

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

AMPLITUDE-MODULATIE

op $3\frac{1}{2}$ meter golflengte

In het Augustus-no. van de Wireless World schrijft de Amerikaanse ingenieur Sarkes Tarzian over proeven, die genomen zijn met AM-omroep in het golflengte-gebied, waar thans in Amerika als regel FM wordt toegepast.

Hij verklaart te behoren tot de vele radio-ingenieurs, die op het standpunt staan, dat men de zeer hoge frequenties economischer kan gebruiken door toepassing van amplitude-modulatie dan met frequentie-modulatie. Om nu de mogelijkheden te onderzoeken, die AM hier biedt, werd de in R.-E. no. 15 reeds door ons vermelde zender W9XHZ te Bloomington in Indiana geïnstalleerd, werkende op 87,75 megahertz met 200 watt in de antenne. Het ging hierbij om het geven van hoge kwaliteit, tot uitdrukking komende in de eis, dat de modulatie van 30 tot 15 000 hertz „recht” moest blijven binnen 3 decibel. Hij noemt dit systeem Hifam (high fidelity amplitude modulation).

De zender staat in zeer heuvelachtig terrein met hoogten tot ongeveer 300 m boven de zeespiegel, terwijl de in alle richtingen rondstralende antenne op 265 m hoogte staat. Het is een antenne van 8 „verdiepingen” met z.g. coaxiale stralers, waarmee horizontaal een 10-voudige antenne-versterking wordt verkregen, terwijl de constructie weinig kostbaar is. De uitstraling is verticaal gepolariseerd, teneinde voor kleine, verticale ontvangantennes zo gunstig mogelijke voorwaarden te scheppen. Daarin is dus rekening gehouden met hetgeen men bij de meeste omroepuisterraars kan verwachten.

Bloomsbury is een kleine plaats, waar de veldsterkte in het bebouwde gedeelte 5 tot 250 millivolt per meter bedroeg, terwijl de $50 \mu\text{V/m}$ grens zich tot 40 km afstand uitstrekt met de gebezigde 200 watt, die eventueel kan worden verhoogd. De

studio-versterkers zijn van 30 tot 15 000 hertz binnen 1 dB recht. Er worden compressie-versterkers gebruikt om een hoog gemiddeld modulatiepercentage te handhaven.

Van de zijde der luisteraars beschouwd, is aan de toepassing van AM het voordeel verbonden, dat de uitzendingen met behulp van goedkope voorzetapparaten ontvangen kunnen worden op alle gewone omroepoestellen, zoals die bij duizenden overal aanwezig zijn.

Het belangrijkste werk, dat te doen viel, betrof het ontwerpen van een zeer stabiel voorzetapparaat voor zo korte golf, zonder dat het te kostbaar zou worden. De frequentie-stabiliteit, die men zich ten doel stelde was 0,002 %. Verder is van essentieel belang voor een voorzetapparaat zonder hoogfrequenttrap, dat de signaal/ruisverhouding in de mengtrap hoog gehouden wordt. Daartoe is een penthode-mengbuis 6BA6 toegepast met afzonderlijke triode-oscillator.

Om een zo gering mogelijk frequentie-verloop te verkrijgen tijdens het warm worden van de ontvanger, werd voor het voorzetapparaat de montage gekozen in de vorm, die als „schoorsteentype” wordt aangeduid. Hierbij strijkt een luchtstroom van koele lucht (op kamertemperatuur) van beneden naar boven langs de onderdelen van de oscillator. De oscillatorspoel is gewikkeld op Invar, dat een verwaarloosbare uitzettings-coëfficiënt heeft en de condensatoren in de afgestemde kring zijn van het type met nul-coëfficiënt, dat in Amerika thans normaal is te verkrijgen. In vele gevallen bleek reeds na 5 minuten na inschakeling de frequentie constant te worden en zeker na 10 minuten, terwijl uit opgenomen krommen blijkt, dat in de gunstigste gevallen de in die tijd ingetreden variaties beneden 3 kHz bleven, in de on-

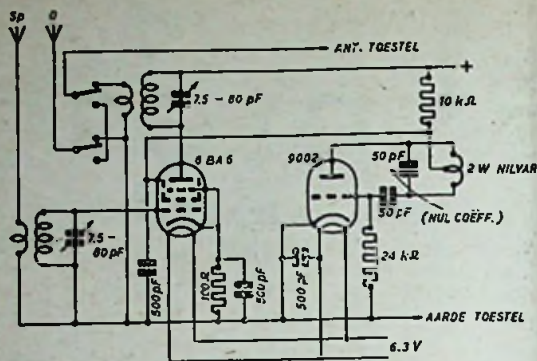


Fig. 1. Schema van het voorzetapparaat voor Hifam-ontvangst.

O = gewone omroepantenne.
Sp = speciale kortegolfantenne.

Bij de genomen proeven kwam het signaal binnen met een frequentie van 87,75 megahertz en was de oscillator vast afgeregeld, waardoor de gewone ontvanger moest worden afgestemd op de middenfrequentie van 1500 kHz.

gunstigste beneden 9 kHz. De versterking van het ontworpen voorzetapparaat is 25-voudig.

Wat de signaal/storingverhouding betreft, die bij gewone omroepontvangers vaak niet meer is dan 25 : 1, werd voor het voorzetapparaat 110 : 1 bereikt.

De uitzendproeven werden in Mei 1946 aangevallen en voorzetapparaten van het beschreven type zijn sedert Juli 1946 in gebruik geweest, waarbij zij aan de verwachtingen goed voldeden. Het bleek mogelijk, ze op een verkoopprijs van 5,95 dollar te stellen.

Voor gebruik in het randgebied van de werkingssfeer van de zender, voor veldsterkten van 50-100 μ V/m werden afzonderlijke voorzetapparaten met hoogfrequenttrap gebouwd, die voor 9,95 dollar leverbaar waren.

Ook zijn complete, niet kostbare 6-lampontvangers gebouwd, waarin de mogelijkheid om de Hifam-uitzendingen te ontvangen, zijn verwezenlijkt door eenvoudig een extra kortegolfband toe te voegen. Hierin werden normale omroeponderdelen verwerkt met mfr. transformatoren afgestemd op 460 kHz, waarvan de bandbreedte kan worden vergroot om de bredere frequentieband door te laten. Dit zijn ontvangers voor alle omroep, die 30 dollar kosten. Ten slotte zullen alle ontvangers voor AM altijd eenvoudiger en daarom goedkoper blijven dan voor FM en keus geven van ontvangst van een veel groter aantal zenders.

De schrijver verzekert, dat de omroep-service, die de 200 watt-zender in een kleine stad als Bloomington heeft kunnen geven, alleszins bevredigend is geweest. Atmosferische storingen hebben geen overlast veroorzaakt, aangezien die op de gebezigde, hoge draaggolffrequentie uiteraard

weinig hinder geven. Dat is onafhankelijk van het modulatiesysteem. Ook motor- en auto-storingen zijn in het algemeen op frequenties boven 88 megahertz niet bijzonder hinderlijk.

De kwaal van FM-ontvangers, dat zij bij veroudering der onderdelen hevige vervorming kunnen veroorzaken als de instelling niet wordt gereviseerd, doet zich bij de AM-ontvanger, zelfs op deze korte golven, veel minder sterk voor. Vervorming door dubbele ontvangst tengevolge van terugkaatsing der golven tegen gebouwen enz. in de buurt van de ontvanger, is merkwaardigerwijze te Bloomington tot dusverre geheel niet waargenomen. In een heuvelachtige streek als deze zou dat bij FM-ontvangst zeker wel het geval zijn geweest. De schrijver ziet hierin een beslist voordeel van AM.

Uit de omstandigheid, dat de bandbreedte die een AM-zender inneemt, niet meer dan $2 \times$ de hoogste modulatiefrequentie bedraagt, volgt vanzelf, dat men in eenzelfde frequentiegebied veel meer AM-zenders naast elkaar kan laten werken, dan het geval is met de zeker $5 \times$ grotere breedte innemende FM-zenders.

