

TWINTIGSTE JAARGANG

# RADIO EXPRES

TIJDSCRIFT VOOR RADIOTECHNIEK

IN DIT NUMMER: Onze 20ste jaargang vangt aan. — Over eindlamp-aanpassing voor lilliput-toestellen met koptelefoon. — Een voltmeter met logaritmische schaal. — Nieuwe onderzoeken over secundaire emissie. — Thermo-milli-ampèremeters.

NO. 1  
9 JAN. 1942

PRIJS  
31 CENT

*Verzamel Uw nummers van*  
**RADIO-EXPRES**  
 IN DEZEN LINNEN PRACHTBAND



Deze handige band, de **Easybind**, munt uit door eenvoud. Door een enkele handbeweging (zie de afb. in de cirkel) kunt U zelf de nummers van Radio-Expres inbinden. U voorkomt daardoor het zoekraken of slordig op een stapel liggen v. h. tijdschrift. De **Easybind** stelt U in staat het volle profijt te trekken van Uw abonnement. De **Easybind** voor Radio-Expres kost f 2.75 franco thuis.

Stortingen kunnen geschieden op postrek. 385246 ten name van Radio-Expres met vermelding van doel



**RADIO-EXPRES**

een

**BOEK IN WORDING**

**RADIO GROENEVELD**

Amsterdam Zuid, Ceintuurbaan 127-129

Postgiro 31 38 00, Tel. 93047, Gem. Giro G-2210

*Mededeeling.*

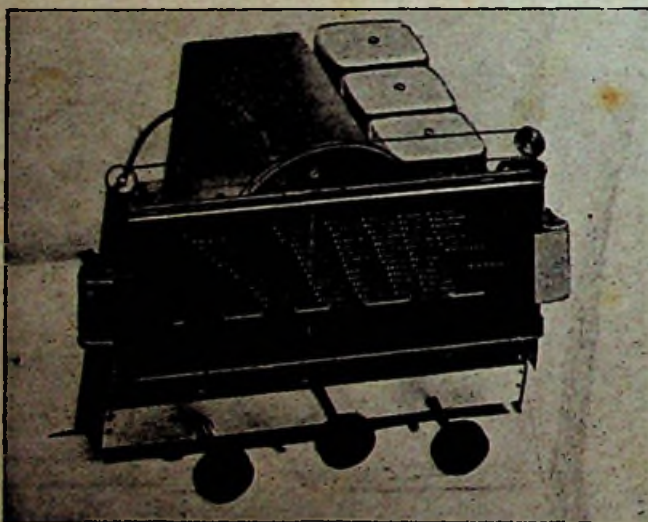
In verband met het feit dat voor de radioindustrie geen metalen meer mogen worden verwerkt, moeten wij drastische maatregelen nemen wat betreft de leveringen!!! Wij kunnen dus voorloopig geen postorders meer aannemen en verzoeken beleeft om eventuele benodigdheden aan onze magazijnen af te halen.

Zoodra er weer een en ander uit voorraad leverbaar is, volgt hiervan een mededeeling op deze plaats.

De enorme drukte in onze zaken noopt ons enkele malen per dag de winkels te sluiten. Wanneer de aanwezige voorraad klanten is verwerkt, gaan de deuren weder open!! U moet dus geduld hebben. Wij zijn open van 8.45-18 uur, Zaterdags tot 19 uur en Donderdags tot 13 uur!!!!

Wij wijzen er nog op dat Radiotoestellen, luidsprekers, grammofoons en pick-up's zijn uitverkocht, zoodat het geen zin heeft hiernaar te informeren. Aanvragen hiertoe worden terzijde gelegd!

**Megatron-Spoelenheid met Ultra Korte Golf**



Een zeer moderne afstemeenheid voor **OMBOUW** van bestaande ontvangers.

Alleen het allerbeste materiaal is toegepast.

Verliesvrije litzespoelen en stabiele afstemcondensatoren.

Het geheel is goed afgeschermd en leent zich zoowel voor chassis als grondplankmontage.

**ALS LAATSTE EN NIEUWSTE SNUFJE IS EEN BAND VOOR U.K.G. ONTVANGST BIJGEBOUWD.**

2 krings afstemeenheid m.u.k.g. . . . . . f 43,50.

3 krings afstemeenheid m.u.k.g. . . . . . f 48,50.

**KONTAKT**

DEN HAAG  
 WAGENSTRAAT 49

(tegenover Scala)

Tel. Radio-afd. 117267

Tel. Electra-afd. 117266

**AURORA**

AMSTERDAM  
 VIJZELSTR. 27 - 29 - 35

Tel. Radio-afd. 34062

Tel. Electra-afd. 35989

Tel. Postorders 36762

Gemeente Giro K 4546

**KONTAKT**

ROTTERDAM  
 STATIONSSINGEL 8

Blijdorp

Tel. Radio-afd. 49700

Tel. Electra-afd. 49700

# RADIO-EXPRES

TIJDSCHRIFT VOOR RADIOTECHNIEK

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

Redactie en Administratie: Stadhoudersweg 153, Rotterdam. Telefoon 46656. Postrekening 385246.  
VERTEGENWOORDIGING VOOR BELGIË: BOEKHANDEL „DE TECHNIEK“ - AMERIKALEI 195 TE ANTWERPEN

Dit blad verschijnt op den 1en en 3en Vrijdag van iedere maand. Abonnementprijs f 5.25 per jaar, of f 2.63 per halfjaar, voor het binnenland en f 6.30 per jaar voor het buitenland.

Het auteursrecht voor den volledigen inhoud wordt voorbehouden volgens de Wet op het Auteursrecht v. 23 Sept. 1912, Stbl. No. 308

## Verschillende eindlamp-aanpassing voor normale en voor lilliput-toestellen

In het laatste nummer van den jaargang 1941 hebben wij een korte beschouwing gegeven over de klasse der moderne „dwerg“-toestellen.

Men moet die wèl onderscheiden van lilliput-apparaatjes, zooals bijv. de min of meer uitsluitend voor ontvangst met *koptelefoon* gedachte, kleine raamontvangers, die wij in 1940 hebben beschreven. (Zie de nummers 18 en 22 van dat jaar).

