

# 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. Abonnementprijs f 7.50 per jaar, of f 3.75 per halfjaar, voor het binnenland en f 8.50 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 „verhoudingsdetector” voor FM-ontvangst

Over de practische waarde van de „verhoudingsdetector” voor de ontvangst van FM-signalen, ir vergelijking met de gewone „discriminator”, heeft het laboratorium van de B.B.C. in Engeland nauwkeurige proeven laten doen.

De verhoudingsdetector is een uitvinding van S. W. Seely, die verbonden is aan de Radio Corporation of America en in R.-E. no. 5 van dit jaar hebben wij melding gemaakt van de laatste verbeteringen, die Seely in zijn detectieschakeling voor FM aanbracht. Zoals wij daarbij nog eens hebben uiteengezet, gaat het bij de verhoudingsdetector vooral hierom, dat deze werkelijk zo kan functioneren, dat er alleen frequentiemodulatie mee gedetecteerd wordt en geen amplitude-modulatie, zodat men, om dit laatste te voorkomen, geen behoefte heeft aan het toepassen van voorafgaande begrenzing van het signaal, wat bij de gewone discriminator wél het geval is.

Een voorafgaande buis (penthode), die als begrenzer moet werken, moet daartoe worden ingesteld op een wijze, waardoor de signaalspanning, die zij kan afgeven zeer veel kleiner is dan hetgeen dezelfde buis als gewone versterker kan leveren. In het verslag van de experimenten bij de B.B.C. wordt dit verlies aan versterking gerekend, ongeveer 25-voudig te zijn. Nu is bij de proeven evenwel gebleken, dat bij gebruik van de schakeling van de verhoudingsdetector de 25-voudige winst, die door het werken op volle versterking van de voorafgaande buis wordt verkregen, niet ten volle behouden blijft, aangezien de verhoudingsdetector zelf rond 4 maal ongevoeliger is dan de gewone discriminator. De winst, die men overhoudt, is dus slechts  $\frac{25}{4}$  = ongeveer 6-voudig.

In de meeste gevallen is dat onvoldoende om een gehele trap middenfrequentieversterking te kunnen uitsparen. Met gelijk aantal buizen als voor de gewone FM-ontvanger is er dus winst aan ge-

voeligheid, maar als men het met één trap minder doet, krijgt men een minder gevoelig toestel, dat alleen op geringere afstand van de zender nog geheel kan voldoen.

Dit wat de economie van het overbodig worden van de begrenzing betreft.

Om verder te kunnen nagaan of de vervormingsvrijheid bij ontvangst van signalen met de voor omroep als maximum aangenomen frequentie-deviatie van 75 kHz even goed bleef en ook de onderdrukking van storingen gelijk mocht worden geacht, als met discriminator en begrenzer, werden twee volkomen gelijke toestellen gebouwd, met gelijk aantal trappen, maar het ene met verhoudingsdetector. Deze toestellen konden met een schakelaar beurtelings aan dezelfde dipoolantenne worden verbonden.

Voor de storingsproeven werd een vonkoscillator gebruikt. Men begon dan, op een normaal FM-gemoduleerd signaal beide toestellen met de laagfrequentsterkeregeling op gelijke signaalsterkte in te stellen. Het toestel met verhoudingsdetector bleek dan de vonkstoring iets sterker weer te geven. Door terugregeling tot gelijke stoorsterkte werd gevonden, dat het verschil gemiddeld 2 dB bedroeg, behalve voor zeer zwakke storingen, waar het verschil minder groot was. Deze storingsproef werd overigens genomen bij afwezigheid van een signaal. Daarom werd ook nog nagegaan hoe de verhoudingen waren als men de toestellen iets verstemde. Die proef heeft in zoverre betekenis omdat FM-modulatie telkens gedurende momenten het signaal verstemt. Men kwam tot de conclusie, dat het toestel met verhoudingsdetector zijn storingonderdrukkend vermogen hierbij wat beter behield dan het andere.

De experimenten omtrent de weergave-kwaliteit werden genomen met een 5 mV signaal, dat daarna verzwakt werd tot de grens, waar de toestellen

te veel gaan ruisen. Over dit gehele bereik werd geen wezenlijk verschil in kwaliteit waargenomen.

Aan de eindconclusies omtrent de experimenten ontlene we het volgende.

Bij toestellen met gewone discriminator en begrenzer bestaat een drempelwaarde voor de signaalsterkte, waar beneden de begrenzing niet meer werkt en waar dientengevolge de van amplitudemodulatie afkomstige storingen sterk toenemen. Bij toepassing van de verhoudingsdetector bestaat deze drempel niet en doet zich dit ook niet voor. Overigens is de geluidsterkte van hetgeen men ontvangt bij de verhoudingsdetector méér afhankelijk van de signaalsterkte dan met een toestel met begrenzer.

De verhoudingsdetector is op zichzelf ongevoeliger dan de normale discriminator; daar staat tegenover, dat men geen versterking verliest door de begrenzer en dat het nettoresultaat neerkomt op een winst aan versterking. Dit wordt praktisch volkomen bevestigd. De winst bedraagt 16 dB.

Met de schakeling van de verhoudingsdetector komt op gemakkelijke en effectieve wijze een spanning beschikbaar voor het toepassen van automatische sterkteregeling. En ofschoon in een FM-ontvanger aan a.s.r. geen behoefte bestaat als de tijdconstante voor de ontlading van alle roosters maar beneden  $2 \mu$  sec. word ongehouden, is in een toestel met verhoudingsdetector a.s.r. wel van nut.

Het afstemmen op minimum geruis is bij een toestel met verhoudingsdetector minder kritisch dan bij een gewone FM-ontvanger, maar het regelen der afstemming voor zo gering mogelijke vervorming eist iets meer aandacht, zodat in dit opzicht geen wezenlijk verschil bestaat. C.

## Amateur-televisie-demonstratie

De afdeling Groningen van de Veron, de vereniging, waarin de Nederlandse zendamateurs zijn georganiseerd, heeft Zaterdag 13 November te Utrecht in Hotel Noord-Brabant een televisie-demonstratie gegeven met een in een hotelkamer opgestelde kathodebuisontvanger en een zendertje, waarmee op straat, op het Vreeburg, werd geopeerd, zodat het passerende publiek op het beeldscherm van de ontvanger verscheen.

De zender, die 50 beelden per seconde geeft, afgetast in 220 lijnen, werd oorspronkelijk gebouwd voor de Veron-stand van een in Augustus te Groningen gehouden tentoonstelling. Er is reeds ontvangst verkregen te Hogezaand, 17 km van Groningen.

Te Utrecht genoot de demonstratie grote belangstelling van Veronleden uit Utrecht en Amsterdam. Groningen heeft zich aan de kop geplaatst.

Er is een plan gemaakt om de amateurzender op de top van de 98 m hoge Martinitorren geplaatst te krijgen.

\* \* \*

Nog in ander opzicht wordt te Groningen pionierswerk verricht. Zo is de amateur J. Beenen er in geslaagd met een door hem zelf vervaardigde televisie-ontvanger, verbonden aan een hoog geplaatste antenne, het gehele programma van de Philipstelevisie-zender te Eindhoven te ontvangen. Ook latere uitzendingen werden ontvangen, zij het ook met enige storingen. Voor de afstand van 200 km is dit zeker een opmerkelijk resultaat.

## Televisie-zender te Den Haag

De fa. van der Heem, fabrikant van de Errestoestellen, heeft plannen om in haar gebouwen te Voorburg bij Den Haag een experimentele televisie-zender in werking te stellen volgens het door Philips gebezigde systeem en zich eveneens op de fabricage van televisie-ontvangers te gaan toelagen.

## Stereoscopische films en televisie-beelden

Volgens „Electronics“ (November no.) heeft E. G. Beard van de Philips Cy. te Sydney in Australië een experimenteel systeem ontwikkeld voor het vertonen van stereoscopische films.