In de aanhef zijner beschouwing maakt Tarzian overigens het voorbehoud, dat de door hem bereikte praktische uitkomsten speciaal geldigheid hebben voor een kleine stad als Bloomington met

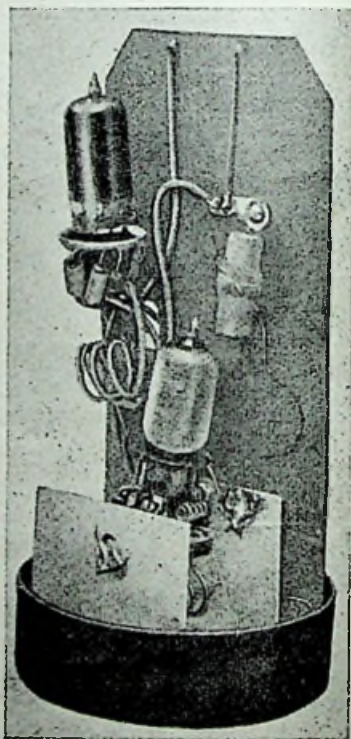


Fig. 2. De „schoorsteentype”-constructie van het voorzetapparaat.

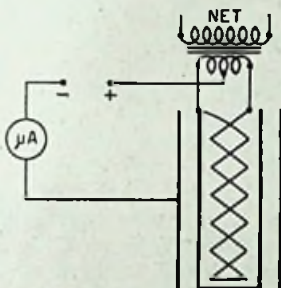
haar omgeving, zodat hij niet ingaat op de vraag of deze ervaringen ook toepasselijk zijn te achten op Amerikaanse reuzencentra, waar men een aantal zenders in één stad laat werken.

Hierbij willen wij de opmerking plaatsen, dat de redenen, waarom FM *misschien* bijzondere voordelen zou kunnen hebben onder die speciaal Amerikaanse grote-stads-omstandigheden, voor ons totaal zonder enige betekenis zijn. Nederland heeft er meer aan, wanneer het zichzelf met Bloomington vergelijkt en uit de ervaringen daar zijn conclusies trekt.

C.

Electrisch „reuk“-orgaan

Uit het artikeltje in ons vorig nummer over de „electrische neus“, die door de Amerikaanse General Electric in haar laboratoria werd ontwikkeld is de figuur weggevallen die een duidelijker voorstelling moest geven van de principiële schakeling. Daarom geven wij hier die figuur alsnog.



Men ziet hoe de gloedraad (verwarmingslichaam) met wisselstroom wordt verhit en daardoor een gesloten binnenbuis op temperatuur brengt. Die binnenbuis ligt aan een positieve gelijkspanning ten opzichte van de buitenbuis. De door de microampèremeter aan te tonen gassen laat men door de ruimte tussen binnen- en buitenbuis stromen.

C.

De 51ste Kon. Jaarbeurs te Utrecht

Op de Jaarbeurs, die September aanvangt, komt de Radio-Apparaten en Instrumentenfabr. „Sinus“ te Zeist met een serie nieuwe radiotoestellen uit. Op stand 1153 Vredenburg vindt men voorts versterkers, seinstoutels, electrische dompelaars, transformatoren, stampwerk, gelijkrichters, infraroodstralers, wisselstroom-gehoorapparaten, auto-richtingaanwijzers, voor luxe auto's en ook een nieuw, groot model voor vrachtwagens en autobussen; never-cold-apparaten, voorruitverwarmers voor auto's, donkere-kamerlampen enz.

In gebouw D-Croeselaan, stand 21, exposeert Sinus speciaal auto-richtingaanwijzers, klein en groot model, auto-ruitverwarmers en never-cold-apparaten, welke dienen voor het verwarmen van het koelwater van auto's des winters, tegen het bevroeren.

De fa. Amroh te Muiden brengt op stand 1081 Vredenburg een „wire recorder“ van eigen fabriek met een speeltijd van max. een uur en een terugwikkeling, die sneller is dan van enig ander toestel van deze aard. Deze Wiramphone is mede uitgerust met pickup en draaitafel; men kan bij het afspelen van een plaat het geluid overnemen op de staalraad.

Voor hen, die een televisietoestel willen gaan bouwen, is hier de Westinghouse Westeet te vinden voor het leveren der hoogspanning (zie beschrijving in dit nummer), voorts Dubilier hoogsp. condensatoren en antenne-materiaal van Belling Lee.

Ook zijn er onderdelen voor een FM-ontvanger voor zelfbouw. Een compleet apparaat wordt getoond volgens een vereenvoudigd systeem met 4 buizen, dat op niet te grote afstand van een zender uitstekende kwaliteit belooft.

Vierbanden-spoelen worden aangeboden, waarin de z.g. Visserij-band is opgenomen.

De collectie Avo-meetinstrumenten is uitgebreid met een Electronische universele meter en buiskarakteristiekmeter, een uitbreiding van de buizenbeproefer. De universele draaispoelmeter van Avo is bijzonder beschermd tegen vocht en vuil. Voorts is er de Avo Multiwinder, een 12-voudige wikkelautomaat.

Op het gebied van meters verdient de wisselstroom V, A en Wattmeter van Everett Edgcombe met draaispoelindicator en zeer klein eigen gebruik de aandacht.

Zware en zeer zware modellen van de Varley droge accumulatoren zijn uitgekomen, nieuwe electroden systemen voor de Muirhead pH-meters. Er zal een demonstratie-installatie zijn van de Muirhead „Magslips“, op kleine motoren gelijkende apparaten, die met grote nauwkeurigheid langs electrische weg een beweging of verplaatsing overbrengen.

Lang vóór Marconi

Een Amerikaans amateur publiceert in QST gegevens, waaruit blijkt, dat de tandarts Dr. Mahlon Loomis reeds in 1868 draadloos electrisch verkeer over een afstand van ongeveer 30 km demonstreerde, dus lang vóór Marconi en zelfs vóór de proeven van Hertz. Door allerlei tegenslagen gelukte het Loomis niet, zijn vinding in practijk te brengen ofschoon hij zelf de betekenis ervan ten volle beseftte.

Cascade-gelijkrichter Westeht

voor zeer hoge spanningen

De letters EHT worden door de Engelsen en Amerikanen gebruikt voor „extra high tension”, waarmee wordt aangeduid, dat men in apparaten met kathodestraalbuizen, behalve de gewone anode-gelijkspanning voor het versterkergedeelte, nog een afzonderlijke bron nodig heeft, die een aanzienlijk hogere gelijkspanning levert, bestemd voor de anode of anoden van de electronenbuis, welke extra-bron intussen slechts geringe stromen behoeft te leveren.

Men zal zich misschien herinneren hoe in een door ons gepubliceerd ontwerp voor een kathodestraal-oscilloscoop (R.-E. 1946 no. 14) het probleem om daarbij met één nettransformator uit te komen, ertoe leidde om zowel voor de versterker-voeding als voor de extra spanning éénzijdige gelijkrichting toe te passen. Met 't oog op de afvlakking voor het versterkergedeelte is dat niet ideaal, al is het bezwaar niet onoverkomelijk. In dit geval was overigens — om de bij oscillografen gebruikelijke toestand te verkrijgen — de schakeling ook nog zo gekozen, dat plus van de buis met min van de versterker verbonden, aan „aarde” kwam te liggen.

Bij kathodestraalbuizen in televisie-ontvangers is de extra-hoogspanning, die voor de buis wordt verlangd, veelal nog aanzienlijk hoger. De tot dusver meest gebruikelijke methode om daarin te voorzien, is het toepassen van afzonderlijke spanningsapparaten voor ontvanger (versterker) en voor de televisiebuis; in het eerste kan dan dubbele gelijkrichting worden gebezigd, terwijl voor de extra hoogspanning een afzonderlijke nettransformator nodig is. Dat wordt ondanks het tamelijk geringe vermogen een vrij zwaar en kostbaar onderdeel wegens de hoge isolatiespanning, terwijl het toch nog wel eens onderhevig is aan doorslag.

Een andere methode om tot de extra hoge gelijkgerichte spanning te geraken, is de toepassing ener meervoudige spanningsvermenigvuldiging, uitgaande van dezelfde voedingstransformator, die ook voor het versterkergedeelte dient.

De meest algemeen bekende spanningsverdubbelingsschakeling (Greinacher-schakeling) leent zich voor meervoudige cascade-toepassing niet. Zoals wij o.a. in R.-E. 1941 no. 24 hebben beschreven, heeft echter Cockroft te Cambridge en gelijktijdig Dr. Bouwens te Eindhoven een cascade-methode gevonden, gebaseerd op een andere, overigens minder gebruikelijke verdubbelingsschakeling, die in het linker gedeelte van fig. 1 is voorgesteld.

Denkt men zich tussen a en a₁ een wisselspanning aangelegd en de gelijkrichter V₁ tussen b en b₁ zo gericht, dat die stroom doorlaat als a positief is ten opzichte van a₁, dan wordt condensator

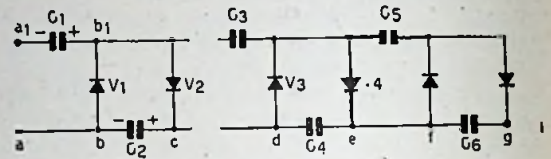


Fig. 1.