De moderne dwergsuper is een verkleinde en vereenvoudigde uitvoering van den normalen wisselstroomontvanger, met luidspreker.

Een voor koptelefoon bestemde ontvanger onderscheidt zich daarvan vooral, doordat hij erop berekend moet zijn, het zeer kleine uitgangsvermogen, dat van de eindlamp is te verlangen, reeds met zoo gering mogelijke voorversterking (weinig lampen) te produceeren. Het vraagstuk van het eindlampvermogen verschijnt daardoor voor miniatuur-ontvangers in een speciaal licht.

Men streeft er normaal naar, eindlampen te gebruiken met een zoodanig in den plaatkring opgenomen weergever, (luidspreker, telefoon), dat deze een *aanpassingsweerstand* vormt, waarbij de lamp het grootst mogelijke vermogen kan afgeven. Men regelt dien weerstand door de transformatieverhouding. De „aanpassing“ evenwel, zooals die gewoonlijk wordt omschreven en berekend, is iets anders dan men vaak met voordeel kan toepassen voor lilliput-toestellen. Volgens een algemeen geldigen regel der electrotechniek haalt men uit een energiebron het grootste vermogen in een daarop aangesloten uitwendigen weerstand, wanneer men dien weerstand *gelijk* maakt aan den inwendigen weerstand van de

### Abonnementsgelden 1942.

Onze 20ste jaargang vangt met dit nummer aan. Voor zoover onze abonné's het abonnementsgeld over 1942 of over de eerste helft van dit jaar, nog niet hebben gestort, verzoeken wij, het te willen voldoen door overschrijving of storting op onze postrekening nr. 385246.

Het aantal trouwe abonné's, dat voor de betaling van het abonnementsgeld gebruik maakt van giro nr. 385246, inplaats van een kwitantie af te wachten, wordt steeds grooter en wij zijn hen voor hun medewerking zeer dankbaar.

Een vrij groot percentage van onze oplag wordt nog altijd als losse nummers verkocht. Wij zouden onze losse-nummerkoopers nog eens willen opwekken, een abonnement te nemen. Het is goedkooper en het brengt R.-E. *geregeld* twee maal per maand in de brievenbus.

Gireer vóór 15 Januari. Daarna gaan kwitanties uit.

Abonnementsgeld gegireerd, incassokosten bespaard. Gironummer 385246, ten name van Radio-Expres Rotterdam, f 5.25 voor het heele jaar 1942 en f 2.63 voor het eerste halfjaar.

energiebron. Bij lampen handelt men in den regel geheel anders.

Voor trioden maakt men den uitwendigen weerstand  $R_1$  bij voorkeur 2 maal grooter dan de  $R_1$  van de lamp, hetgeen op hetzelfde neerkomt als de regel, dat bij een anodespanning  $V_a$  en anodestroom  $I_a$  de uitwendige weerstand  $R_1 = \frac{1}{2} V_a / I_a$  wordt gemaakt.

Voor penthoden past men waarden van  $R_1$  toe, die veel kleiner zijn dan de  $R_1$  van de lamp en te bepalen zijn volgens den regel  $R_1 = V_a / I_a$ .

Dat zijn dus allebei afwijkingen van den regel omtrent de gelijkheid van in- en uitwendigen weerstand. Vraagt men zich af, waarom het bij lampen blijkbaar voordeel oplevert om aldus van den toch algemeen geldigen regel af te wijken, dan vindt men, dat hier ook inderdaad geen eigenlijke *uitgangsaanpassing* plaats heeft, maar een instelling wordt bevorderd, waarbij de lampkarakteristieken het onvervormd versterken van zoo groot mogelijke *ingangsspanningen* op het rooster toelaten. Dat is dus inderdaad geheel iets anders dan men *in het algemeen* onder aanpassing verstaat. Het is een compromis. Tot aan een zeker punt wint men door de mogelijkheid om grootere *ingangsspanningen* toe te voeren, meer aan eindvermogen, dan men verliest door de eigenlijk niet goede *uitgangsaanpassing*.

Bij koptelefoontoestellen, die slechts een zeer beperkt eindvermogen *behoeven* te ontwikkelen, kan het probleem zich in geheel anderen vorm voordoen. Daar kan het veel belangrijker zijn, dat dit beperkte eindvermogen werkelijk met de *geringst* mogelijke *ingangsspanning* wordt verkregen, dus dat niet wordt aangepast op zoo groot mogelijke absolute waarde van het *uitgangsvermogen*, maar op zoo groot mogelijke *gevoeligheid*. Die *gevoeligheid* kan men ook zoo omschrijven, dat het gaat om grootste *uitgangsvermogen per volt ingangsspanning*.

Dáárvoor is werkelijke *uitgangsaanpassing* noodig, die bij een triode-eindlamp dan ook wordt verkregen met een *uitgangswaarde*  $R_1 = R_1$ . Overigens is bij een triode het verschil in *gevoeligheid*, dat hiermee wordt verkregen, niet zeer groot. Men zal trouwens in toestellen, waarbij het op groote *gevoeligheid* aankomt, in het algemeen ook geen triode-eindlamp gebruiken, maar een penthode. Voor een penthode moet men, om in de richting te komen van *gevoeligheid* der uit- en inwendige weerstanden, den *uitgangswaarde*  $R_1$  aanzienlijk grooter maken dan normaal en dat dit een loonnende winst kan geven, is eenvoudig na te gaan.

Zoolang men werkt in een gebied, waar de ideale penthode-voorwaarden heerschen, is de *outputspanning* aan  $R_1$  per volt roosterspanning gelijk aan  $S R_1$ , als  $S$  de steilheid voorstelt in ampères per volt. Het *uitgangsvermogen* per volt roosterspanning is dan  $\frac{S^2 R_1^2}{R_1} = S^2 R_1$ , dus *evenredig met de grootte*

*van den uitgangswaarde*. Juist doordat  $R_1$  normaal vele malen kleiner is dan  $R_1$ , kan men dus aanzienlijke winst aan *gevoeligheid* behalen door  $R_1$  eenige malen grooter te maken dan normaal. Naar mate men dichter tot  $R_1$  zou naderen, gaat de zuivere *evenredigheid* van die winst echter al minder en minder op; bovendien wordt de bruikbare rooster-ruimte der lamp steeds kleiner en de absolute grootte van het vermogen, dat zonder groote vervorming ontwikkeld kan worden, ook steeds geringer. Tot *gevoeligheid* van  $R_1$  aan  $R_1$  zal men daarom niet gaan; maar speciaal voor een toestel voor koptelefoon-ontvangst, dat slechts minimaal vermogen behoeft te ontwikkelen, is een 4 à 8-voudige *gevoeligheidsverhoging* toch practisch vaak bereikbaar.