In de eenvoudigste vorm gebruikt dit stelsel een scherm van metaalblad, waarin over elkaar vallende, concentrische, cirkelvormige groeven zijn geëst van halfcirkelvormige doorsnede. De groeven werken als holle spiegels, die de twee verschillende beelden, welke op het scherm worden geprojecteerd, onder de juiste hoek terugkaatsen naar het publiek, zodat de mensen (blijkbaar zonder speciale bril of dergelijke) een beeld zien, dat diepte heeft. Het bericht spreekt van een geslaagde demonstratie en de mogelijkheid om er ook doorschijnende schermen voor te maken.

Bovendien acht men het stelsel toepasbaar voor televisiebeelden. Hierbij wordt de lijnverspringing gebruikt om het beeld voor het ene oog door het even stel lijnen en voor het andere oog door de oneven lijnen te laten vormen. C.

## Vonkjes

Twee Amerikaanse physici, Garrison en Dawson, hebben het warmte-geruis, dat elke gewone weerstand vertoont en dat met de temperatuur toeneemt, weten te benutten voor temperatuurmetingen over het gehele gebied van het absolute nulpunt tot ongeveer  $5000^\circ$  F, met een nauwkeurigheid, die op geen andere wijze wordt bereikt.

Het radiostation Hamburg is nu ook door de Engelsen in Duits beheer gegeven.



# Een concentrische dipool antenne

door W. TEBRA

Constructie van een coaxiaal gevoede concentrische dipoolantenne. Een speciale dipool, ontworpen voor zeer hoge frequenties. De handige combinatie van aanpassing en opstelling geven het maximum rendement in alle richtingen. Constructie-gegevens voor enkele frequentiebanden en de FM-frequentie.

## Wat is van belang?

Op golflengten kleiner dan tien meter is het mogelijk, met eenvoudige middelen, zeer effectieve antennes te construeren. De eigen-frequentie van de antenne is dan namelijk in overeenstemming te brengen met de signaal-frequentie. Eenvoudig gezegd, de antenne is in resonantie. Door deze resonantie wordt het signaal vele malen extra versterkt, ongeveer op dezelfde wijze als dit gebeurt in afstemkringen.

De versterking of opslinging wordt evenals bij spoelen, de qualiteitsfactor Q genoemd. Daar de antenne slechts bij een bepaalde frequentie resonanceert, is het van belang te weten hoe groot de bandbreedte bedraagt. De bandbreedte bepaalt namelijk de frequentieband die men met groot nuttig effect kan ontvangen.

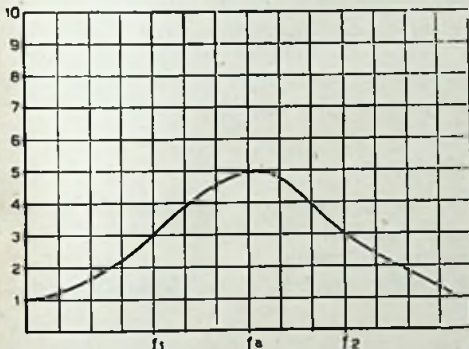


Fig. 1. Resonantiekromme. De gevoeligheid van een k.g.-antenne is groot tussen  $f_1$  en  $f_2$ , dicht bij de eigen resonantie.

In fig. 1 is een voorbeeld gegeven van een resonantiekromme. Zoals men ziet, is al het effect verloren als de signalen niet in de band van de antenne vallen. De breedte van de band is zeer afhankelijk van het type en van de constructie der antenne. Vooral de magere antenne is scherp, de corpulente weer breder in afstemming. Een antenne met richtingselementen, reflector en director, is zeer scherp, een gevouwen dipool zeer breed in afstemming. Voor een ondernemende amateur is het een kleinigheid om de bandbreedte te meten. In een volgend artikel hoop ik deze meting en enkele andere antenne-metingen te bespreken.

## De eenvoudigste antenne.

Een zeer eenvoudige antenne is de zogenaamde

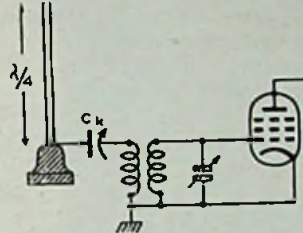


Fig. 2. Aansluiting van een kwart- of halve-golf-antennespriet op de antennekring. Door middel van  $C_k$  is de koppeling instelbaar.

kwartgolf spriet, een metalen draad ter lengte van het vierde deel der golflengte. Voor FM op 3,1 meter golflengte, zal de kwartgolfantenne ongeveer 75 cm lang zijn. Aangesloten als in fig. 2 geeft zij aardige resultaten. Haar zusje is de halvegolf-antenne, een spriet die tweemaal zo lang is. Van ander ras is de dipool-antenne. In tegenstelling met de kwart- of halvegolfantenne wordt de dipool in het midden aangesloten. Hij bestaat uit twee delen, zie fig. 3, met een totale lengte van een halve golf. Als men echter denkt, dat de lengte precies een kwart- of een halve golf is, dan heeft men het mis. Uit metingen blijkt, dat de resonantie op ongeveer 94—96 % van de kwart- of halve golf optreedt.

## Een belangrijk punt is de aanpassing.

De antenne wordt in de meeste gevallen niet direct op de zender of ontvanger gemonteerd. Hoog boven de grond, op daken en palen ziet men antennes opgesteld. De elektrische verbinding met de antenne is nu belangrijk geworden. Bij antennes, als de dipool, wordt de zender of ontvanger met een voedingslijn verbonden. Voor wisselstromen van hoge frequentie heeft de antenne en de voedingslijn een zekere weerstand. Ziet men de weer-

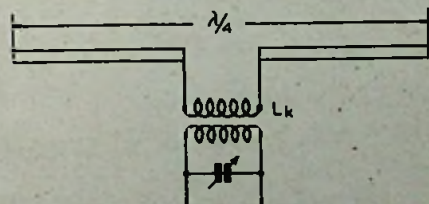


Fig. 3. Dipoolantenne. De aansluiting in het midden heeft een impedantie van 73 ohm. Door  $L_k$  is de koppeling instelbaar.

stand van de antenne als de belasting en die van de voedingslijn als de inwendige weerstand van een energiebron dan zegt de heer Efficiency: „Het nuttig effect is maximum, als de weerstand van de belasting en energiebron dezelfde zijn”. Dus  $R_1$  moet gelijk zijn aan  $R_u$ . De weerstand van een dipool is ongeveer 73 ohm. Van een voedingslijn is de karakteristieke impedantie (zo noemt men die weerstand) afhankelijk van de onderlinge afstand en de omvang der geleiders. Voor coaxiale voedingslijnen verloopt de karakteristieke impedantie volgens fig. 4.

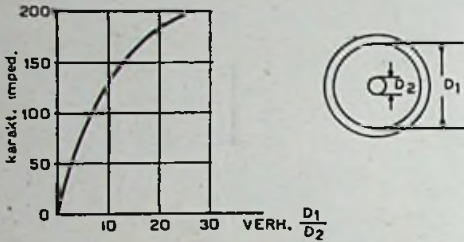


Fig. 4. Verloop van de karakt. impedantie van coaxiale kabel met luchtisolatie.

De kromme is-berekend voor luchtisolatie; in de meeste gevallen zal zich polystyrol, keramiek of andere isolatie tussen de geleiders bevinden. De karakteristieke impedantie wordt dan iets kleiner; veel is dit niet, zodat men bij aankoop de impedantie kan meten met een schuifmaat. Verwaarloos vooral de aanpassing niet, het is één van die punten waarvan de goede werking van de antenne afhangt.