C₁ door deze stroom geladen volgens de in de figuur erbij geplaatste tekens, theoretisch tot de topwaarde van de wisselspanning. Keert men de spanning tussen a en a₁ om, zodat a₁ positief wordt, dan staat deze spanning in serie met de gelijkspanning van condensator C₁ via gelijkrichter V₂ op condensator C₂ en laadt deze tot ongeveer 2 × de spanning op C₁.

De reden waarom deze vorm van spanningsverdubbeling voor de eenvoudige verdubbeling minder wordt gebruikt dan de Greinacher-schakeling, is gelegen in het optreden van een sterkere bromrimpel zodra men aan C₂ enig vermogen afneemt, een rimpel, die bovendien de enkelvoudige wisselstroomfrequentie heeft en moeilijker is af te vlakken dan de zwakkere rimpel bij dubbele frequentie van de Greinacher-schakeling.

Het systeem van fig. 1 kan men echter met het toevoegen van telkens weer twee gelijkrichters en twee condensatoren (V₃V₄ en C₃C₄) voortzetten. C₃ en C₄ krijgen daarbij ladingen tot gelijke spanning als C₂, zodat in de figuur tussen b en a de 4-voudige spanning komt te staan, tussen b en g de 6-voudige. Dit is dus een spanningsoptelling, geen wezenlijke vermenigvuldiging.

Voor de wijze, waarop men dit meer precies kan beredeneren, verwijzen wij naar 1941 no. 24. Met 2n gelijkrichters krijgt men een gelijkspanning, theoretisch gelijk aan 2n √2 × de eff. wisselspanning. Twee dingen zijn hierbij van belang, ten eerste dat de condensatoren hier elk slechts 2√2 × de effectieve wisselspanning behoeven te verdragen (C₁ slechts de helft daarvan) terwijl ook de gelijkrichters slechts sperspanningen van ongeveer die waarde behoeven te bezitten. De lager genummerde condensatoren moeten daarentegen grotere stromen doorlaten dan de hoger genummerde, zodat de lager genummerde groter dienen te zijn. Ten tweede is de optredende rimpelspanning V_r als men een stroom van i ampère afneemt van een keten van n volledige trappen (dus 2n condensatoren en 2n gelijkrichters), terwijl C₄ = 1/2 C₂, C₆ = 1/3 C₂ en zo elke volgende even genummerde C evenredig met zijn rangnummer kleiner wordend:

$$V_r = \frac{i}{fC} n \frac{(n+1)}{2}$$

waarin f de frequentie van de wisselspanning voorstelt dus voor de netfrequentie gelijk is aan 50, en C de waarde van de eerste condensator.

Dit ongeveer evenredig met n^2 toenemen van de rimpel is bedenkelijk, wanneer men voor het bereiken ener hoge eindspanning, uitgaande van een niet zeer hoge wisselspanning, een groot aantal trappen n nodig heeft.

Indien men zou willen beproeven, de extra hoogspanning te verkrijgen door zulk een spanningsvermenigvuldiger van Cockroft te verbinden aan de normale nettransformator, die de gelijk te richten spanning voor de versterker levert, gaat dit bezwaar een rol spelen. De transformator voor dubbele gelijkrichting voor de normale versterkerspanning zal weliswaar van een type voor 2×350 volt kunnen zijn, aan welks uiterste klemmen men 700 volt effectief ter beschikking heeft, dus topspanningen van bijna 1000 volt. Maar voor de gewone 2-fasige gelijkrichting moet het *midden* van de betreffende transformatorwikkeling aan aarde liggen. Daardoor zou de gehele spanningsvermenigvuldiger op 350 volt effectief tegenover aarde komen te staan en dat zou een vermeerdering van de rimpelspanning met dit grote bedrag opleveren. Als men daarentegen, om dit te vermijden, de spanningsvermenigvuldiger slechts op de ene helft van de transformatorwikkeling aansluit, dan verkrijgt men wel voor de versterkerspanning en voor de buisspanning het zelfde aardpunt, maar men beschikt enkel over de halve beginspanning voor de vermenigvuldiger, zodat die $2 \times$ groter aantal trappen nodig heeft en daarmee een $4 \times$ grotere rimpelspanning ontwikkelt.

Vooral voor televisietoestellen leidt dit tot ontoelaatbare verhoudingen.

Hierin ligt de reden, waarom men in de laboratoria van de Westinghouse Brake and Signal Company is gaan zoeken naar een gewijzigde schakeling, die het wél mogelijk doet zijn, de spanningsvermenigvuldiger met de transformator van een normale 2-fasige gelijkrichter voor de gewone versterkerspanning te verbinden. Daaruit is de *Westeht* (de Westinghouse extra-hoogspannings-apparaatuur) voortgekomen.

* * *

Het principe-schema van de Westeht, verbonden aan de normale 2-fasige gelijkrichter, die de versterkerspanning levert, ziet men uit fig. 2.

Aan beide einden van de cascade zijn „halve” gelijkrichtersecties p en q aangebracht, die met het transformator midden m zijn verbonden en daardoor maar voor de halve transformatorspanning meedoen, maar daardoor de wisselspanningssymmetrie verzekeren en voorkomen, dat de halve wisselspanning zich als rimpel bij de gelijkspanning voegt. Overigens bestaat de cascade hier uit een *oneven* aantal gelijkrichters, welke op de volle spanning werken.

Blijven wij het aantal op volle spanning wer-

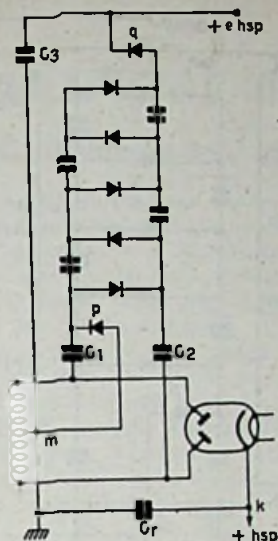


Fig. 2.

kende gelijkrichters (ofschoon hier oneven), evenals bij de Cockroft-schakeling met $2n$ aanduiden, dan tellen de twee halve secties voor de spanningsopvoering samen voor 1 en wordt de theoretisch te verwachten gelijkspanning $= (2n + 1) \sqrt{2} \times$ de totale effectieve wisselspanning van de transformator. In fig. 2 is $2n = 5$ en de extra hoogspanning tegen aarde wordt dus, als de transformator 2×350 V. eff. geeft, gelijk aan $6 \sqrt{2} \times 700$ V \approx ongeveer 6 kilovolt.

Nu kan nog enige winst verkregen worden door een kleine verandering in de schakeling. Men heeft toch aan de 2-fasige gelijkrichter voor de versterker ook nog een gelijkspanning tegenover aarde beschikbaar aan de grote reservoir-condensator C_r van dit gelijkrichter gedeelte. Die spanning is weliswaar slechts $\frac{1}{2} \sqrt{2} \times$ de eff. wisselspanning van de gehele transformator. Maar die kan men ook nog mede benutten voor de extra-hoogspanning door de gelijkrichtersectie p niet met m in fig. 2 te verbinden, doch met k . De gehele werking blijft door de grote waarde van C_r dezelfde en de totale gelijkspanning komt nu op $(2n + 1,5) \sqrt{2} \times$ de effectieve wisselspanning.

Alleen worden de spanningen, waarvoor de condensatoren C_1 , C_2 en C_3 moeten zijn gemaakt, hierdoor verhoogd. Deze worden voor $C_1 = \sqrt{2}$, voor C_2 en alle andere behalve $C_3 = 2\sqrt{2}$, voor $C_3 = (2n + 1,5) \sqrt{2} \times$ de effectieve wisselspanning.

De waarde van de rimpelspanning laat zich bij benadering uitdrukken door dezelfde formule, welke voor de Cockroft-schakeling werd gegeven, maar doordat men van een hogere beginspanning aan de transformator uitgaat en n dus voor gelijke eindspanning ongeveer $2 \times$ kleiner wordt, is er in dit opzicht bijna 4-voudige winst.

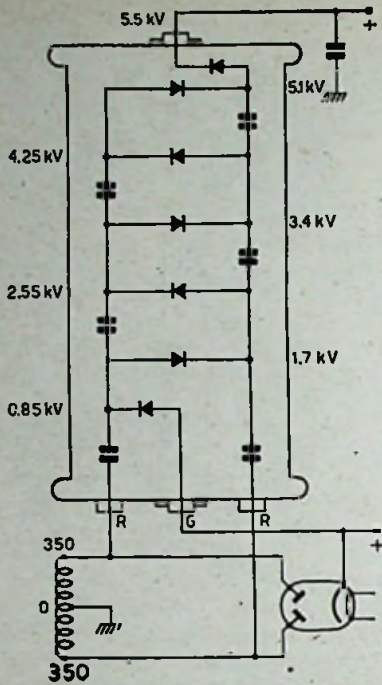


Fig. 3.