Een toepassing hiervan was het gebruik van den „omgekeerden” laagfrequenttransformator als *uitgangstransformator* in het destijds beschreven 2-lamps raamontvangertje.

Critisch is de verhouding, waarin men naar de zijde van telefoon of luidspreker neertransformeert hierbij niet. Hierbij wordt de telefoonimpedantie naar de zijde van den plaatkring der lamp omhooggetransformeerd. Voor de KL4 met een inwendigen weerstand van 150000 ohm en een normalen *aanpassingswaarde* van 19000 ohm is er een ruime marge tusschen bijv. 20000 en 70000 ohm, waartoe men zou mogen gaan. Voor een 4000 ohm telefoon is een transformator  $3\frac{1}{2} : 1$ , die de lampbelasting tot ongeveer het 12-voud opvoert, dus niet overdreven<sup>1)</sup>.

\* \* \*

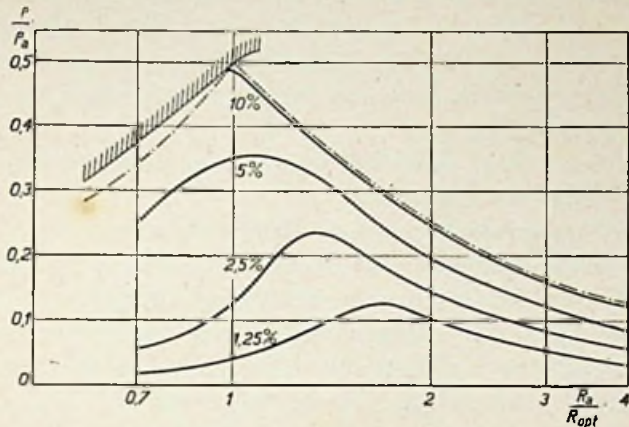
Men kan zich afvragen, tot welke maximumwaarde de min of meer onvervormde *output* van de lamp hierbij wordt teruggebracht, want als deze voor eenig doel te klein wordt, heeft men aan de *gevoeligheidsverhoging* natuurlijk niet veel.

Een berekening op grond van de ideale penthode-karakteristieken leert, zooals onlangs in het Philips Technisch Tijdschrift door A. J. Heins van der Ven werd aangevoerd, dat *bij kleine* belastingweerstand, als de ruststroom, waarop de penthode is ingesteld,  $I_a$  is, het hoogstens af te geven vermogen  $\frac{1}{2} I_a^2 R_1$  wordt en dat *bij groote* belastingweerstand, als de anodespanning  $V_a$  is, dit vermogen is bepaald door  $\frac{1}{2} V_a^2 / R_1$ . Heeft  $R_1$  een waarde, waardoor die twee vormen aan elkaar gelijk zijn, dan volgt daaruit  $R_1 = V_a / I_a$  en neemt het maximaal produceerbare vermogen dus de waarde  $\frac{1}{2} V_a I_a$  aan, dat is 50 % van het *gelijkstroomvermogen* en tevens de optimum-waarde (waarmee bedoeld wordt het uiterste maximum).  $R_1 = V_a / I_a$  is dan ook de bekende optimum-waarde voor den uitwendigen weerstand als men op

<sup>1)</sup> Ter vereenvoudiging rekenen wij nu maar, dat de telefoonweerstand werkelijk ook de belasting voorstelt, die door de telefoon wordt gevormd.

grootst mogelijk te bereiken output wil instellen, zooals in den aanvang van deze beschouwing al in herinnering werd gebracht.

De beperking der maximale uitgangsenergie door grootere waarden van  $R_a$  dan de  $R_{opt}$  volgt uit de uitdrukking  $\frac{1}{2} V_a^2 / R_a$ . Dat is intusschen een benadering op grond van — zooals gezegd — een ideale penthodekarakteristiek.



Grafiek, waaruit men voor de eindpenthode EL3 kan aflezen hoe het maximaal door de lamp af te geven vermogen afhangt van den belastingweerstand  $R_a$ , rekening houdende met het vervormingspercentage, dat men toelaatbaar acht.

$R_{opt}$  stelt de waarde van den belastingweerstand voor, waarbij het absolute maximum aan uitgangsvermogen kan worden bereikt ( $R_a = V_a / I_a = R_{opt}$ ).

De streep-punt-lijnen geven de grenzen voor het vervormingvrij af te geven vermogen van een ideale penthode aan. Bij de gearceerd aangegeven lijn gaat roosterstroom vloeien.

De grafiek is zoo ingericht, dat men er ook voor andere eindpenthoden dan de EL3 ongeveer de verhoudingen uit kan aflezen.

In het aangehaalde artikel in het Philips Technisch Tijdschrift komt intusschen een grafiek voor van gemeten waarden voor de eindpenthode EL3. In die grafiek, die wij hierbij reproduceeren, is voor het maximale, bij bepaalden vervormingsgraad af te geven uitgangsvermogen de verhouding hiervan tot het anodegelijkstroomvermogen  $P_a = V_a I_a$  aangegeven. Verticaal vindt men dus uitgezet  $P/P_a$ , hetgeen hoogstens 0.5 wordt, omdat 50 % het uiterste theoretische rendement der penthode is. Horizontaal is de grootte van den uitgangswaerstand uitgezet als een verhouding van  $R_a$  tot  $R_{opt}$ .

Gearceerd is in de figuur de roosterstroomgrens aangegeven en met een gebroken punt-streeplijn de grens voor het vermogen, zooals het uit de ideale karakteristiek zou zijn te berekenen.

Men ziet, dat voor een moderne penthode de werkelijkheid bij een vervormingspercentage van 10 % vrijwel precies overeenkomt met de uiterste grens voor het ideale geval.