#### De concentrische antenne.

Bij deze verticaal opgestelde antenne valt direct de asymmetrie van de twee delen op. Uit metingen

bleek namelijk, dat de gevoeligheid groter werd, als het onderstuk langer dan het bovenstuk werd gemaakt. De verhouding die de beste resultaten gaf, is ongeveer 35 : 36. Is bijvoorbeeld het bovenstuk 35 cm dan maakt men het onderste deel 36 cm.

In fig. 5 is de constructie van de antenne aangegeven. Zoals men ziet, wordt de coaxiaalkabel tot aan het midden van de antenne doorgevoerd. Hier is de antenne gesplitst door een weerbestendig isolatiemateriaal, bijvoorbeeld polystyrol of plexiglas. Aan de buitenmantel van de coaxiaalkabel soldeert met een ring, die precies in de  $\frac{3}{8}$  gasverloopnippel past. De binnengeleider gaat door het isolatiemateriaal heen naar het messing verbindingsstuk waar men het aan de bovenzijde vast soldeert.

De verloopnippel  $\frac{3}{8}$  op  $\frac{3}{4}$  duim en de gaspijpen kan men bij een gasfitter verkrijgen. De spriet, het bovenstuk, wordt van koper- of aluminiumstaaf gemaakt, diktematen zijn van weinig belang.

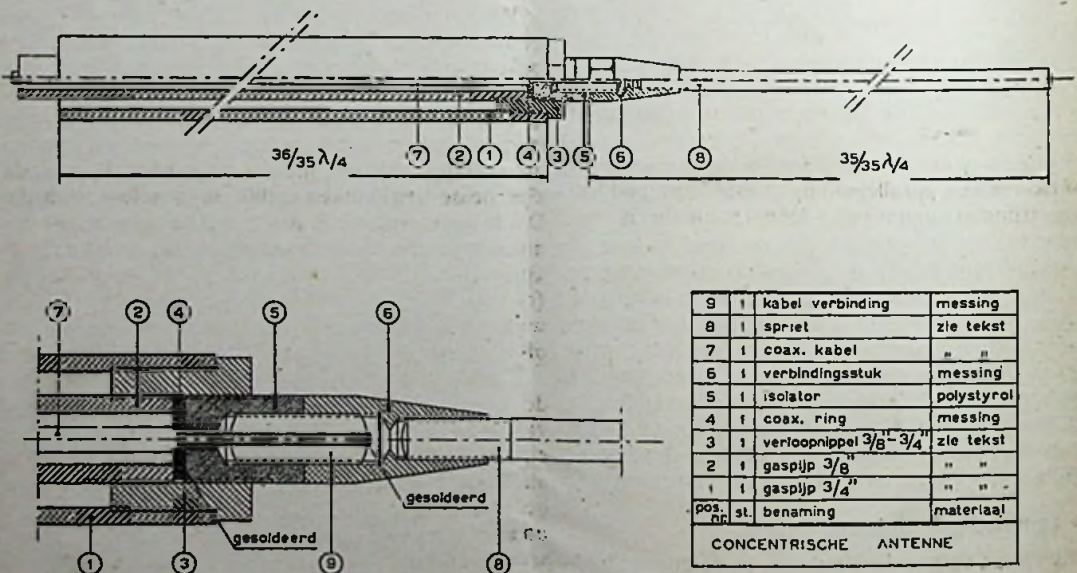
De antenne heeft een vrij hoge qualiteitsfactor; hierom is het raadzaam de beide cilindrische delen, de stralers, met een behoorlijke diameter te vervaardigen. Hoe groter de diameter — indien niet tot het absurde doorgevoerd — des te groter de frequentieband die men kan ontvangen.

Het weerbestendig maken van de antenne kan beter uit handen worden gegeven. In de plaatse-lijke galvaniseerinrichting verzinkt men Uw antenne voor een habbekrats. Dan is het goed gedaan en U heeft er geen omkijken meer naar.

#### De afmetingen.

Voor de concentrische antenne zijn in onderstaande tabel de maten aangegeven voor het boven- en onderstuk.

De verhouding 35 : 36 en de korting op 94—



9	1	kabel verbinding	messing
8	1	spriet	zie tekst
7	1	coax. kabel	" "
6	1	verbindingsstuk	messing
5	1	isolator	polystyrol
4	1	coax. ring	messing
3	1	verloopnippel $\frac{3}{8}$ " - $\frac{3}{4}$ "	zie tekst
2	1	gaspijp $\frac{3}{8}$ "	" "
1	1	gaspijp $\frac{3}{4}$ "	" "
pos. op st.		benaming	materiaal
CONCENTRISCHE ANTENNE			

Fig. 5.



# DE SUPERHETERODYNE

Enkele problemen, hun oplossing en contrôle op juiste werking, door E. de Boer.

## a. Inleiding.

Het grote voordeel van de superheterodyne-ontvanger, vergeleken met de cascade-ontvanger ligt in het feit, dat het deel, dat voornamelijk de kwaliteit van de ontvangst beïnvloedt, vast afgestemd kan worden.

Een dergelijke, vast afgestemde versterker kan veel gemakkelijker ontworpen worden dan een met variabele afstemming. De eigenschappen van een kring, bestaande uit een vaste spoel en een variabele condensator, veranderen immers met de resonantie-frequentie.

De oplossing: het transformeren van de frequentie van het gewenste station tot die van de vast afgestemde, z.g. middenfrequentversterker, introduceert weer moeilijkheden van andere aard. Voor deze transformatie voert men de gewenste trilling en een tweede, van een oscillator afkomstige trilling van een andere frequentie, toe aan de z.g. mengbuis. Hierin wordt dan o.a. een trilling gevormd met frequentie gelijk aan het verschil der twee frequenties. Het blijkt noodzakelijk te zijn, o.a. voor het onderdrukken van de spiegel, om vóór de transformatie het gewenste signaal te selecteren. Daarvoor zijn op het gewenste station afstembare kringen nodig. De moeilijkheid is nu, de oscillator te laten genereren in een frequentie, die een constant verschil heeft met de resonantie-frequentie van de ingangskring(en).

Stelt men eenknopafstemming als eis, dan zijn er de volgende mogelijkheden:

- a. De afstemcondensator van de oscillatorkring heeft een afwijkende platenvorm (dus andere capaciteitscurve).

Het nadeel van deze methode is, dat die condensator slechts geschikt is voor één golfbereik.

- b. De afstemcondensatoren zijn gelijk. De spoelen zijn verschillend. De waarde van de oscillatorkring-condensator wordt gecorrigeerd door een serie- en een parallel-condensator (resp. padder en trimmer genaamd). Deze methode is de meest gebruikelijke. Zie fig. 1.

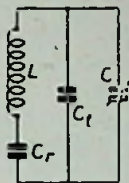


Fig. 1. Schakeling van de algemeen gebruikelijke super-oscillatorkring.

Het ideaal zou zijn, dat de resonantie-frequentie van de ingangskring een constant bedrag verschilt van de frequentie van de oscillatortrilling en dit bij elke condensatorstand. Bij berekening blijkt, dat de schakeling van fig. 1 hieraan niet voldoet. Slechts in drie punten van het bestreken golfbereik treedt z.g. gelijkloop op; in die drie punten is het verschil der frequenties juist gelijk aan de vooraf vastgestelde waarde (n.l. de frequentie waarop de m.f.-versterker afgestemd staat). Een station, dat door de ingangskring goed wordt doorgelaten, wordt dan in de mengbuis tot een trilling van de juiste frequentie getransformeerd.

Op andere punten van de schaal treden min of meer ernstige afwijkingen op. Daar is het bovengenoemde verschil niet meer gelijk aan de juiste waarde. Een station is echter slechts te ontvangen als zijn frequentie het juiste bedrag verschilt met de oscillator-frequentie; de ingangskring wordt dus „scheef” afgestemd. Het is nu duidelijk, dat de ingangskring niet zeer scherp mag zijn, of behoeft te zijn, daar steeds de oscillator de afstemming van het toestel bepaalt.