Uit de aard der zaak zullen ten gevolge van de niet oneindig hoge sperweerstand der gelijkrichters de theoretisch berekende eindspanningen niet ten volle worden gehaald. Practisch mag echter toch op ongeveer 85 % daarvan worden gerekend. Bovendien werkt de belasting, die door de niet oneindig hoge sperweerstand voor de gelijkrichter wordt gevormd, in gunstige zin op de regulatie, waaronder men verstaat de grootte van de spanningsval, die door het afnemen van wat meer of minder stroom ontstaat.

De uitvoering, die Westinghouse aan de Westeet heeft gegeven, is een zeer compact apparaat, waarvan fig. 3 een denkbeeld geeft. Tevens is daar met cijfers aangegeven, hoe practisch ongeveer de spanningsverdeling over de cascade er uitziet bij verbinding aan een transformator van 2×350 V effectief.

Het huis is vervaardigd van isolatie-materiaal. Daarin bevindt zich een verticaal opgesteld, eveneens isolerend paneel, waarop aan de ene zijde de gelijkrichtcellen horizontaal zijn bevestigd, terwijl op de andere zijde de condensatoren verticaal zijn geplaatst. Het huis vormt een beveiliging tegen schokken bij aanraking en beschermt de onderdelen tegen aantrekking van stof uit de lucht door de hoge statische spanningen. Het is gemaakt voor ééngatsbevestiging op een chassis, heeft drie aansluitingen aan de onderzijde en een topaansluiting voor de hoogspanning. De in fig. 2 getekende condensator C_3 moet uitwendig worden aangebracht. Deze reservoircapaciteit moet minstens $0,05 \mu F$

bedragen (liefst $0,1 \mu F$). Aangezien deze condensator, zoals fig. 2 laat zien, tevens de voedingscapaciteit is voor de laatste halve sectie q, mag er geen afvlakweerstand mede in serie worden geschakeld, aangezien de spanning hierdoor zou worden verlaagd en de regulatie minder goed zou worden gemaakt. Afvlakking kan volgens Westinghouse trouwens geheel worden gemist. De spanningsvermenigvuldiger is in deze vorm feitelijk een 2-fasige gelijkrichter geworden, waardoor de rimpelspanning klein blijft en deze door de reservoircondensator alleen al voldoende wordt onderdrukt.

Zoals fig. 3 toont, is daar de schakeling toegepast, waarbij de onderste eindsectie met de kathode van de voedingsgelijkrichter voor de versterker is verbonden om daardoor de gelijkspanning van deze gelijkrichter nog aan de extra hoogspanning toe te voegen (zie boven).

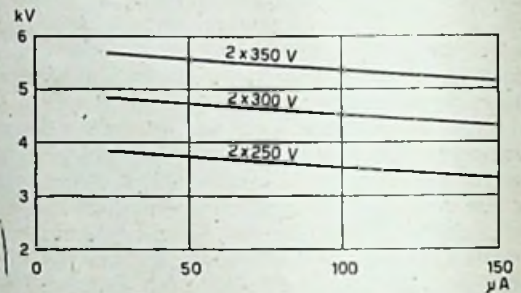


Fig. 4.

Ten slotte geeft fig. 4 enige regulatiekrommen van de Westeet. Men voorziet, dat ook spanningen van 25 tot 50 kilovolt voor televisie-projectietoestellen op deze wijze kunnen worden opgewekt, waardoor speciale hoogspanningstransformatoren ook in zulke toestellen overbodig worden.

De gegevens voor dit artikel werden ontleend aan het Mei-no. van de Wireless World.

C.

Vonkjes

De geallieerde bezettingsautoriteiten in Duitsland schijnen van plan te zijn, het opsporen van clandestiene zenders aan de Duitse P.T.T. te willen overdragen. Er zijn momenteel honderden van die zenders, werkende met achterovergedrukt oud legermateriaal en meestal tevens betrokken bij de zwarte markt. In dienst van politieke propaganda zijn er maar weinig.

Voor het opsporen van de plaats, waar een breuk in een kabel is opgetreden, heeft men een aan de radartechniek ontleende methode ontwikkeld. Er wordt een spanningsstoot in de kabel gezonden en met een oscilloscoop wordt de tijd bepaald, die de reflexie nodig heeft om terug te keren. Daaruit wordt de afstand, waarop de breuk zich bevindt, met vrij grote nauwkeurigheid afgeleid.

Kwaliteits-Ontvangst (II)

door G. Brugman en J. de Ruiter

Gehoorkrommen.

Onderzoekingen omtrent de *drempelwaarde* (minimum audible) van het menselijk gehoor- orgaan voor verschillende frequenties zijn door vele onderzoekers verricht, o.a. door Wien (1888 en 1903), Kranz (1921), Fletcher (1922), Meyer (1930), Wheatman en Heisig (1931), Huizing (1932). Volledige gehoorkrommen zijn samengesteld door Kingsbury, na hem door Fletcher en Munson, door Churcher en King e.a.

Het zou ons te ver voeren om de door hen gevolgde methoden hier uitvoerig beschrijven, maar wel willen wij vermelden, dat er *grote verschillen* bestaan in de *eindresultaten* die door hen werden gevonden.

Wij beschikken over minstens 7 gehoorkrommen van verschillende onderzoekers, maar zij wijken in hun opvattingen wel *zeer ver* van elkaar af. Zo bestaat er o.a. geen eenstemmigheid over de vraag, voor welke frequentie het oor het gevoeligst is. Er zijn er, die beweren, dat de grootste gevoeligheid ligt bij 4096 Hz., maar gangbare opvattingen zijn ook 2048 Hz. en zelfs 800 Hz.!

Uit die verwarring valt wel op te maken, dat we hier op een heel moeilijk terrein zijn aangeland, waarover men op goede gronden, die men hiervoor eventueel kan aanvoeren, slechts een *vermoeden* kan uitspreken, maar niets met absolute zekerheid kan of mag beweren, aangezien een volmaakte meetapparatuur hiervoor nog niet is gevonden.

Bovendien zijn er tussen verschillende personen natuurlijk ook individuele verschillen, maar dit tracht men zoveel mogelijk te ondervangen door van een aantal normale jonge oren in de leeftijd van 18—25 jaar het gemiddelde te nemen.

Men heeft bij de onderzoekingen op verschillende wijzen de geluidsdruk trachten te meten, maar dit is steeds een vrij onzekere factor, want ook

een toon van 32 Hz., die als een „knortoon” wordt geproduceerd (dus geen zuivere 32-Hz.-toon is) geeft op een indicator om luchtdruk te meten een uitslag, terwijl men op dat moment toch niet overwegend 32 Hz. *hoort*, maar veel hogere frequenties, zodat er dus fouten ontstaan.

De meest gangbare gehoorkrommen zijn die van Fletcher, die men o.a. in vele radioboeken en tijdschriften afgedrukt vindt. In figuur 2 is de lijn voor het minimum audible volgens Fletcher nog eens afgedrukt. Zoals men hieruit ziet, is de oor- gevoeligheid voor 32 Hz. ruim 60 dB geringer dan voor 1024 Hz., voor 8192 Hz. pl.m. 8 dB en voor 12288 Hz. pl.m. 10 dB minder dan voor 1024 Hz., terwijl de grootste oor-gevoeligheid ligt bij 4096 Hz., waarvoor het oor pl.m. 8 dB gevoeliger is dan voor 1024 Hz.

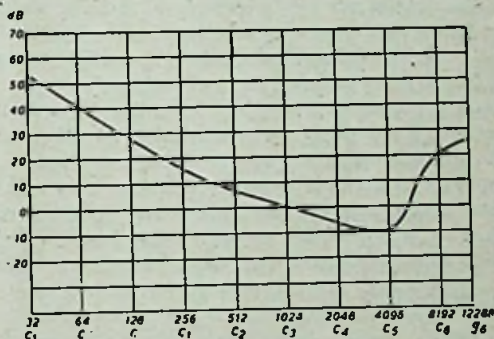


Fig. 3. Sterkteverhoudingen van juist waarneembaar geluid voor verschillende frequenties, voor een 25-jarig proefpersoon bij gebruik van „normale” luidspreker, waarbij de *spanning* aan de luidsprekerklemmen als maatstaf geldt. Grote overeenkomst met de kromme van Fletcher. Muzikale weergave met deze installatie onbevredigend.

