp ook erop gemaakt moet zijn om met $\frac{1}{2}$ E inderdaad licht te geven.

4. De stroom in de secundaire van een luidsprekertransformator kan gemeten worden met een hittedraadmeter. Voor de in aanmerking komende stromen (grootte-orde ampères) zal bijv. een instrument met inw. weerstand van 1 ohm dienst kunnen doen. Om de aan het spreekspoeltje afgegeven stroom te meten, zou de meter tussen secundaire en spreekspoeltje zijn te schakelen. De toevoeging van 1 ohm in de keten geeft dan intussen een te lage aanwijzing. Hoe lager de meterweerstand, des te geringer wordt de fout.

E. R., den Haag. — Het is onmogelijk, voor spoelstelontwerpen windingaantallen te geven voor antennekoppeling en terugkoppeling, die zekerheid zouden geven, dat die aantallen beslist het meest geschikt zouden zijn voor het doel. De grootte der koppelwikkeling voor de antenne beheerst vrij sterk de selectiviteit. Bij ijzerkernspoelen kan men 1/10 à 1/7 van het aantal windingen van de afstemspoel als normaal aannemen. Voor terugkoppeling 1/7 à 1/6 van het aantal windingen der hoofdspoel. Voor een golfbereik beneden 50 m kan men 1/3 à 1/2 nodig hebben. Het is onvermijdelijk, dat hierbij wat overgelaten blijft aan eigen experiment. Het is niet voor alle buistypen en alle spoelkwaliteiten en bouw-wijzen gelijk.

J. B. S., Enschede. — 1. Het bepalen der frequentie van een Mfr. transformator kunt u uitvoeren door een meetzender aan de ingangskring te verbinden en een lampvoltmeter aan de uitgang. Als u de afstemming van de meetzender varieert, zal de grootste uitslag worden verkregen als deze oscillator juist op de transformatorkringen is afgestemd.

Heeft u deze hulpmiddelen niet ter beschikking, dan kunt u/beprouwen, met een triode van de transformator zelf tijdelijk een oscillator te maken. Daartoe wordt van één der kringen het afstemcondensator-tje losgesoldeerd en deze wikkeling als terugkoppelwikkeling gebruikt. Als het zaakje

genereert, gaat u luisteren op een gewoon ontvangtoestel. Heeft de transformator 110-130 kHz, dan zult u op de lange-golfband bij 220-260 de klik van de 2de harmonische horen. Is het omstreeks 465 kHz, dan komt deze klik op de middegolfstand bij 930 kHz.

2. De VY1 en VY2 hebben beide een gloeistroom van 50 mA, maar de VY1 heeft 55 volt gloeisp., de VY2 heeft 30 V gloeisp. De anodesp. is 250 V, waarbij de anodestroom van de VY1 mag worden ingesteld op 60 mA, die van de VY2 op 20 mA.

3. De Selenofoon, waarover in jaargang 1933 iets werd verteld, was niet een apparaat dat een amateur zelf kon vervaardigen. Daar kwam nog heel wat bij te pas. Overigens heeft het systeem niet voldaan op de duur. De ruisvrijheid is bij opname op papier lang niet wat men er destijds van verwachtte. Als niet zeer kostbaar papier wordt gebruikt, hindert de vezel.

4. Het omzetten van geluidstrillingen in een notatie, waarvan men de muziek zou kunnen aflezen, is een idee, waarvoor wij geen verwezenlijking kennen. Over apparatuur, die een ontleding van de trillingen in hun componenten zichtbaar maakt, vindt u iets in 1934 no. 52 en 1935 no. 1 (Geluidsprisma), voorts in 1937 no. 20 (Geluidspectrometer).

J. A. M. de F., Haarlem. — 1. Zoals wij in de vragenrubriek in R.-E. no. 12 al opmerkten, is het schoksgewijs weer opkomen en verdwijnen van ontvangst in het algemeen toe te schrijven aan slechte contacten. Waar in Uw geval nu weer sprake is van de ECH21, geven wij opnieuw de raad, de soldering van het kathodedraadje in de punt van de zoekerven te controleren. Zie no. 12.

2. Juist is Uw opvatting, dat toonregeling in het algemeen berust op spanningsverdeling, waarbij als regel een condensator wordt gebruikt als frequentie-afhankelijke wisselstroomweerstand:

$$X = \frac{1}{2\pi nC} \text{ als } n \text{ de frequentie voorstelt en } C \text{ in Jarads is uitgedrukt.}$$

Bij berekeningen moet er echter op gelet worden, dat deze X wel in ohms wordt uitgedrukt, maar geen gewone weerstand is, doch een schijnweerstand, waarin spanning en stroom in phase zijn verschoven. Daardoor wordt X met R in serie met $X + R$ doch $\sqrt{X^2 + R^2}$ en X met R parallel wordt $\frac{XR}{\sqrt{X^2 + R^2}}$. In het eerste geval heeft

X weinig invloed, zolang die kleiner is dan R . In het tweede geval heeft R weinig invloed zolang X kleiner is dan R . Vandaar dat men inderdaad globaal de frequentie, waarvoor $X = R$ wordt, als de overgangsfrequentie kan beschouwen, al is dat niet geheel juist.