Voor het goed begrijpen van de in B te volgen gedachtengang betreffende de meting van de hier beschreven afwijkingen, is het noodzakelijk, zich te realiseren, dat, zodra de ingangstrilling een frequentie heeft, overeenkomende met de resonantie-frequentie, in de mengbuis een frequentie optreedt, die afwijkt van de middenfrequentie. Bovendien zijn beide afwijkingen gelijk in absolute waarde. Dit is niet een in de praktijk (bij goede afstemming) optredende toestand, maar de laatste afwijking blijkt eenvoudiger en gemakkelijker meetbaar (of beter gezegd: demonstreerbaar) dan de afwijking optredende bij ontvangst van een station of bij gebruik van een meetzender.

Er moet op gewezen worden, dat, afgezien van de bovenbeschouwde afwijkingen het aanbrengen van afgestemde kringen vóór de mengbuis in principe soortgelijke moeilijkheden met zich meebrengt als in de aanvang vermeld. Hier is de verandering der kringeigenschappen echter minder merkbaar, daar de totale selectiviteit voornamelijk bepaald wordt door de middenfrequentversterker.

96 % vindt U voor alle in de tabel gegeven frequenties berekend.

Maten in mm.

Golflengte	Frequentie-band	Lengte bovenstuk	Lengte onderstuk
2,1 m	146—148 MHz	495	505
3,1 m	96 MHz	740	760
5 m	58—60 MHz	1215	1250
10 m	28—30 MHz	2400	2470

Zaandam, October 1948.

## b. Contrôle van de paddingkromme.

De paddingkromme is de grafiek, die de waarde van de hier beschouwde afwijkingen aangeeft in afhankelijkheid van de frequentie. Zien we nu de vraag onder ogen, hoe deze kromme te bepalen van een bepaald apparaat, dan kunnen we direct inzien, dat de meetzender ons, willen we het onderzoek eenvoudig en nauwkeurig maken, niet op normale wijze kan helpen.

Het gaat immers in de eerste instantie om de resonantie-frequentie van een kring, n.l. de (een) signaalkring. Zoals boven is aangegeven, kunnen we het gezochte verschil ergens anders in het toestel terugvinden, n.l. na de mengbuis. Door van de signaalkring een oscillator te maken, treedt na de menging een trilling op met een frequentie, die iets afwijkt van de juiste middenfrequentie. Het verschil is nu te meten door de trilling, samen met een van de juiste frequentie, te detecteren. De door interferentie ontstane verschilfrequentie is dan normaal in de luidspreker als toon hoorbaar, daar de afwijking van de gelijkloop van de orde van enkele kHz is.



Fig. 2. Paddingkromme. Horizontaal is uitgezet de frequentie, waarop het toestel is afgestemd, verticaal de afwijking van de gelijkloop. Getrokken lijn: absolute waarde. Gestippelde lijn: werkelijke waarde.

Door de afstemcondensator te verdraaien, hoort men de toon langzaam van hoogte veranderen en krijgt men een indruk van het verloop van de paddingkromme. Op drie plaatsen, de gelijklooppunten, is het verschil nul, men controleert of deze symmetrisch verdeeld liggen.

Het hanteren van b.v. een viool of piano (sic) geeft de toonhoogte, een rekenpartij ( $a' = 435$

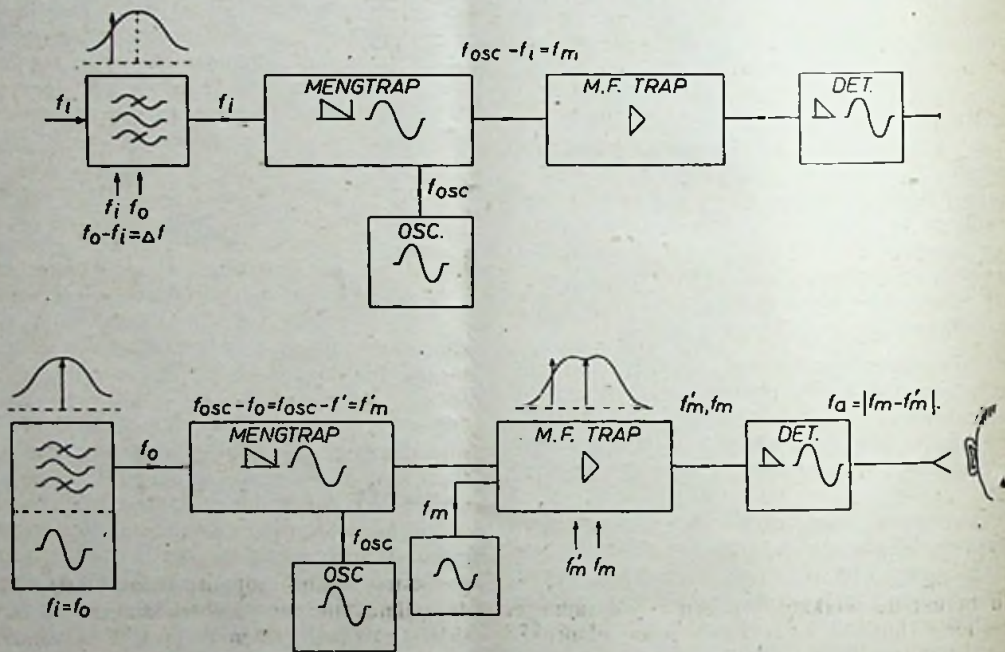


Fig. 3. Blokschema der methode. Boven: normale toestand. Beneden: meting van de afwijking  $\Delta f$ . Normaal wordt een ontvangen signaal  $f_1$  toegevoerd aan een vóórtrap, die „scheef” is afgestemd op  $f_0$ , dus met een afwijking  $\Delta f = f_0 - f_1$ . Hierbij heeft  $f_{osc}$  een waarde, waardoor  $f_{osc} - f_1 = f_m$ .

Laat men de voortrap genereren, dan treedt de frequentie  $f_0$  op als ingangssignaal  $f_1$ , zodat  $f_{osc} - f_1 = f_{osc} - f_0 = f_m'$ , een middenfrequentie, die afwijkt van de afstemming  $f_m$  van de mfr. versterker. Laat men nu ook de middenfrequentversterker genereren, dan levert deze  $f_m$  en worden aan de detector de frequenties  $f_m'$  en  $f_m$  tezamen toegevoerd. Door de detectie ontstaat een (hoorbare) audiofrequentie  $f_a = f_m - f_m'$ . Nu is:

$$f_a = f_m - f_m' = (f_{osc} - f_1) - (f_{osc} - f_0) = f_0 - f_1 = \Delta f.$$

Dezelfde frequentieafwijking, die bij de normale toestand aanwezig was, komt dus bij de meting als hoorbare toon te voorschijn.



Hz) de frequentie. Men kan het resultaat in een grafiek uitzetten. Het is duidelijk, dat men slechts de absolute waarde meet, zie de getrokken lijn van fig. 2.

Bij een normaal toestel blijven de afwijkingen „beperkt” tot 9000 Hz.

In dit gebied wordt een schatting van de frequentie zonder toongenerator moeilijk.

Nu komen enkele praktische vragen opduiken.

Het toevoeren van de juiste middenfrequentie uit een meetzender geeft moeilijkheden wegens de kleine inwendige weerstand. Aansluiting via de antennetoevoer gaat moeilijk, aangezien de meng- (eventueel h.f.-) buis door de oscillaties van de h.f.-kring dichtgedrukt wordt, door de werking van de afvlakcondensator van de a.s.r. (in sommige gevallen de roostercondensator, als de a.s.r.-spanning parallel toegevoerd wordt) als roostercondensator, die geladen wordt door de bij grote amplituden in de buis optredende roosterstroom. De verhouding tussen de sterkte van gegenereerde en middenfrequente trilling wordt dan te groot.