Verder is direct af te lezen hoe voor uitgangswastanden, die tot 4 maal grooter worden genomen dan de normale aanpassingswaerstand, het maximale uit-

gangsvermogen afneemt. Voor  $R_a = 4 R_{opt}$  is het maximale uitgangsvermogen gedaald tot ongeveer 1/5 van  $P_{opt}$ , dat is 1/10 van het anodegelijkstroomvermogen.

Nu zal niemand ooit een EL3 gaan kiezen als eindlamp voor een miniatuur-ontvanger met koptelefoon. Maar de verhoudingen, zooals die uit de gemeten krommen voor de EL3 blijken, gelden op soortgelijke wijze voor alle penthoden.

Dit bevestigt dus zeer goed onze ervaring, dat men, als het enkel om koptelefoonvermogen gaat, waarbij 1 milliwatt een heel groote waarde voorstelt, zelfs bij lampen met sterk verlaagde spanning een heel eind kan gaan met verhooging van  $R_a$  om te profiteren van de daaraan verbonden gevoeligheidswinst, zonder dat men zal vastloopen op te klein maximaal vermogen, dat kan worden afgegeven.

Een KL4 met 36 volt anodespanning bijv., neemt nog ongeveer 70 milliwatt gelijkstroomvermogen op. Maakt men hier  $R_a$  vier maal grooter dan  $R_{opt}$ , dat is bijna 80000 ohm, dan kan volgens de grafiek nog 7 milliwatt worden afgegeven. Zelfs als men er rekening mee houdt, dat de karakteristieken voor lage spanningen ongunstiger worden, blijft dit heel ruim voor de 1 milliwatt, die men voor een telefoon al heel zelden zal willen bereiken.

J. C.

## Vonkjes

Tot directeur-generaal der Nederlandsche P.T.T. is met ingang van 1 Januari 1942 benoemd de raadsadviseur Ir. W. L. Z. van der Vegte in de plaats van Dr. Ir. M. H. Damme, wier eervol ontslag en pensioen is verleend uit dit ambt, dat hij sedert 1 Juni 1926 vervulde.

Met ingang van 17 December 1941 is het in Nederland verboden, zonder goedkeuring van den Rijkscommissaris te beschikken over radio-ontvangtoestellen, die zich bij de industrie of bij den groot- en kleinhandel bevinden.

De programmabladen der vroegere omroepverenigingen zijn met ingang van het nieuwe jaar tot één blad, uitgegeven door den Nederlandschen Omroep, samengevoegd, onder hoofdredactie van Dr. J. Smit te Amsterdam.

Volgens Radio Mentor heeft Telefunken, welke maatschappij nagenoeg eenig aandeelhouder is van de Grieksche omroepmaatschappij, zelf de exploitatie van den 15 kW zender te Athene ter hand genomen; deze moet tot 70 kW versterkt worden, terwijl ook Saloniki een zender krijgt.

# Een voltmeter met logaritmische schaal



Een logaritmische schaal op een meetinstrument zou eigenlijk in een groot aantal gevallen een prachtige oplossing zijn.

Terwijl bij een gewone, lineaire schaalverdeling gelijke afstanden tusschen schaaldeelen overeenkomen met gelijke *bedragen*, is het bij de logaritmische schaal zoo, dat die overeenkomen met gelijke *verhoudingen*. Het gevolg hiervan is, dat bij de lineaire schaal aflezingen op ieder deel van de schaal gebeuren met dezelfde *absolute* nauwkeurigheid, doch op de logaritmische schaal met gelijke *relatieve* nauwkeurigheid.

Om dit nog iets verder te verduidelijken, beschouwen wij een voltmeter met een meetbereik tot 100 V, met een in honderd deelen verdeelde lineaire schaal, waarbij de wijzer zich tusschen den nulstand en den vollen uitslag beweegt over een hoek van 100 graden. Ieder schaaldeel, dus iedere graad, correspondeert dus met 1 V. Als de wijzer één graad verkeerd staat, door onvolmaaktheid van het mechaniek, of als de wijzer goed staat, maar wij één graad verkeerd aflezen, dan maken wij dus altijd een fout van 1 V. Op den einduitslag is die fout van 1 V een kwestie van 1 % maar als 10 V gemeten wordt is dezelfde fout 10 %.

Een logaritmische schaal op den zelfden meter zou er bijvoorbeeld zoo uit kunnen zien: 100 V geeft een uitslag van 100 schaaldeelen, 10 V geeft 60 schaaldeelen en 1 V 20 schaaldeelen. In dat gebied geeft dus een verplaatsing over 40 schaaldeelen niet een constant verschil van 40 V, maar een constante verhouding van 1 op 10.

Omdat hier aangenomen is, dat 40 schaaldeelen overeenkomen met de verhouding 10, is dus 1 schaaldeel gelijk aan den veertigstemachtswortel uit 10, dat is 1,059.

Terwijl bij de lineaire schaal het aantal volts, beginnende bij schaaldeel 20, zou oploopen als 21, 22, 23 enz. tot 60 V bij schaaldeel 60, wordt dit bij de hier aangenomen logaritmische schaal: 1,059, 1,122, 1,189, 1,259 V enz. tot 8,414, 8,913, 9,441 en 10 V bij 60 schaaldeelen. Over den boog van 60 tot 100 schaaldeelen wordt de lineaire schaal 60, 61, 62 V enz. en de logaritmische 10,59, 11,22 enz. tot 89,13, 94,41 en 100 V op het eind. Een bepaalde aflees- of aanwijfsfout heeft daar dus altijd dezelfde procentuele fout in de aflezing ten gevolge.

Voor radiotechnische toepassing ligt bij de logaritmische schaal een verdeling in decibels voor de hand. Daar het aantal db gelijk is aan 20 maal de logaritme van de spanningsverhouding is dus in het

gekozen voorbeeld 40 schaaldeelen gelijk aan 20 db, of wel 0,5 db per graad.

Er zijn heel wat constructies en schakelingen gepubliceerd in de laatste jaren, waarmee logaritmische of ongeveer logaritmische schaalverdelingen kunnen worden verkregen. In vele gevallen wordt daarbij gebruik gemaakt van de karakteristiek van varipenthoden.

Op een heel ander feit berust de methode, die hier zal worden beschreven.