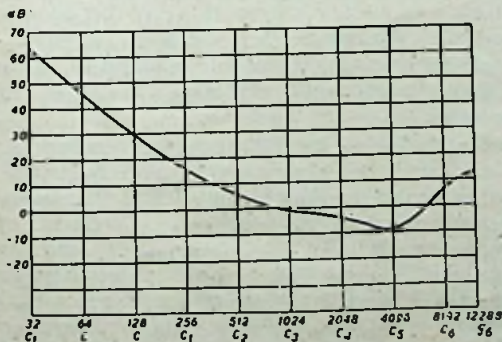


Fig. 2. Het minimum audible (de drempel van het menselijk gehoor) voor verschillende frequenties volgens Fletcher.

Het is nu een buitengewoon interessante proefneming om deze krommen eens op te meten met behulp van een normale luidspreker (onder weglating van het meten van de luchtdruk), teneinde daaruit een conclusie omtrent de kwaliteit van de luidspreker te kunnen trekken. Men zal n.l. van de bestaande *technische* methoden om luidsprekers en microfoons te onderzoeken, moeilijk kunnen beweren, dat ze een volkomen uitsluitel geven over wat men er later met een bepaalde apparatuur, in een bepaald vertrek, waarin ze zijn geplaatst etc. mee bereiken kan.

De methode om een luidspreker volgens het minimum audible te onderzoeken, heeft, behalve bezwaren, ook iets heel aantrekkelijks, n.l. dat

men daarmee voor een vast opgestelde installatie niet alleen de eigenschappen van de luidspreker onderzocht, doch een combinatie van de eigenschappen van de luidspreker, van de versterkers en van het vertrek, waarin de luidsprekers zijn opgesteld. Kortom, men komt hiermee te weten, wat de luisteraars op hun plaats in het vertrek van de verschillende door de installatie weergegeven frequenties zullen waarnemen, maar vooral hoe de *sterkte-verhoudingen* tussen de verschillende frequenties zijn. De proefpersonen hebben daarbij niet anders te doen dan te zeggen, wanneer zij de toon juist beginnen te horen. Om een zo rustig mogelijk vertrek te hebben, werden de proeven bij voorkeur 's nachts gedaan en op verschillende tijdstippen vele malen herhaald.

In de eerste plaats hebben wij dit onderzocht voor een versterker met rechte spanningskarakteristiek (fig. 1, kromme I), waarop aangesloten een „normale” luidspreker, zoals vele luisteraars die momenteel in hun radiotoestel hebben. Het resultaat vindt men in figuur 3. Deze kromme heeft betrekking op een 25-jarig persoon. In deze figuur werd de „knortoon”, die een dergelijke luidspreker tussen 32 en 64 Hz. produceert, even „gedefinieerd” als een *grondtoon* en als we dat doen, dan zien we de sprekende overeenkomst tussen de kromme van Fletcher (fig. 2) met die van figuur 3. Zoals we zien, is praktisch het enige verschil, dat op 12 288 Hz. de gevoeligheid pl.m. 24 dB minder is dan voor 1024 Hz., tegen in figuur 2 maar 10 dB. Dit is echter met een vrij sterke correctie in de versterker te compenseren en dan ontstaat vrij nauwkeurig dezelfde kromme. Het resultaat, dat in muzikaal opzicht verkregen wordt met deze apparatuur, is echter verre van volmaakt.

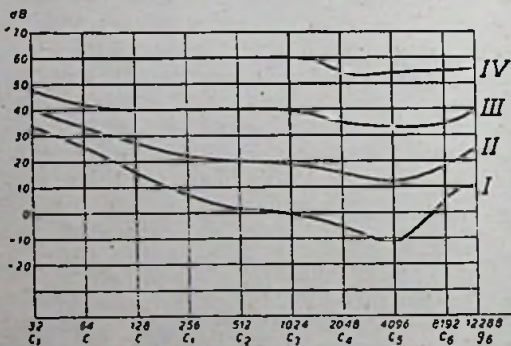


Fig. 4. Kromme I: Sterkteverhoudingen van juist waarneembaar geluid voor verschillende frequenties, voor een 25-jarig proefpersoon met muzikaal goede installatie. Voor *zuivere* lage tonen is de gehoorgevoeligheid groter dan volgens de kromme van Fletcher.

Krommen II, III en IV: Sterkteverhoudingen, nodig om op hogere sterkteniveaux (telkens 20 dB hoger bij 1024 Hz) gelijke sterkte van gehoorindruk te verwekken voor alle frequenties bij 25-jarig proefpersoon.

Vervolgens hebben wij deze kromme opgenomen voor dezelfde persoon, maar voor een zeer grote apparatuur, die uit muzikaal oogpunt beschouwd aan heel hoge verwachtingen beantwoordt en vonden als eindresultaat fig. 4, kromme I. In deze kromme vinden we grote afwijkingen t.o.v. fig. 2. De gevoeligheid voor 32 Hz. is hier n.l. pl.m. 30 dB minder dan voor 1024 Hz., in tegenstelling tot fig. 2, waar dit 60 dB is. Voor de hoogste frequenties zijn de afwijkingen minder groot. Volgens onze meetresultaten zou dus de gevoeligheid van het menselijk gehoor-orgaan voor de laagste frequenties *aanmerkelijk groter* zijn dan men op grond van de krommen van Fletcher zou moeten aannemen.

De ware conclusie, die wij hier zouden willen trekken, komt daarop neer, dat de door verschillende onderzoekers gebruikte apparatuur zich blijkbaar niet bepaald leende voor het onderzoek van de *allerlaagste* frequenties. Het is n.l. duidelijk, dat „een luidspreker” of „een koptelefoon, waarbij geluisterd werd op 30 cm afstand”, zoals in de beschrijvingen meermalen staat, niet bepaald geschikt zijn voor het beoordelen van een 32 Hz-toon!

Een *indirect* bewijs voor de door ons opgegeven vrij grote gevoeligheid van het oor voor grondtonen uit het contra-octaf (32—64 Hz.) is te vinden, wanneer men met behulp van de door ons genoemde grote weergave-apparatuur een kromme „maakt” (door wijziging van de sterkte-verhouding tussen de verschillende kanalen), die praktisch geheel overeenkomt met het minimumaudibile volgens Fletcher (fig. 2). Luistert men dan met dit stelsel naar de weergave van muziek en beoordeelt men de laagste tonen, dan kunnen we met het eindresultaat heel kort zijn: men hoort n.l. (bij overigens rechte overdrachtswegen) van die laagste tonen uit het contra-octaf praktisch niets!

Onderzoekt men oudere personen, dan vindt men bij „normale” oren vrijwel geen afwijkingen in de lage tonen, maar wel in de hoogste. Uiteraard is het niet mogelijk om alle krommen, waarover wij beschikken, te publiceren, doch wij volstaan met in fig. 5 weer te geven het minimum audibile van een 35-jarig persoon (kromme I). De verschillen in de hoogste frequenties zijn opvallend, waarop wij verderop nog terug zullen komen.

Nu gelden de beide krommen I van de figuren 4 en 5 voor het minimum audibile. Uitgaande van het minimum audibile op 1024 Hz., kan men nu het niveau achtereenvolgens 20, 40, 60 dB verhogen en dan op dat hogere niveau weer een kromme opmeten. Dat wordt echter belangrijk moeilijker, want nu moet men niet, zoals bij het bepalen van het minimum audibile, constateren, dat men de toon juist *begint* te horen, maar dat men de verschillende tonen *even sterk* hoort als de op hoger niveau liggende 1024-Hz.-toon. Alleen

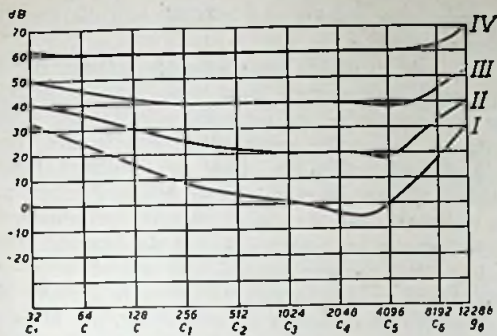


Fig. 5. Kromme I: Sterkteverhoudingen van juist waarneembaar geluid voor verschillende frequenties, voor een 35-jarig proefpersoon met muzikaal goede installatie. Krommen II, III en IV zelfde betekenis als fig. 4, maar nu bij 35-jarig proefpersoon.

door heel veel oefening kunnen dergelijke krommen worden samengesteld en het is overbodig om op te merken, dat dit dus een heel tijdrovend werk wordt.