Ergens anders injecteren van het m.f.-signaal (b.v. in serie met de afvlakcondensator van de a.s.r. voor de m.f.-buis) gaat moeilijk wegens de kleine amplitude en de kleine inwendige weerstand. Waarom zouden we echter de m.f.-versterker niet laten genereren? (Op de praktijk hier-

van wordt teruggekomen). Men moet hier echter waken tegen te grote amplitude van het genereren, daar ook nog het uit de mengbuis komende signaal versterkt moet worden.

Om het meetrekken bij kleine frequentiever- schillen te beperken, moeten beide amplituden zo klein mogelijk zijn.

Een te grote amplitude van het h.f.-genereren kan zoveel kwaad niet. Harmonischen kunnen de zaak niet verstoren en zelfs geldt vanaf een bepaalde grens, dat de door de mengbuis ev. h.f.-buis overgedragen trilling kleiner wordt.

De sterkte van de getransformeerde trilling kan men regelen door de plaatkring van de mengbuis te dempen.

De meetzender is bij deze contrôle van de pad- dingkromme geheel overbodig geworden. De vraag doet zich nu voor, of deze methode, die direct een indicatie geeft van de onderlinge afwijkingen van signaal- en oscillatorkring, niet gebruikt kan worden voor de afregeling van een super.

Bovendien geeft dit de mogelijkheid tot exper- imenten met de in R.E. 1947 no. 22 beschreven Philips corrector voor verbeterde gelijkloop.

Op dit en het afregelen, desnoods zonder meet- zender (wat voor vele amateurs zeer belangrijk is) kom ik in een volgend artikel terug.

## Hittedraadmeters en electrostatische instrumenten

Een directe demonstratie van het verband tussen gelijkstroom- en wisselstroom-metingen biedt de hittedraadmeter.

Gelijkheid in waarde van wisselstroom met een gelijkstroom is aldus gedefinieerd, dat indien de door de stromen veroorzaakte warmte-ontwikke- ling in geleiders van gelijke weerstand dezelfde is, gelijkheid bestaat van de effectieve sterkte van de wisselstroom met de gelijkstroom, die ter vergelijking dient.

Nu berust de werking van een hittedraadmeter op de uitzetting van een door de stroomdoorgang verwarmde draad van weerstandmateriaal. Gelijke uitslagen betekenen dus gelijke warmte-ontwikke- ling en daaruit volgt zonder meer, dat de aan- wijzingen van een hittedraadmeter voor gelijk- stroom en voor effectieve wisselstroomwaar- den dezelfde zijn.

Wij kunnen ook zeggen: de uitslagen van de meter zullen bepaald worden door de waarde, welke de vorm  $i^2R$  telkens aanneemt, want de warmte-ontwikkeling wordt door  $i^2R$  bepaald; bij wisselstroom is het dus het product van de weer- stand  $R$  met het gemiddelde der momentele  $i^2$ - waarden, dat de uitslag zal bepalen; de  $i$ , die door

de meter wordt aangewezen, is derhalve voor wis- selstroom het gemiddelde der kwadraten van de momentele stroomsterkten gedurende elke hele of halve periode. En dat is wat wij de effectieve stroomsterkte noemen. Deze aanwijzing is onaf- hankelijk van de krommevorm van de wissel- stroom.

Van grote betekenis is het, dat voor hittedraad- meters tot *ver in het hoofrequentie gebied* hun gelijkstroomijking nog bruikbaar blijft, zolang n.l. de zelfinductie der toevoerleidingen, de capaciteit tussen de aansluitklemmen en de stroomverdrin- ging nog geen rol van betekenis spelen. Dat is pas voor kortere golven dan 50 m in toenemende mate het geval.

Het algemeen toegepaste principe volgens het- welk de uitzetting van de door de stroom door- vloeiende draad wordt gebezigd om een wijzer te doen uitslaan, is in fig. 22 aangegeven. De stroom doorloopt de draad  $ab$ , die in zijn midden bij  $m$  is verbonden — meestal door een glaskraaltje ge- isoleerd — met een tweede draad  $mn$ , die op zijn beurt in het midden bij  $O$  is verbonden aan een derde om de wijzeras geslagen draad, welke door een bladveer  $V$  gespannen wordt gehouden,

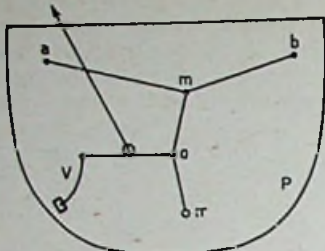


Fig. 22.

waardoor de wijzer in de nulstand wordt gebracht; de draden *ab* en *mn* zijn daardoor in deze ruststand al iets doorgebogen. Rekt nu *ab* door verwarming, dan heeft dit een verplaatsing van het punt *m* tengevolge, die groter is dan de rek van de hittedraad; door de trek van de veer *V* verplaatst het punt *o* zich over een nog weer grotere afstand. Hoe kleiner de diameter is van het rondselletje op de wijzeras, waar de van *o* komende draad omheen is geslagen, des te groter wordt de hoek, waarover *as* en wijzer zich draaien; die diameter kan echter niet al te klein worden gemaakt, omdat de door de trekkracht der veer *V* veroorzaakte wrijving in de tappen van de *as* dan te groot zal zijn in verhouding tot de uitwerking der kracht op de draaibeweging. De vergroting der bewegingen van de punten *m* en *o* van het overbrengingssysteem is daardoor van zeer wezenlijke betekenis om de lengte van de draad *ab* te kunnen beperken.

Overigens moet opgemerkt worden, dat bij eenvoudige uitvoeringen de tweede overbrenging met de draad *mn* soms ontbreekt, zodat de van *m* komende draad dan direct om de wijzeras is gelegd en door een veer gespannen wordt. Bovendien zijn er ook nog andere, meer ingewikkelde uitvoeringen. Om de wijzer op het nulpunt der schaal te kunnen brengen, is altijd een stelinrichting aangebracht met een schroef met fijne draad, die soms één der punten *a* of *b* iets verplaatst, in andere gevallen het punt *n* wat verschuift.

Enige moeilijkheid en onnauwkeurigheid kan ontstaan doordat ook de temperatuur der omgeving invloed heeft op de lengte van de hittedraad. Compensatie dezer fout wordt verkregen, indien het gehele mechanisme op een grondplaat is gemonteerd, welke dezelfde uitzettingscoëfficiënt bezit als het materiaal van de hittedraad.

Grote schakelbordmodellen van Hartmann en Braun hebben een hittedraad van platina-zilver van 16 cm lengte; wanneer zij als spanningmeters moeten dienen, bedraagt de diameter van de hittedraad 0,06 mm; voor ampère-meters past men dikkere draden toe. Het stroomverbruik bij volle uitslag van de voltmeters van dit fabriekaat is 160 mA (inw. weerstand 6,25 ohm per volt); terwijl het spanningsverlies der ampèremeters bij volle uitslag 0,25 volt bedraagt.

*Voorschakelweerstand en shunts bij hittedraadmeters* worden op dezelfde wijze als bij

draaispoelmeters toegepast om hogere meetbereiken te verkrijgen dan met het instrument op zichzelf. Het geldt als een bijzonder voordeel van de hittedraadmeter, dat die vrijwel de enige meter is, waarbij ook voor wisselstroom de eenvoudige uitbreiding van het meetbereik met shunts toelaatbaar blijft. Dit wil echter niet zeggen, dat men met los aan te brengen serie- en parallelweerstand, een willekeurig aantal meetbereiken zou kunnen verkrijgen, waarvoor steeds dezelfde schaal zou gelden met een eenvoudig vermenigvuldigingstetal. Dat laatste gaat alleen op, wanneer de inwendige weerstand van het instrument constant is. Bij een hittedraadmeter wordt aan die voorwaarde niet voldaan omdat de temperatuur van de draad zo veel varieert, dat dit van wezenlijke invloed is op de weerstand.