In tegenkoppelingsschakelingen worden de frequenties, die het gemakkelijkst worden doorgelezen, het meest verzwakt.

3. Contrastexpansie met een gloeilampje in de tegenkoppelingsschakeling is één der eenvoudigste methoden, maar een deel van de kathodeweerstand der buis, waarop de tegenkoppeling werkt, moet niet-overbrugd blijven door een condensator, anders is er geen tegenkoppeling voor wisselspanningen (kortsluiting door de parallelcondensator).

A. B. v. L., Roosendaal N.-B. — 1. Voor Uw toestel met Megatroneenheid en 2 Hfr. buizen, naar het principe van R.-E. 1941 no. 14 kunt U gebruiken EF22, ECH21 en EBL21.

2. Sokkelaansluitingen zie R.-E. 1941 no. 22.

3. Aangezien gedissipeerd vermogen in een weerstand $= I^2R$, zal een weerstand, die voor $\frac{1}{2} W$ is gemaakt, $1,4 \times$ grotere stroom verdragen dan een voor $\frac{1}{4} W$ vervaardigde. In het algemeen wordt de voor groter wattverbruik gemaakte minder warm. De nauwkeurigheid der waarden van thans in de handel zijnde weerstanden en condensatoren is voor de gewone ontvangschakelingen zeer voldoende.

4. Het eenvoudigste systeem van tegenkoppeling voor Uw schakeling is een weerstand van bijv. 50 000 ohm van plaatindlamp naar plaattriode, die als voorversterker dient. U kunt een condensator in serie schakelen met die weerstand. Een wat kleine condensator (10 000 pF of minder) maakt de tegenkoppeling voor hoge frequenties sterker dan voor de lage.

5. Pickup komt tussen 17 en aarde, terwijl 16 moet worden verbonden tussen Uw R_{11} en P.

6. Indien in het schema 1941 no. 14 blz. 161 R_2 met aarde verbonden, zal bij optreden van regelspanning de afnemende anodestroom een vermindering der kathodespanning veroorzaken, dus de regeling minder effectief zijn. De waarde van R_1 moet groter wezen als R_2 aan aarde komt.

7. Maakt weinig verschil.

8. De leidingen, rooster en plaat 2de buis moeten elkaar niet beïnvloeden. Roosterleiding afschermen en goed uit elkaar houden.

9. Uw asr-schakeling is goed.

10. Er zijn zoveel kleine verschillen in achtereenvolgende edities van deze afstemmen, dat U dit zelf zult moeten beproeven.

11. Als men de EBL21 6 V negatieve resp. geeft in plaats van 5,2 V, wordt de aanpassing 7000 ohm en het stroomverbruik wat geringer. Alleen wordt dan het max. af te geven vermogen bij verwaarloosbare vervorming wat kleiner.

Vonkjes

Televisie werd onlangs te New-York gebruikt om een tweetal invalide gebleven militairen te helpen aan een mogelijke betrekking. De een liet zijn bedrevenheid als auto-reparateur zien, de ander als technisch tekenaar. Onmiddellijk kwamen per telefoon 35 aanbiedingen binnen. De zender WNBT wil deze soort uitzendingen voortzetten.

De National Broadcasting Cy te New-York heeft voor haar televisie drie studio's gehuurd van de RKO-Pathé geluidsfilm-onderneming. De grootste heeft een oppervlak van 33 bij 18 meter. In totaal beschikt de NBC nu over 5 televisie-studio's.

Dr. Greenleaf W. Pickard, de feitelijke ontdekker van de kristaldetectie (snicon, later zinkiet-koperpyriet) is 70 jaar geworden. Tussen 1902 en 1906 onderzocht hij 30 000 verschillende combinaties van materialen op detector-eigenschappen. Pickard is nog steeds werkzaam als consulterend ingenieur.



GEVESTIGD 1918

RADIO INSTITUUT STEEHOUWER

(I. v. R.)

Graaf Florisstraat 74

Rotterdam

Telefoon 34520

Aanvang der
nieuwe MONDELINGE dag- en avondcursussen voor

RADIO

TELEGRAFIST (koopv. en luchtv.)

TECHNICUS (dipl. N.R.G.)

MONTEUR idem

AMATEUR

op Maandag 6 Sept. a.s. Prospectus op aanvraag. Inschrijving van heden af.

Het I. v. R. verzorgt bovendien **SCHRIFTELIJKE** cursussen voor

Radio-Technicus

Radio-Monteur

Radar-Technicus

Radio-Amateur

Film-Technicus

Navigator 2de kl.

Studio- en Opname-Technicus

Samengesteld en geleid door experts.

Proefles en uitvoerige inlichtingen

op aanvraag (f0.25 in postz.)