In de figuren 4 en 5 gelden nu de krommen II, III en IV achtereenvolgens voor resp. 20, 40 en 60 dB boven het minimum audibile van de 1024-Hz.-toon.

In die krommen, waarbij we speciaal onze aandacht willen besteden aan de krommen III en IV, zien we iets heel merkwaardigs voor de dag komen. Het typische is n.l., dat de grafieken steeds *rechter* beginnen te worden, dus het gehoor een meer gelijkmatige gevoeligheid krijgt voor uiteenlopende frequenties. Ook hier doen zich belangrijke afwijkingen voor met de door anderen gepubliceerde gehoorkrommen, want volgens de krommen van Fletcher *blijft* (tot 80 à 90 dB boven het minimum audibile op 1924 Hz.) het vrij grote verschil in gevoeligheid op de door ons genoemde niveau's (40 à 60 dB boven het minimum audibile op 1024 Hz.) bijna geheel *bestaan*.

Wegens al de tot nu toe genoemde afwijkingen t.o.v. de meest gepubliceerde gehoorkrommen, zullen wij *noodwendig* de zaak iets anders moeten formuleren.

Wij gaan n.l. uit van een apparatuur, waarvan de *elektrische* frequentie-karakteristiek ideaal is. Er worden luidsprekers gemaakt of gekozen, waarvan men kan aannemen, dat ze voor het frequentie-gebied, dat ze moeten weergeven, uitermate geschikt zijn. Blijkt deze apparatuur, na er langdurige ervaring mee te hebben opgedaan, aan de verwachtingen in muzikaal opzicht te voldoen (dat is op zichzelf wel een moeilijk punt, want hier begint alweer de mate van muzikaliteit een rol te spelen, wat geen *technische* maatstaf is), dan worden van deze apparatuur krommen opgenomen. Hiermee krijgt men dan een volkomen eigen kijk op de zaak en legt een eigen beoordelingsmaatstaf aan, maar dat kan ook moeilijk anders, zolang

men over deze kwestie niet tot grotere eenstemmigheid is gekomen dan thans het geval is.

Wij zouden dan het liefste de volgende regel willen opstellen: *aan de luidspreker(s) moet de eis gesteld worden, dat bij constante stroom door de spoel(en) op een sterkte-niveau, dat 40 à 60 dB boven het minimum audibile ligt, de gehoorkromme van het normale oor (15—40 jaar) zoveel mogelijk recht is op de plaats, waar de tuisteraars zich bevinden.*

Door de krommen van de figuren 4 en 5 worden echter ook andere verschijnselen duidelijker. O.a. blijkt hieruit, dat de vaak gevolgde wijze van onderzoek, waarbij de menselijke ijdelheid wordt gestreeld door vast te stellen welke de hoogste frequentie is, die nog juist even wordt gehoord, niet de minste betekenis heeft voor de beantwoording van de vraag, welke de hoogste tonen zijn, die voor de proefpersoon bij het beluisteren van muziek ook nog tot de indruk bijdragen. Inimmers, als het minimum audibile zo hoog komt te liggen, dat men alleen met de grootste stroom door de luidspreker nog *net iets* kan horen, eventueel door het oor heel dicht bij de luidspreker te houden, dan heeft dit bij het *normale* sterkte-niveau van de muziek, op de plaats in het vertrek, waar men gewoonlijk zit, *niet de minste betekenis meer*.

Nemen we hierbij het gehoor van fig. 5 als voorbeeld. Van de toon g_0 (12288 Hz.) ligt hier het minimum audibile 30 dB boven het minimum op 1024 Hz. Als nu een muziekinstrument een grondtoon produceert van 1024 Hz. met een zodanige sterkte, dat deze op het niveau van kromme II komt te liggen, dan zou de twaalfde harmonische van die toon, zelfs als deze dezelfde sterkte als de grondtoon zou bezitten, in het geheel niet waarneembaar zijn. Wordt de sterkte van die 1024-Hz.-toon verhoogd, zodat deze op het niveau van kromme III komt te liggen, dan blijft die twaalfde harmonische alleen waarneembaar, als haar sterkte niet meer dan 10 dB minder is dan de 1024 Hz.-toon, want daaronder valt die toon beneden het minimum audibile en is dus niet waarneembaar. Bij nog grotere sterkte van de 1024 Hz.-toon wordt de toelaatbare verzwakking van de twaalfde harmonische t.o.v. de grondtoon groter.

Voor de achtste harmonische van de 1024 Hz.-toon (8192 Hz.) geldt, dat deze op het niveau van kromme II nog net hoorbaar is, als de sterkte even groot is als van de grondtoon. Op het niveau van kromme III mag de achtste harmonische 20 dB minder sterk zijn dan de grondtoon om nog waarneembaar te zijn etc.

Het is overigens geheel onmogelijk om uit de figuren 4 en 5 de conclusie te trekken, wat *precies* de hoogste frequentie is, die voor de betrokken personen op de plaats waar zij gewoonlijk naar de muziek luisteren, nog van belang zou wezen. Dit zal o.m. afhangen van de sterkte, waarmee de muziek wordt weergegeven (en die sterkte wisselt steeds) en van de sterkte van de hoogste boven-

tonen in verhouding tot de grondtoon. Maar dat die hoogste nog waarneembare (boven)toon aanmerkelijk lager ligt dan de meestal met kunst- en vliegwerk bepaalde *gehoorgrens*, staat wel vast. Op grond van de *gemiddelde* sterkte van de muziek en het feit, dat die allerhoogste boventonen een geringe sterkte bezitten, menen wij wel de conclusie te mogen trekken, dat voor het gehoor van de persoon uit fig. 5 die hoogste van belang zijnde frequentie wel niet veel boven 8192 Hz. zal liggen. Alleen bij het grote kerkorgel, waarbij de hoogste tonen met een flinke sterkte kunnen worden voortgebracht (in de vulstemmen, zie R.-E. no. 10 van 1947) neemt ook het oor van figuur 5 gemakkelijk tot 12 288 Hz. waar.

Een andere eigenaardigheid van ouder wordende personen, die ook duidelijk uit de grafieken blijkt, is, dat voor de hoogste frequenties a.h.w. het decibel-bereik wordt verkleind. Er ontstaat voor de hoogste frequenties een zekere drempelwaarde. Zodra die drempelwaarde is overschreden, bestaat er in de sterkte-waarneming tussen jongere en oudere personen niet zo heel veel verschil meer. De verschillen zijn het grootst voor het minimum audibele en voor niveau's, die daar heel weinig boven liggen (bij sommige gehoor-*afwijkingen* kan dit verschijnsel van het optreden van een drempelwaarde zich over het *gehele* frequentiegebied voordoen, waardoor voor die personen het gehele decibelbereik wordt verkleind, maar waarbij bij voldoende grote intensiteit van het geluid de

waargenomen sterkte niet afwijkt van die van het normale oor).

Wij hebben in het bovenstaande gezien, dat de krommen, opgenomen met een zeer uitgebreid weergave-systeem, de grootste afwijkingen gaven t.o.v. de bestaande gehoorkrommen in het toon-gebied onder 128 Hz. Met een indirect bewijs hebben wij aangegeven, dat er twijfel bestaat aan de juistheid van de door anderen gepubliceerde gehoorkrommen, voorzover het de laagste tonen betreft. Het spreekt vanzelf, dat wij hiervoor ook een direct bewijs hebben trachten te vinden. Het ligt echter geenszins in de bedoeling, die absolute metingen thans op de voorgrond te schuiven, omdat wij het gegeven indirecte bewijs momenteel al sprekend genoeg achten.

De bedoeling van *dit* artikel was juist, gezien de grote verwarring, die op het gebied van de gehoorkrommen bestaat, de zaak eens van een geheel *andere* kant af te *benaderen*. Het was n.l. uitsluitend de bedoeling van dit artikel om uit te gaan van een uitgebreid weergave-systeem, waarvan is *gebleken*, dat de weergave van de laagste tonen (bij een sterkte-niveau, dat overeenkomt met het direct beluisteren van de muziek) dezelfde is als bij het direct beluisteren en dan te zien, hoe van een dergelijke installatie de krommen verlopen, *in vergelijking* met *normale weergave-systemen* en in vergelijking met de *in de literatuur gewoonlijk nog als juist beschouwde gehoorkrommen*. (Slot volgt).

Draaispoelmeters III

De demping.