Zoals wij in vorige hoofdstukken vonden, is het vermenigvuldigingstetal *n* bij toepassing ener shunt  $R_s$ :

$$n = \frac{R_i + R_s}{R_s}$$

en bij toepassing van een voorschakelweerstand  $R_v$  voor spanningsmetingen:

$$n = \frac{R_i + R_v}{R_i}$$

en aangezien in het algemeen  $R_s$  klein zal wezen ten opzichte van  $R_i$ , terwijl  $R_v$  groot is ten opzichte van  $R_i$ , zal in beide gevallen het vermenigvuldigingstetal *n* bij variërende  $R_i$  ongeveer evenredig met  $R_i$  eveneens veranderen. De invloed blijft zo klein mogelijk door voor de hittedraad materiaal met geringe temperatuurcoëfficiënt toe te passen; platina-zilver (33,4 % platina) is in dat opzicht gunstig; de weerstand neemt 0,032 % per graad C toe. Tussen de toestand bij kamertemperatuur en de toestand bij volle uitslag meet men echter toch nog een toeneming van de weerstand met ettelijke procenten. Voor een 16 cm lange draad van platina-zilver betekent een temperatuurstijging van 100° C slechts iets meer dan 0,25 mm toeneming in lengte; de weerstandtoename is daarbij 3 %.

Streng genomen, kan men dus bij een hittedraadmeter al evenmin voor gelijkstroom als voor wisselstroom met voorschakelweerstand of shunt tot een voor de gehele schaal geldig vermenigvuldigingstetal geraken. Maar juist omdat dit voor gelijkstroom evenzeer geldt als voor wisselstroom, blijft ons één voordeel toch over, dat een gelijkstroomijking ook met shunt of voorschakelweerstand, eveneens voor wisselstroom klopt, zolang de frequentie niet zó hoog is, dat de zelfinductie van de rechte draad, de capaciteit tussen de klemmen en de invloed der stroomverdringing op de weerstand een rol gaan spelen en onder voorwaarde, dat de eventuele voorschakelweerstand voldoende capaciteit- en zelfinductie-vrij is vervaardigd.



Het blijven dan instrumenten met één meetbereik, maar ijkbaar met gelijkstroom.

Een ander gezichtspunt, dat men hierbij soms mag laten gelden, is dit, dat hittedraadmeters uit hun aard geen bijzonder hoge nauwkeurigheid bezitten. De mechanische overbrenging der zeer kleine lengte-toeneming van een draad op de wijzerbeweging brengt wrijvings- en dodegang-effecten mede; het terugvallen van de wijzer op nul bij verbreking van de stroom is vaak gebrekkig of zeer traag; tochtveroorzakende luchtstromen langs de meter kunnen van invloed zijn op de temperatuur, die de hittedraad bereikt. Men kan zich daarom wel eens op standpunt stellen, dat enige procenten miswijzing meer of minder er niet zo heel veel toe doen. Stelt men dit voorop, dan komen fouten van een paar procenten er eigenlijk niet zo heel erg op aan.

Zo staat het ook met 't gebruik van hittedraadmeters in het gebied der hoge radiofrequenties. Op de vraag tot aan welke frequentie men de aanwijzingen als redelijk juist mag beschouwen, is geen redelijk antwoord te geven. Neemt men in aanmerking, dat alle metingen van hoogfrequente stromen tamelijk grote onzekerheden overlaten, dan mag men afwijkingen van 10 tot zelfs 50 % niet al te ernstig nemen, indien men maar steeds de mogelijkheid van zo grote meetfouten in het oog houdt.

Het aanbrengen van uitwendige shunts voor grotere stroomsterkten levert voor gelijkstroom en laagfrequente wisselstroom geen ander bezwaar dan het boven reeds genoemde, maar voor metingen in het hoogfrequente gebied dreigt de zelf-inductie van het shuntcircuit spoedig grove fouten te veroorzaken. Om daaraan te ontkomen, worden dan wel op de in fig. 22a aangegeven wijze een

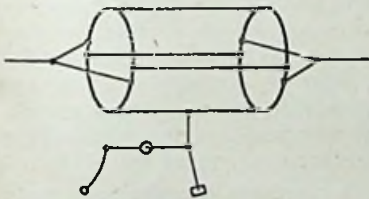


Fig. 22a.

aantal gelijke hittedraden tussen twee metalen ringen parallel geschakeld, waarbij slechts één draad als de eigenlijke hittedraad dienst doet en de andere shunt vormen. Het blijft dan echter een instrument voor slechts één stroombereik.

De gevoeligste hittedraad-stroommeters brengen het gewoonlijk niet verder dan dat zij een stroom van 10 mA juist even zichtbaar maken. En de grootste stroomsterkten, waarvoor de gebruikelijke eenvoudige typen worden vervaardigd, bedragen enkele ampères.

Het verloop van de schaalverdeling is min of meer kwadratisch, hetgeen dus een sterk gedron-

gen verdeling in het begin der schaal medebrengt. Bovendien zijn de effecten van wrijving en dode gang in dat gebied het meest hinderlijk. Meestal begint de serieuze schaalverdeling dan ook niet lager dan op  $\frac{1}{5}$  der waarde voor volle uitslag. Een aangename eigenschap van dit metertype is, dat de aanwijzing niet wordt gestoord door magnetische velden in de omgeving.

\* \* \*

Speciaal voor het meten van wisselspanningen en vooral zeer hoge spanningen, zijn de electrostatische meters van groot belang.

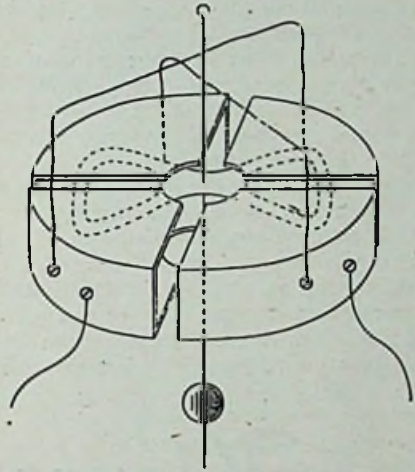


Fig. 23. Kwadrant-electrometer met spiegel.

De laboratoriumvorm van dit metertype is de kwadrant-electrometer, waarvan het principe in fig. 23 is aangeduid. Binnen een platte, in vier van elkaar geïsoleerde kwadranten verdeelde, metalen doos, is een metalen vleugel in de vorm ener 8 draaibaar aangebracht. De tegenover elkaar liggende kwadranten zijn geleidend verbonden. Het ene paar verbindt men met één pool der spanningsbron, het andere paar met de andere pool, waarmee óók de metalen vleugel in contact staat. De vleugel wordt nu statisch afgestoten door de aan de gelijknamige pool liggende kwadranten en aangetrokken door de andere kwadranten. De torsie van de ophangdraad voor de vleugel levert de richtkracht, die het bewegende systeem in de nulstand tracht terug te brengen. Doordat de metalen vleugel en het ene kwadrantenpaar steeds aan dezelfde spanning liggen, blijft de bewegingsrichting ook bij omwisseling der polen steeds gelijk. Daaruit volgt, dat het instrument evengoed op wisselspanning reageert als op gelijkspanning.