Als men van een gewone triode de roosterstroomkromme opneemt, dus  $I_r$  als functie van  $V_r$ , dan blijkt dat in die kromme een vrij groot stuk zit, dat een bijna zuiver logaritmisch verloop heeft. Dat gebied strekt zich bij normale lampen uit van ongeveer  $1 \mu A$  tot  $50 \mu A$  roosterstroom, dikwijls wel tot  $100 \mu A$ . In dat gebied is het dus zoo, dat achtereenvolgende gelijke (kleine) veranderingen in  $V_r$  de  $I_r$  in dezelfde *verhouding* doen toe- of afnemen. Wordt de  $I_r$ - $V_r$  kromme geteekend op logaritmisch millimeterpapier, dan wordt een stuk van die kromme daarop een rechte lijn. Hetzelfde krijgt men op gewoon millimeterpapier als verticaal niet  $I_r$  zelf wordt afgezet, maar de logaritme van  $I_r$ . Hierbij wordt  $V_r$  zelf horizontaal afgezet.

In den vorm van een vergelijking geldt in dat gebied dan:

$$\log I_r = a + bV_r$$

waarin  $a$  en  $b$  constanten zijn, die van het lamptype afhangen.

Van dit feit kan men nu op een zeer eenvoudige manier gebruik maken, om in een triode een plaatstroomverandering te weeg te brengen, die niet evenredig is met een (te meten) spanning doch met de logaritme daarvan. Laat in figuur 1 de kathodeweerstand voorloopig kortgesloten zijn en op de plaats van den weerstand  $R_1$  een batterij zijn gezet, met de pluspool naar links, dan krijgt het rooster van de triode via  $R_2$  een positieve spanning, en er zal dus roosterstroom vloeien.

De spanning van de batterij is  $V$ , de spanning tusschen rooster en kathode  $V_r$  en de roosterstroom  $I_r$ , dan is

$$V = I_r \cdot R_2 + V_r$$

Het quotient van  $V_r$  en  $I_r$  zullen we aanduiden met  $R_r$ , dus  $V_r = I_r \cdot R_r$ , waarbij direct gezegd moet worden dat  $R_r$  geen constante grootte is. Zou  $R_r$  wel constant zijn, dan zou de  $I_r$ - $V_r$  kromme een rechte lijn zijn, wat juist niet het geval is. Voor iedere waarde van  $V_r$  bestaat er dus een andere waarde van  $R_r$ . Hoewel  $R_r$  variabel is, kunnen we

deze grootheid toch in de berekening invoeren, en dat geeft dan:

$$V = I_k \cdot R_2 + I_k \cdot R_k = I_k \cdot (R_2 + R_k).$$

Van beide leden de logarithme:

$$\log V = \log I_k + \log (R_2 + R_k).$$

Nu nemen we aan, dat we werken in dat gebied, waarin de logarithme van  $I_k$  evenredig is met  $V_k$ , dus daar waar geldt:

$$\log I_k = a + bV_k.$$

Dan is:

$$\log V = a + bV_k + \log (R_2 + R_k).$$

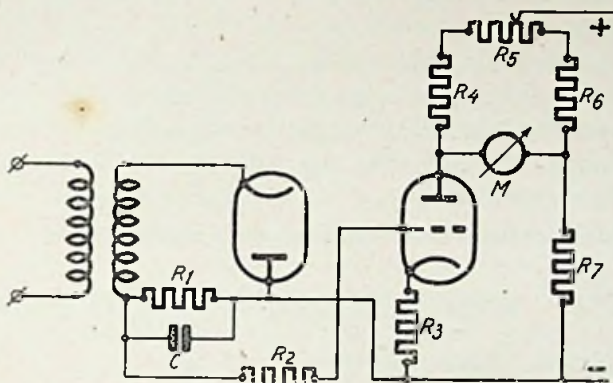


Fig. 1.

Hierin is nu  $R_k$  een onbekende en variabele grootheid en die kunnen we kwijtraken door  $R_2$  groot ten opzichte van  $R_k$  te maken.

Als bijvoorbeeld  $I_k = 10 \mu A$  bij  $V_k = 0,5 V$ , dan is de daarbij behorende waarde van  $R_k$  gelijk aan 0,05 megohm. Staat daarmee in serie een  $R_2$  van bijvoorbeeld 2 of 5 megohm dan maakt men geen fout van eenige beteekenis als men  $R_k$  ten opzichte van  $R_2$  verwaarloost. Maar dan is ook de logarithme van  $R_2 + R_k$  zoo goed als een constante en blijft er over:

$$\log V = c + bV_k.$$

Er bestaat dan een logarithmisch verband tusschen de werkelijke spanning op het rooster ( $V_k$ ) en de aangelegde spanning ( $V$ ).

De plaatstroomverandering, waar het om te doen is, is in het rechte deel van de karakteristiek vrijwel zuiver evenredig met de veranderingen in de roosterspanning, zoodat dus uiteindelijk ook de plaatstroomveranderingen evenredig zullen zijn met de logarithme van  $V$ .

De spanning  $V$  (op  $C$ ) laten we ontstaan door gelijkrichting met een diode van de wisselspanning. Hierbij is het noodig, of in ieder geval gewenscht, dat de detectie met de diode lineair is, zoodat de op  $C$  ontwikkelde spanning werkelijk evenredig is met de aangelegde wisselspanning. Voor heel kleine spanningen kan daar natuurlijk niet aan worden voldaan, trouwens de heele methode (vanwege de groote waarde, die  $R_2$  moet hebben) is meer in het bijzonder bedoeld voor het meten van vrij groote

spanningen. Voor kleine spanningen moet er een versterkertje vóór geschakeld worden. De ingangstransformator kan een gewone laagfrequenttransformator zijn, die in een verhouding 1 : 3 omhoog transformeert.

Aangezien er positieve spanning op het rooster van de triode moet komen, kan helaas geen bij de triode ingebouwde diode worden gebruikt. Een afzonderlijke kleine diode is noodzakelijk. De verdere inrichting van het schema is voor zichzelf sprekend. Op den milliampèremeter worden alleen de veranderingen in den plaatstroom aangewezen en met den potentiometer  $R_5$  wordt de meter op nul gesteld. Om een zoo groot mogelijke gevoeligheid te krijgen is het gunstig, dat de stroom, die door  $R_6$  en  $R_7$  gaat, eenige malen grooter is dan de plaatstroom van de lamp, terwijl  $R_1$  groot moet zijn t.o.v. den meterweerstand. Als daaraan voldaan is, zal de uitslag van  $R$  weinig verschillen van de werkelijke plaatstroomverandering.