Het systeem van de draaispoelmeter ¹⁾ biedt een belangrijk voordeel voor de verwezenlijking ener *passende demping* van het bewegende systeem, waardoor een vrijwel ogenblikkelijke instelling van de wijzer kan worden verzekerd. Men verkrijgt die demping automatisch door het draaispoeltje te wikkelen op een licht raampje van aluminium, dat een kortgesloten winding vormt. Elke beweging van de wijzer heeft ten gevolge, dat door de draaiing van die kortgesloten winding in het magneetveld, een inductie-stroom in de winding wordt opgewekt, die de beweging tegenwerkt, dus deze afremt.

Deze demping zou zo ver gevoerd kunnen worden, dat de meter er uiterst traag door werd. Bij een goed instrument heeft de ontwerper er doorgaans voor gezorgd, dat juist de *critische demping* is verkregen en niet meer dan dat. Als

de meter met een shunt wordt gebruikt, sluit deze ook het draaispoeltje nog vrijwel kort, hetgeen in principe de demping moet verhogen. Dit zou dus de geshunte meter te traag kunnen maken. Hierin zit de reden, waarom in serie met het draaispoeltje vaak nog weerstand is aangebracht. De verhoging der demping bij het aanbrengen van een shunt wordt dan onbetekenend in verhouding tot de reeds aanwezige demping. Dit kan tot verklaring strekken, waarom in de Mavometer aan het spoeltje van 25 ohm nog een evengrote serie-weerstand is toegevoegd, die de spanningsgevoeligheid van de meter vermindert tot de *helft* van hetgeen die kón zijn, een groot nadeel dus, maar dat in koop genomen moet worden om de demping onder alle omstandigheden vrijwel constant te houden.

Bij meters, welke gevoeligheid zo hoog mogelijk moest worden opgevoerd, komt het voor, dat opzettelijk de demping kleiner is gehouden dan de kritische waarde en geen weerstand in serie met het draaispoeltje is aangebracht. Soms is dan de waarde van de shunt aangegeven, nodig om kritische demping te verkrijgen. (Voor de Weston micro-ampèremeter Model 440 is dit 200 ohm),

¹⁾ Het gronddenkbeeld voor de draaispoelmeter is afkomstig van William Thomson (later lord Kelvin). In 1881 werd het voor het eerst in meet-instrumenten toegepast door Carpentier (Parijs) naar een ontwerp van Deprez d'Arsonval.

De gewone, kritisch gedempte meters kunnen zonder bijzondere voorzorgen verplaatst en vervoerd worden. Ook door mechanische stoten wordt de wijzer nooit in te heftige beweging gebracht. Zeer gevoelige, minder dan kritisch gedempte meters dient men *bij vervoer kort te sluiten* om de nodige demping van het systeem te verkrijgen, waardoor de wijzer ten gevolge van schokken niet kan worden beschadigd.

Universaalshunt en andere systemen.

De in figuur 12 aangegeven methode van shunt *correctie* laat zich op verschillende manieren uitwerken tot speciale shuntsystemen, welke toepassing in bepaalde gevallen voordeel kan bieden boven het tot dusver besproken stelsel, ofschoon vooropgesteld moet worden, dat dit normale stelsel het gunstigste gebruik maakt van de gevoeligheid van het meetinstrument.

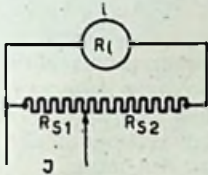


Fig. 16.

Uit de verhouding $1/(n - 1)$, tussen de waarde van de shunt en de R_1 van de meter, indien men $1/n$ van de totale stroom door de meter wil laten gaan, volgt de interessante conclusie, dat bij een shuntwaarde R_s de stroom door de meter $1/n = R_s : (R_1 + R_s)$ malen de waarde van de hoofdstroom bedraagt. Gebruiken wij nu de schakeling van fig. 16, waar de R_1 met het gedeelte R_{s2} van de shunt wordt vergroot, dan is

$$i = I \cdot \frac{R_s}{R_1 + R_{s1} + R_{s2}} = I \cdot \frac{R_{s1}}{R_1 + R_s}$$

Daarin heeft $R_1 + R_s$ een voor een bepaalde meter constante waarde, zodat de verhouding $1/n$ hier nauwkeurig evenredig is met R_{s1} . Heeft men dus een in stukken van $1/100$, $1/10$ (of andere verhoudingen) verdeelde shuntweerstand volgens fig. 17 met aangebouwde schakelaar, dan is de *schaalverdeling in verbinding met elke willekeurige meter juist*. Vandaar de benaming *Universaalshunt*.

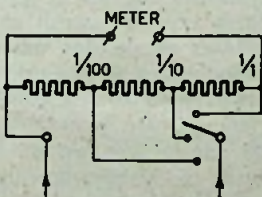


Fig. 17.

Alleen de waarde $1/1$ verschilt al naar gelang van de R_1 van de galvanometer, want daarvoor geldt

$$\text{nu } 1/n = \frac{R_s}{R_1 + R_s} \text{ en dit nadert pas tot 1 indien}$$

R_s zeer groot is ten opzichte van R_1 ; zo vervaardigt General Radio bijv. een universaalshunt van 1000 ohm. In verbinding met de Mavometer, die een R_1 heeft van 50 ohm, telt men daarbij $\frac{1000}{1050}$

voor $1/1$, zodat de meter met deze shunt over het gehele bereik bijna 5 % te hoog aanwijst; met een instrument van 20 ohm wordt dit 2 %.

Deze miswijzing bij de universaalshunt, die men desgewenst gemakkelijk in rekening kan brengen, en ook op nog te bespreken wijze kan corrigeren, is overigens niet het ergste nadeel.

Erger is, dat men in verband met de hoge totale waarde van de shunt, die men misschien zou willen kiezen, voor de sterkere stromen in *toenemende* mate een veel groter spanningsverlies aan de meter krijgt, dan met een gewone shunt nodig zou zijn. Op $1/1000$, waarbij men met de Mavometer tot 2 A meet, is R_1 bij de universaalshunt van General Radio nog 1 ohm, terwijl de gewone shunt van de Mavometer voor 2 A slechts een fractie meer dan 0,05 ohm zou bedragen. Bij het meten van een stroom van 2 A geeft een meter met een shunt van 1 ohm een spanningsverlies van ongeveer 2 V, hetgeen veel te veel is. De genoemde universaalshunt is dan ook bij een instrument als de Mavometer voor enigszins grote stromen niet bruikbaar te achten. Deze shunt is trouwens niet daarvoor bestemd, maar voor gebruik bij veel gevoeliger galvanometers, zoals bijv. die van Weston, welke bij een R_1 van ongeveer 60 ohm de volle uitslag geeft bij 15 micro-ampère. Met de shunt op $1/1000$ krijgt men daarbij dus een meetbereik tot 15 mA en een spanningsverlies van ongeveer 15 millivolt, hetgeen zeer gunstig mag worden genoemd.

Bij de universaalshunt kan de schakelaar zo zijn gemaakt, dat bij overgang van het ene contact op het andere in de tussenstand een kortsluiting tussen de contacten ontstaat; de overgang heeft dan plaats zonder onderbreking van de hoofdstroom. Ontstaan hier zweefstanden tussen de contacten, dan wordt wel steeds de hoofdstroom onderbroken maar *tevens* de meter afgeschakeld van de hoofdstroom, zodat in elk geval geen ongelukken ontstaan.

De universaalshunt is hierdoor de enige vorm van omschakelbare shunt, die volkomen veilig met een eenvoudige, enkelvoudige schakelaar kan worden bediend en die geen hoge eisen aan de schakelaar stelt. Daarom blijft het de aangevoerde vorm van shunt voor toepassing in meetkastjes.

De besproken moeilijkheid der miswijzing en tevens het bezwaar van ontoelaatbaar grote spanningsval bij meting van enigszins sterke stromen laat zich vermijden door voor een universaalshunt,

die vast wordt aangebracht aan één bepaald meet-instrument, een weerstandwaarde te kiezen, die in de uiterste stand de stroomgevoeligheid der combinatie bijv. precies op de helft van de gevoeligheid van de galvanometer brengt. Bij de Mavometer zou men dus een shunt krijgen met een totale waarde van 50 ohm, waarbij het laagste meetbereik tot 4 mA zou gaan zonder miswijzing. Instelling van de shunt op $\frac{1}{1000}$ zou dan een meetbereik geven tot 4 A met een spanningsval van 0,2 V. Nog kleinere spanningsverliezen op de hoge stroommeetbereiken kan men verkrijgen door de totale shuntwaarde zodanig te kiezen, dat het laagste meetbereik nog wat hoger ligt, bijv. bij 10 mA, waarvoor bij de Mavometer 12,5 ohm nodig zou wezen.