Wat hier gemeten wordt, is feitelijk de kracht, waarmee in de door vleugel en kwadranten gevormde condensator de beweegbare electrode door de ene vaste electrode wordt aangetrokken en door

de andere vaste afgestoten. Bij een condensator, die bij een spanning  $V$  een lading  $E$  heeft aangenomen, is deze kracht  $K$ , als de plaatafstand  $d$

bedraagt:  $K = \frac{1}{2} \frac{EV}{d}$ . En aangezien bij een

capaciteit  $C$  ook  $E = CV$  is, kunnen wij ook

schrijven:  $K = \frac{1}{2} \frac{CV^2}{d}$ . De uitslag is dus afhan-

van  $V^2$ , het kwadraat der aangelegde spanning, evenals bij de hittedraadmeter de uitslag bepaald werd door het kwadraat van de stroom. Dit brengt mede, dat nu bij wisselspanning ook weer de waarde wordt aangewezen, die gelijk is aan de wortel uit het gemiddelde der kwadraten van de momentele spanningen gedurende elke periode, dus de effectieve spanning en dat de ijking met gelijkspanning ook voor wisselspanning van elke frequentie en krommevorm geldt.

Bij de technische uitvoeringen der electrostatische voltmeters vindt men een tussen tapjes draaiende en door een spiraalveer in de nulstand gehouden wijzeras met één of meer vleugels, die door elektrische aantrekking in de ruimte tussen twee of meer vaststaande plaatjes getrokken kunnen worden; de vleugels op de as en de vaststaande plaatjes vormen een soort van zeer licht

bewegelijke draaicapacitor en wanneer deze meer dan 2 vaste plaatjes bevat, spreekt men van een multicellulair instrument. De gevoeligheid is zelden zo groot, dat men beneden 100 volt goede aflezingen verkrijgt. Instrumenten voor spanningen tot 10 000 volt zijn gemakkelijk uitvoerbaar. Daarboven kan de isolatie moeilijkheden opleveren.

Verhoging van een meetbereik kan verkregen worden door voorschakeling van serie-condensatoren. Soms worden ook hoogohmige grafietweerstanden voorgeschakeld om ongelukken bij doorslag te voorkomen. Invloed op het meetbereik hebben zulke beveiligingsweerstanden niet. Aangezien de meter bij gelijkspanning absoluut geen stroom neemt en bij wisselspanning alleen de door de geringe inwendige capaciteit bepaalde stroom, treedt zelfs bij voorschakeling van vrij hoge weerstanden daarin geen noemenswaardige spanningsval op.

Statische meters zijn voor stroommetingen uit hun aard ongeschikt. De ijking met gelijkspanning is, zoals wij reeds zeiden, ook in het hoogfrequente gebied zeer betrouwbaar. Alleen gaat de capaciteit van het metersysteem in hoogfrequente kringen een rol spelen; die invloed laat zich evenwel in vele gevallen elimineren, indien de afstemming, welke door het aanbrengen van de meter was verstoord, door kleiner draaien van de afstemcondensator kan worden hersteld.

## Kleurentelevisie (SLOT)

### 4. De video-modulator.

De modulator bestaat uit een video-versterker met 5 trappen, die een „vlakke” versterking heeft van gelijkstroom (freq. nul) tot 10 MHz. De parasitaire buis- en schakelings-impedanties heeft men kunnen compenseren door ze op te nemen in de schakeling en de koppelings-impedanties tussen de buizen uit te bouwen tot vierpolen.

De methode van koppeling is aangegeven in fig. 4. Er bevindt zich een condensator  $C_1$  tussen plaat en rooster van de volgende buis. Van iedere kant van deze condensator voeren scheidingsweerstanden  $R_1$  naar de klemmen van een gestabiliseerd p.s.a., terwijl geen enkele verbinding van het roos-

ter der tweede buis naar aarde is aangebracht. De waarde van de scheidingsweerstand  $R_1$  is vele malen groter dan de waarde van de belastingsweerstand  $R_2$  in de plaatketen van de eerste buis, om te voorkomen dat capaciteiten van het p.s.a.-tegen-aarde over de belastingsweerstand  $R_2$  komen te liggen, maar te zorgen, dat dit altijd via de hoge  $R_1$  geschiedt. Snelle variaties van de plaatwisselspanning gaan door deze werkwijze gewoon via  $C_1$  naar het stuurrooster van de tweede buis.

Voor zeer langzame veranderingen in de plaatspanning zal het duidelijk zijn, dat beide klemmen van het p.s.a. eenzelfde bedrag in spanning omhoog of omlaag gaan, zodat het signaal wordt overgedragen via de twee scheidingsweerstand en het p.s.a., dus buiten de condensator om. Als de condensator  $C_1$  groot is ten opzichte van de aardcapaciteit van het p.s.a., gaat de overgang van de overdracht via  $C_1$  of p.s.a. heel geleidelijk en soepel en het gevolg is, dat de frequentie-karakteristiek van de versterker voor een frequentie, die wordt overgedragen door  $C_1$ , even groot is als een, die via het p.s.a. wordt overgebracht. Dit koppelingssysteem wordt tussen alle buizen van de video-versterker toegepast en nadat men gezorgd had voor werkelijk goed gestabiliseerde

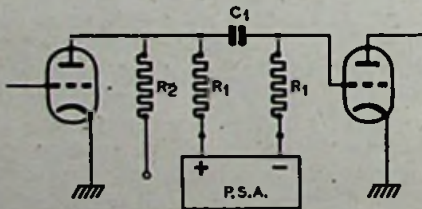


Fig. 4. Koppeling van de buizen in de video-versterker.



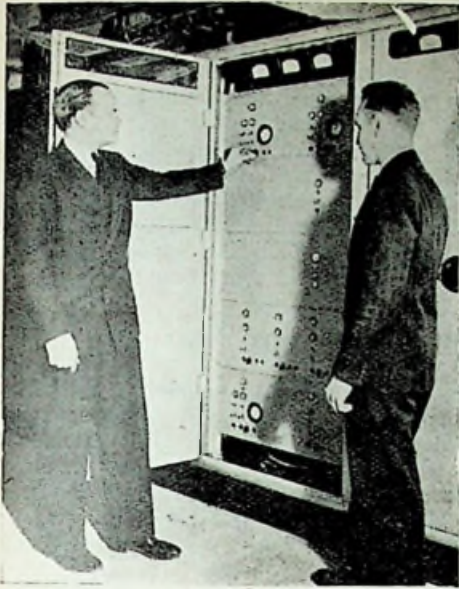


Fig. 5a. De video-versterker.  
Voorzijde.

p.s.a.'s, werkte deze versterker geheel volgens de verwachtingen. \* \* \*

De eerste trap van deze video-versterker bevat een buis 6AG7. De ingangsspanning is onstreeks 2 volt piekspanning. Het is nuttig om bij televisie-signalen over de piekspanning te spreken omdat de signalen een zeer grillig verloop kunnen hebben en de roosterruimten van de buizen ruim genoeg moeten zijn om de piekspanningen te kunnen verwerken zonder vervorming te introduceren. Het oor (bij gewone radioomroep) is wel gewillig om een enkele vervormde passage te aanvaarden, maar met het oog is dat anders. Deze trap heeft een versterking van  $7 \times$  (17 dB).