Het meetbereik kan binnen zekere grenzen worden veranderd door  $R_2$  een andere waarde te geven. Een betere methode is  $R_1$  van een paar aftakkingen te voorzien en dus voor hooge spanningen slechts een deel van de gelijkgerichte spanningen te gebruiken.

Het eerste begin van de schaal kan natuurlijk niet logarithmisch zijn omdat de beginstand nul volt moet wezen. Een kleine kathodeweerstand blijkt gunstig te zijn om het logarithmische deel reeds zeer laag op de schaal te doen beginnen. Bij een AC2, met 140 V plaatspanning en  $R_2 = 5 M\Omega$ , blijkt een plaatstroomverandering van 0,1 mA op te treden bij een toegevoerde gelijkspanning over  $R_1$  van 0,6 V en 1 mA bij 160 V en over dat heele gebied is de schaal zoo goed als zuiver logarithmisch als een kathodeweerstand van 100  $\Omega$  wordt gebruikt. Verschillende lampen van hetzelfde type wijken wel zoo veel van elkaar af, dat de gunstigste waarde van den kathodeweerstand, tegelijk met de ijking in volts of db, geval voor geval zal moeten worden vastgesteld.

Over de grootte van  $R_1$  en  $C$  moet nog iets gezegd worden.  $R_1$  bepaalt de belasting, die de gelijkrichter op de secundaire van den transformator uitoefent. In 't algemeen zal het gunstig zijn  $R_1$  vrij groot te nemen, bijvoorbeeld 0,5  $M\Omega$ . Wat de gelijkrichting betreft, is de grootte van  $C$  betrekkelijk willekeurig. Wel heeft  $C$  invloed op de traagheid van den meter, en wel hoofdzakelijk op den tijd dien de meter noodig heeft om van een bepaalden uitslag weer op nul terug te komen. Deze kwestie is van importantie bij het meten („beoordeelen” zou eigenlijk juist zijn) van snel veranderende spanningen, zooals muziek en spraak die leveren. Als daarbij het terugloopen van den meter heel langzaam gebeurt dan blijft de uitslag

van den meter min of meer zweven op de hoogste toppen van de spanning.

Bij een meter met een lineaire schaal is sterke vertraging, meestal bereikt door op een toepasselijke plaats een grooten condensator aan te brengen, vrijwel het eenig mogelijke wat gedaan kan worden om tenminste nog wat te kunnen aflezen. Zonder groote vertraging vliegt de wijzer zoo heen en weer, dat er eigenlijk niets afgelezen kan worden. Maar de vertraging heeft eigenaardige bezwaren. Als een zanger een flinken uithaal doet, waardoor hij den meter aan het eind van de schaal brengt, en hij begint daarna te fluisteren, dan staat de meter nog een heelen tijd veel te hoog aan te wijzen.

De hoogste- en laagste spanningen in een gewone uitzending kunnen zich makkelijk verhouden als 100 : 1 of meer. Als op een lineaire schaal de hoogste spanningen nog binnen het meetbereik moeten

vallen, dan ziet men van de laagste zoo goed als niets. Bij de logarithmische schaal worden de uitslag-verschillen binnen zooveel nauwere grenzen teruggebracht, dat men heelemaal geen groote vertraging noodig heeft om iets te kunnen aflezen. Terwijl bij den lineairen en sterk vertraagden meter datgene wat men ziet, bitter weinig lijkt op wat men hoort, is dat bij den logarithmischen, weinig vertraagden meter onvergelykbaar veel beter. Voor het controleeren van microfoonuitzendingen, bij het opnemen van grammofoonplaten en dergelijke dingen is de logarithmische meter daarom het aangewezen instrument.

Hoewel de toepassing van de logarithmische schaal in de eerste plaats voor wisselspanningen in aanmerking komt, vormt de triode zonder de voorgeschakelde diode ook een zeer bruikbaren gelijkspanningsmeter.

Ir. J. L. LEISTRA.

## Nieuwe onderzoekingen over secundaire emissie

### Vooruitzichten van practische toepassing

Onder „secundaire emissie” verstaat men het verschijnsel, dat bij de botsing van electronen tegen vaste stoffen, uit de moleculen dier stoffen andere electronen worden losgestooten.

Waar eenerzijds in versterkerlampen door dit verschijnsel ongewenschte gevolgen kunnen optreden, heeft men anderzijds er gebruik van weten te maken om bijzonder groote versterkingen te bereiken in speciale, als „electronenvermenigvuldigers” gebouwde buizen<sup>1)</sup>. Tot dusver heeft men in de techniek de electronenvermenigvuldiging door secundaire emissie in het bijzonder toegepast voor het versterken van de output van z.g. photokathoden, zooals bij televisie, waar de primaire electronen door belichting van een met photo-electrisch materiaal bedekt oppervlak worden verkregen; uit een koude kathode dus. Aanvankelijk is er daarbij gebruik van gemaakt, dat materialen met photo-electrische eigenschappen ook in aanzienlijke mate secundaire emissie vertoonden. Een onverbrekelijk verband tusschen secundaire emissie en photo-electrisch effect bestaat echter niet.

De versterking met behulp van electronenvermenigvuldigers is vooral van belang juist bij televisie, omdat men daar zeer breede frequentiebanden gelijkmatig moet versterken en de vermindering der koppellementen, die tusschen gewone versterlampen noodig zijn, aan de gelijkmatigheid zeer ten goede komt<sup>2)</sup>. Een veel grootere spanningsversterking in één buis dan met gewone lampen mogelijk is,

vormt een ideale oplossing om de kwalen der koppellementen te vermijden. Toch kan in de meeste gevallen de gewone lamp niet radicaal vervangen worden, omdat de constantheid en belastbaarheid der electronenvermenigvuldigers tot dusver onvoldoende is.