Er moet natuurlijk wel om gedacht worden, dat de kleinste afdelingen van de shunt, wegens de grotere stromen, die zij moeten voeren, van zwaarder draad moeten zijn dan het overige gedeelte.

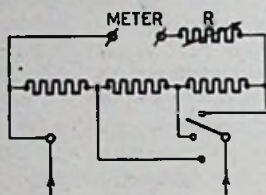


Fig. 18.

Voor het zelf vervaardigen door een amateur is aan de universeelshunt het voordeel verbonden, dat men voor de verschillende afdelingen niet zo zeer precies afgestapte waarden nodig heeft, maar gedeelten, die in de juiste verhoudingen tot elkaar staan. Met behulp ener weerstandmeetbrug is dit vervaardigen van weerstanden in bepaalde verhoudingen, zoals later zal worden besproken, veel zekerder uitvoerbaar dan het afpassen van nauwkeurig bepaalde absolute waarden. Zorgt men nu slechts, dat de totale waarde iets te groot is om met de erbij te gebruiken meters een verdeling in mooie, ronde getallen te geven, dan kan men door het aanbrengen van een weerstand R in serie met de meter volgens fig. 18 door één ijking al de meetbereiken van de shunt kloppend maken als men R éénmaal op de juiste waarde afregelt.

Uit een ander oogpunt bekeken, kan men het integendeel als een nadeel beschouwen, dat men een toestand verkrijgt, waarbij niet elk meetbereik geheel onafhankelijk van andere kan worden geijkt.

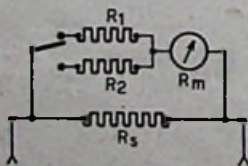


Fig. 19.

Soms kan het daarom de voorkeur verdienen, nog een andere opzet te volgen met de schakeling van shunts, zoals aangegeven in fig. 19. De verhouding n, die aangeeft hoeveel malen het originele stroommeetbereik van de galvanometer wordt vergroot, is hierbij:

$$n = \frac{R_1 + R_s + R_m}{R_s} = 1 + \frac{R_1 + R_m}{R_s}$$

$$R_1 = (n-1) R_s - R_m$$

Dit is een schakeling, die zich ook nog op verschillende wijzen laat variëren en uitbreiden. Wij herhalen echter, dat in al deze gevallen de gevoeligheid van de meter minder goed wordt benut dan met de eenvoudige shunt van fig. 14, zodat men die andere schakelingen alleen toepast indien er inderdaad speciale redenen voor zijn.

* * *

Evenals men voor shunts bijregelingen en correcties kan aanbrengen door weerstanden in serie met het eigenlijke meetinstrument, kan men dit voor voorschakelweerstand doen door parallelweerstand aan den meter.

Indien in fig. 20 de voorschakelweerstand R_1 tot R_3 alle wat te klein zijn genomen om de juiste bereiken te verkrijgen, die men met de meter R_m wilde halen, kan met parallelweerstand R_4 tot R_6 elk der bereiken gecorrigeerd worden.

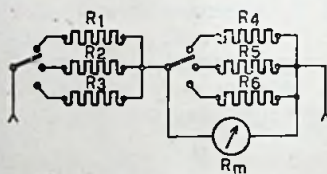


Fig. 20.

Voor p % te kleine R_1 moet bijv. aan R_4 een waarde gegeven worden:

$$R_4 = \frac{100-p}{p} R_m$$

Bij zeer kleine procentuele afwijkingen worden de parallelweerstand zeer groot, eventueel zelfs van gelijke grootte-orde als de voorschakelweerstand, hetgeen kostbaar wordt en de afregeling niet gemakkelijker maakt dan dat men de voorschakelweerstand zelf corrigeert. Bij meer aanmerkelijke afwijkingen kunnen de correctieweerstand echter waarden aannemen, die wél gemakkelijk zijn aan te brengen. Bij al te grote afwijkingen wordt het stroomverbruik bij de spanningsmeting te zeer verhoogd.

Beproefde producten

Hapé Phonochassis met kristalpickup. De C. V. Handels- en Industrie-onderneming voorl. Gebrs. Peters te Amsterdam heeft een phonochassis ontwikkeld op een stevige metalen grondplaat, waar-doorheen de as steekt voor de draaitafel, welke gedreven wordt door een krachtige, in toental regelbare wisselstroommotor, omschakelbaar voor 220 en 125 volt. Het geheel is berekend voor in-bouw. De draaitafel meet 12 inch. Op de grond-plaat is mede de pickuparm gemonteerd en een fitting met kapje voor een verlichtingslampje.



De pickup is van het kristaltype en voorzien van een permanente naald met safierpunt. Met het oog op de mogelijkheid van beschadiging van de safier als men bij ongeluk de pickup op de plaat zou laten vallen, in plaats van die voorzichtig in

de groef te zetten, is een voorziening aangebracht, die de schok opvangt in dit geval. De schokbreker is een metalen segmentje, draaibaar om het asje, waaraan het segmentje hangt; als het vrij hangt, bevindt de ronde rand van het segmentje zich iets lager dan de safierpunt, die dus in deze stand van het segmentje de plaat niet kan raken; maar door het draaien van de plaat duikelt het segmentje iets om zijn as, waardoor de naaldpunt wél in de groef kan komen.

Onder de draaitafel is op de grondplaat een mechaniek gemonteerd, dat de stroom voor de motor inschakelt als men de pickup opneemt en iets buitenwaarts beweegt, terwijl het de motor stop zet als de pickup in de uitloopgroef van de plaat aankomt.

Mechanisch voldoet dit phonochassis dus aan alle eisen, die men er aan mag stellen. De weergave van de pickup is voortreffelijk. Met een daarvoor geschikte versterker is de reproductie der lage tonen van die aard, dat de verminderde snelheidsamplitude, die de normale handelsplaat bij het opnemen verkrijgt, behoorlijk wordt gecompenseerd, terwijl het geluid in de hoge tonen een fraaie helderheid behoudt.

Het chassis is mede bestemd om binnenkort in een volledige radiogramfoon te worden aangebracht, die door Hapé op stapel is gezet. C.

WALDORP *Radio*

vraagt:

**een technicus
voor laboratorium**

Sollicitaties schriftelijk of mondeling:
Afd. Personeelszaken, kamer 6

LEEHWATERSTRAAT 120 • DEN HAAG

Biedt zich aan in Amsterdam
of omgeving

RADIOTECHNICUS

Ervaring in versterker- en
opneemtechniek.

Brieven onder letter R A aan
bureau Radio-Expres.

GEVRAAGD

2 st. buizen R S 241

Brieven aan F. A. F. MEYERINK,
Kempstraat 19, BRUNSSUM



GEVESTIGD 1918

Het

I. v. R.



(Radio Instituut Steehouwer)

Graaf Florisstraat 74, Rotterdam

Telefoon 34520

verzorgt de navolgende schriftelijke jaargangen:

RADIOTECHNICUS (Diploma N. R. G.)

De cursus is thans geheel op het examenpeil gebracht
Samensteller Ir. J. L. DEISTRA e.i.
en in overeenstemming met de huidige stand der
radiotechniek.

RADIOMONTEUR (Diploma N. R. G.)

Samensteller en cursusleider B. J. OOSTERWIJK,
schrijver der bekende leerboeken op radiotechnisch
gebied.

RADIOAMATEUR (Rijksdipl. Zendvergunning)

Samensteller en cursusleider B. J. OOSTERWIJK. Deze
cursus is ook bestemd voor hen, die in een vrij kort
bestek een behoorlijk inzicht in de radiotechniek
wensen te verkrijgen.

NAVIGATOR 2e kl. (Rijksdiploma)

Samensteller P. VAN HOUWELINGEN, chef van het
Avigatiebureau der K. L. M.

FILMTECHNICUS (Filmopereur)

Samensteller en cursusleider Ir. H. A. H. M. NILLESEN
e.i., leider der filmtechnische afd. Philips' Radio.

STUDIO en OPNAMETECHNICUS (cursus ter opleiding van functies bij de omroep)

Samensteller en cursusleider D. J. FRUIN.

RADAR-TECHNICUS

(cursus, de gehele radartechniek behandelende),
samensteller en cursusleider Ir. S. J. HELLINGS e.i.,
ingenieur bij de Rijksluchtvaartdienst te 's-Graven-
hage, belast met het onderzoek van de toepassings-
mogelijkheden van de RADAR voor lucht- en scheep-
vaart, lid van de RADARcommissie voor Nederland.

**Uitvoerige inlichtingen en proefles op aanvraag na ontvangst van
0,25 gl. in postzegels.**