De tweede trap bevat een E07 met een versterking van  $2,8 \times$  (9 dB) zodat de piekspanning nu al 40 volt kan bedragen. De derde trap bevat 3 buizen 807 parallel, vanwege de noodzakelijkheid om de volgende buis toch vol te kunnen sturen in verband met de nogal grote ingangscapaciteit van de volgende trap. De versterking van deze 3 buizen parallel is  $4,5 \times$  (13 dB). De hierop volgende versterkertrap bevat de reeds eerder vermelde triode 6C22, die hier als normale A-versterker is geschakeld. De versterking van  $3,5 \times$  (11 dB) is nu al van dien aard, dat er piekspanningen van 700 V kunnen worden geleverd aan de volgende trap, die bestaat uit 2 buizen 6C22, geschakeld als kathode-versterker (cathode-follower). Het doel hiervan is om een modulatie-sigitaal te krijgen van een bron met betrekkelijk kleine uitgangsimpedantie. In deze schakeling bedraagt de helling per buis ca 10 mA/V, dus voor twee parallel 20 mA/V en de inwendige weerstand is bij benadering voor een kathode-

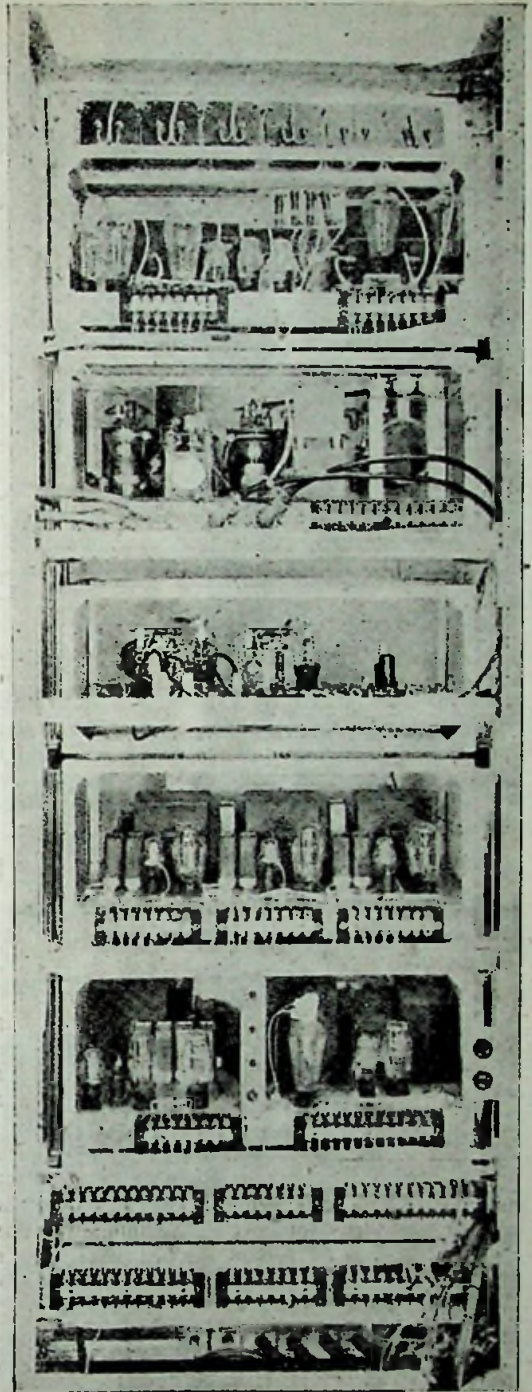


Fig. 5b. De video-versterker.  
Achterzijde.

$$\text{versterker} \frac{1}{S} \text{ ohm of } \frac{1000}{20} = 50 \text{ ohm. (Zie artikel$$





Fig. 6. Kleurentelevisie in de salon is ook in Amerika nog een toekomstbeeld, als is de techniek gereed.

versterkerschakelingen met neg. terugk., R.-E. no. 18). De uiteindelijke versterking van deze trap is  $0,8 \times (-2 \text{ dB})$  zodat de totale versterking bedraagt  $17 + 9 + 13 + 11 - 2 = 48 \text{ dB}$  of ca 250 maal.

#### 5. Stroomvoorzieningsapparaten.

De video-versterker en de modulatortrap vergen een betrekkelijk groot aantal p.s.a.'s, daar een apart p.s.a. voor elke koppeling nodig is (zie fig. 4) en verder voor de 6AG7 en de 2 trappen met 807's. De twee 6C22-ers worden gevoed uit een gemeenschappelijke gelijkrichter, die ook de overeenkomstige buizen in de eigenlijke zender voedt. Dit scheidt een zeer aantrekkelijke omstandigheid, daar de stroom, die de kathodeversterker „trekt”, juist toeneemt als de stroom van de eindversterkertrap afneemt en omgekeerd.

Ter wille van de veiligheid heeft men voorts

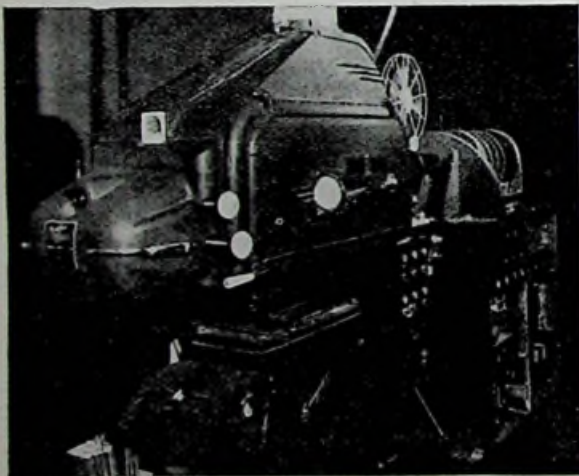


Fig. 7. Opname-orthicon voor kleurenfilm-uitzendingen.

voor ieder „cabinet” (zie fig. 1) een apart p.s.a. ontworpen, zodat men bij opening van een deur d.m.v. een zgn. interlock-switch, alleen de schakelingen achter de betreffende deur uitschakelt terwijl de rest van de zender gewoon blijft doorwerken. Tenslotte zal het geen nader betoog behoeven, dat de meest moderne snufjes van beveiliging en controle en regeling getroffen zijn. Een kleine serie foto's geeft tenslotte een indruk van dit meesterstuk van moderne UHF-techniek. vdB.

## Televisie en film

Een speciaal technisch probleem, dat zich in Amerika voordoet, spruit voort uit de omstandigheid, dat terwijl de film daar met 24 beelden per seconde werkt, de televisie er 30 toepast, dit in verband met de netfrequentie van 60 hertz.

Bij de beelddaftasting met lijnverspringing voor de televisie hebben in  $\frac{1}{12}$  seconde 5 halve beelddaftastingen plaats en in die tijd levert de film 2 complete beelden.

Nu moet bij de film, nadat het beeld gedurende één opname met open camera heeft stilgestaan, de camera altijd even gesloten worden om de nodige tijd te verkrijgen voor het over de hoogte van één beeld voorttrekken van de film.

Als deze verduisteringstijd wordt ingesteld op precies  $\frac{1}{4}$  van de tijd voor een televisiebeeld, kan een synchronisatie worden verkregen, waarbij 5 halve televisiebeelden op twee gehele filmbeelden komen, terwijl één half televisiebeeld door 2 verduisteringen van elk  $\frac{1}{4}$  televisiebeeld wegvalt.

Op deze grondslag werkt men in Amerika bij het weergeven van normale speelfilms per televisie. De 24 filmbeelden per seconde worden afgetast als 30 televisiebeelden; ofschoon op elk paar televisiebeelden twee maal gedurende  $\frac{1}{4}$  televisiebeeld verduistering optreedt, stoort dit evenmin als bij de gewone filmvertoning als overigens de synchronisatie en de juiste tijdsduur van de verduisteringen maar klopt. Anders ziet men donkere banden in het beeld, die zich naar boven of naar onderen verplaatsen.

Nu is ook apparatuur ontwikkeld om omgekeerd van televisiebeelden met een frequentie van 30 per seconde normale films te maken met 24 beelden per seconde. Eastman Kodak construeerde de camera's op grond van aanwijzingen der Allen B. Du Mont Laboratoria.

Die films, met geluidsspoor, kan men of gewoon als film afdraaien, of ze gebruiken om weer per televisie uitgezonden te worden. In het uitgestrekte Amerika is de enige moeilijkheid nu nog, dat de lichtnetten in uiteenliggende gebieden niet alle onderling zijn gesynchroniseerd, zodat de met de 60 perioden gesynchroniseerde opnamen uit één deel van het land niet precies passen op de wat afwijkende 60 perioden in een ander deel. C.