Natuurlijk zijn onderzoekingen in tal van laboratoria erop gericht om na te gaan in hoeverre secundaire emissie in sterkere mate zou kunnen worden benut. Over hetgeen omtrent dergelijke onderzoekingen van den laatsten tijd bekend is, heeft R. Kollath een voordracht gehouden voor de Physikalische Gesellschaft te Berlijn en aan die voordracht, gepubliceerd in „Fernsehen und Tonfilm”, ontleenen wij hier het volgende.

Karakteristiek voor het verschijnsel der secundaire emissie is, dat onafhankelijk van de spanning, waarmee aan de primaire electronen hun snelheid is medegedeeld, de uittredingsenergie der secundaire electronen voor het meerendeel slechts enkele

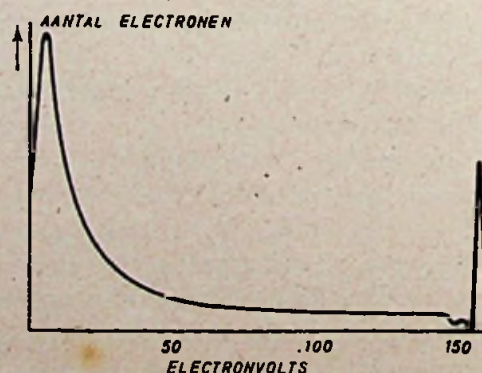


Fig. 1. Energieverdeling der secundaire electroden bij goud.

<sup>1)</sup> Zie o.a. R.-E. 1935 Nos. 1, 48, 49.

<sup>2)</sup> Zie R.-E. 1938 No. 41.



volts bedraagt. Analyseert men de energieverdeling, dan vindt men een kromme als van fig. 1, met een maximum bij enkele volts, terwijl het aantal sec. electronen met hogere uittreedspanningen snel vermindert; alleen komt nog eens een zeer scherp begrensde maximum voor bij de spanning, overeenkomende met de energie der primaire electronen; dit laatste maximum wordt gevormd door elastisch gereflecteerde *primaire* electronen.

Als „rendement” wordt beschouwd het totale aantal secundaire electronen, gedeeld door het totale aantal primaire.

Bij alle tot dusver onderzochte materialen blijkt dit rendement aanvankelijk toe te nemen met de energie der primaire electronen, maar, na bereiking van een maximum, voor nog grootere primaire electronen-energie weer langzaam af te nemen. De spanning der primaire electronen, waarbij het maximum optreedt, verschilt voor de verschillende materialen en ook de grootte van het rendementscijfer wisselt met den aard van het materiaal.

Voor metalen als wolfram, tantalium, molybdeen, platina, ijzer, nikkel, kobalt, niobium, koper, zilver, goud, liggen de spanningsmaxima en rendementscijfers binnen zeer enge grenzen; de rendementen blijven beneden  $1\frac{1}{2}$ . Alleen de metalen der derde groep van het periodieke systeem (aluminium) en van de tweede groep (beryllium, magnesium, calcium, barium) vertoonen veel grootere rendementen.

Reeds werd vermeld, dat de ook photo-electrisch belangrijke alkalimetalen tevens aanzienlijke secundaire emissie vertoonen. Wanneer men echter secundaire emissie meer algemeen voor versterking wil benutten, dus bijv. in buizen met gloeikathoden zoals de gewone versterkerlampen, dan komen juist alkali-metaallagen niet in aanmerking, aangezien die tegen verwarming slecht bestand zijn. Niet alleen de samenbouw met een gloeikathode is daarom bedenkelijk, maar ook de botsingen der primaire electronen veroorzaken verhitting en de genoemde materialen zijn dus in het algemeen ongeschikt, wanneer men grootere stroomdichtheden wil bereiken<sup>3)</sup>.

Van de materialen met groot sec. emissie-rendement is beryllium het meest warmtebestendig. Vandaar dat men voor verdere proeven van dit metaal is uitgegaan.

Nu doet zich met het rendement een eigenaardigheid voor. Een beryllium-dampneerslag zonder meer vertoont maar een klein rendement van 0,5; een kristallijne laag of een sterk gegloeide dampneerslag daarentegen 10 maal meer. Ook in het beste vacuum toont zich dit verschijnsel, zoodat het een kwestie van structuur van het metaal schijnt te zijn. Daarom

<sup>3)</sup> Toch heeft Philips reeds in 1938 de lamp 4696 geproduceerd, waarin een gloeikathode de primaire electronen levert, die door secundaire emissie vermenigvuldigd worden.

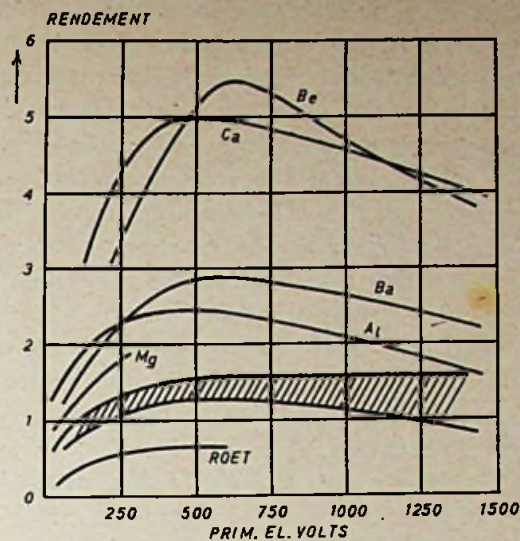


Fig. 2. Het verloop der rendementen voor verschillende metalen, afhankelijk van de energie der primaire electronen in electronvolts.

Voor het meerendeel der metalen (zie tekst) liggen de rendementkrommen binnen het in de figuur gearceerd aangegeven gebied.

is men proeven gaan doen met beryllium *legeeringen*, aangezien die bij verwarming sterke structuurveranderingen ondergaan.

Legeeringen van koper en nikkel met 10 % beryllium worden al zeer bros. Daarom is men tot kleine percentages van 0,5 tot 2,5 % beperkt. Verricht men op een plaatje van een dergelijk alliage direct na het inbrengen in het vacuum een meting, terwijl het plaatje nog gas bevat, dan vindt men een rendement van ongeveer 2, dalende tot  $1\frac{1}{2}$ , dus tot een waarde, die voor het grondmetaal koper of nikkel geldt, wanneer het plaatje door kortstondig gloeien is ontgast; het is dan alsof het percentage beryllium totaal niets doet. Na sterkere verhitting evenwel stijgt het rendement aan sec. electronen tot 5 à 7, een cijfer, dat zelfs boven dat voor zuiver beryllium ligt.

Combineert men een zuurstofbehandeling met de warmtebehandeling, dan ontstaan zelfs rendementen van 10 à 12. Hooger schijnt men niet te kunnen komen. Dit beste rendement geldt dan voor primaire electronen onder een spanning van 700 volt, maar reeds bij 100 volt is het rendement ongeveer 4. Het verloop van het rendement met de spanning verschilt weinig van dat eener photo-electrische caesium-laag.

Aldus heeft men in koper- of nikkelplaatjes met weinige procenten beryllium een geschikt en voor vervaardiging niet te kostbaar materiaal.

Ten opzichte van verwarming en de aanwezigheid van zuurstofsporen zijn zulke plaatjes stabiel. Voor fabricage op groote schaal van versterkerbuizen ermede is het ook nog van belang of men de door de behandeling gereed gemaakte plaatjes ook normaal aan de lucht mag blootstellen voor bewaring en la-

tere bewerking; de onderzoekingen daaromtrent zijn nog niet afgesloten. Voorloopig is gebleken, dat het niet veel kwaad doet als men eenige uren lang gewone lucht in de formeeringsapparatuur toelaat. Daarentegen gaat het rendement sterk achteruit, wanneer men de plaatjes uit de formeeringsapparatuur neemt en ze elders insmelt; bij de gebruikelijke methoden van insmelting met behulp eener vlam gebeurt dus iets, dat schadelijk is. Dat moet men in elk geval trachten te overwinnen.

Tamelijk grondig is reeds nagegaan hoe het materiaal zich houdt in buizen, waar de primaire electronen worden geleverd door moderne gloeikathoden (oxydkathoden). In de gunstigste gevallen werd zoowel in buizen met zuiveren wolframgloeidraad als met oxydkathode een teruggang van slechts 10 à 15 % in rendement geconstateerd na 700 uren bedrijf. Soms verkrijgt men echter minder goede uitkomsten, waaruit blijkt, dat men de juiste omstandigheden en methoden nog niet ten volle beheerscht. Principieel lijkt intusschen aan de combinatie met een oxydkathode niets in den weg te staan.

Opgemerkt wordt, dat de secundaire-emissie-legeringen *niet* lichtgevoelig zijn, dus niet bruikbaar

als photokathoden. Zeer duidelijk wordt hierdoor gedemonstreerd, dat secundaire emissie niet een verschijnsel is, dat *gekoppeld* zou wezen aan photo-electrisch effect en dat het gelijktijdig optreden bij alkalimetalen min of meer als toevallig is te beschouwen.

Andere geschikte legeringen zijn tot dusver niet gevonden, behalve dat volgens een Italiaansch octrooi ook een zilver-magnesium-legering een groot secundaire-emissie-rendement zou geven.

Alles tezamen genomen bestaat wel eenige hoop, dat men op den duur in versterkerbuizen met oxydkathoden ook secundaire emissie zal kunnen gebruiken tot verhooging der versterking.

De uittredingstijd voor de sec. electronen (tijdsverloop tusschen botsing van primair electron en vrij worden van secundair electron) is kleiner dan de looptijd der electronen in een gewone versterkerbuis, dus niet storend.

In wetenschappelijk opzicht zijn nog vele punten met betrekking tot de wijze, waarop secundaire emissie tot stand komt, onvoldoende opgehelderd. Tal van onderzoekers houden er zich nog mee bezig.

C.

## Thermo-milli-ampèremeters Voor frequenties tot 300 MHz.

Voor het meten van wisselstroom en wisselspanningen van hoge frequentie bestaan geen zoo gevoelige instrumenten als voor gelijkstroom.

Op verschillende manieren worden echter gevoelige draaispoelmeters, die alleen gelijkstroom kunnen aanwijzen, toch dienstbaar gemaakt aan de meting van hoogfrequente wisselstroom. Onder amateurs is de voorschakeling van gelijkrichtcellen of dioden, dan wel de inrichting van den lampvoltmeter, het meest bekend.

Een andere methode om een draaispoelinstrument op wisselstroom te doen reageeren, is toegepast in de z.g. thermo-ampèremeters. Wanneer de contactplaats tusschen twee verschillende metalen wordt verhit, ontstaat aan die plaats een gelijkspanning. Men kan den wisselstroom een verwarmingsdraad laten doorloopen en daarmee een dergelijk contact verwarmen. Feitelijk is dit ook een soort van gelijkrichter, dien men gebruikt om een gevoelig draaispoelinstrument te doen uitslaan.

Om hierbij door zwakke stroom een temperatuursverhoging van enkele honderden graden te verkrijgen, is natuurlijk een dunne verwarmingsdraad noodig en moet ook het contact gering volume bezitten. De temperatuur toch, waarop het geheel zich instelt, is mede afhankelijk van de warmte-

afleidingen en wanneer men het „thermo-element“ gewoon open laat, door lucht omgeven, speelt ook de lucht bij de warmte-afleiding een rol. De gevoeligheid kan dus verhoogd worden door insmelting van verwarmingsdraad en contact in een luchtledige buis. Bij de overige constructie spelen bovendien nog eenige andere overwegingen een rol.

De oudste constructievorm is die van het z.g. thermokruis, een benaming, ontleend aan den specialen, in fig. 1 in principe afgebeelden vorm, ofschoon men ook op nieuwere constructies dien naam nu nog wel toepast.

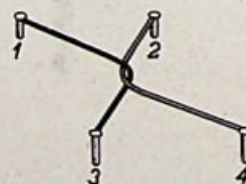


Fig. 1. Principieele voorstelling van een thermokruis.

Zoals fig. 1 laat zien, worden hierbij eenvoudig twee draadjes van verschillende metalen, bijv. van ijzer en constantan, in elkaar gehaakt; op de aanrakingsplaats worden zij dan aan elkaar gelascht of gesoldeerd. Laat men een wisselstroom doorgaan van 3 naar 4, dan kan aan 1 en 2 het draaispoelinstru-

ment verbonden worden. De verbindingsplaats moet voor hoogste gevoeligheid vooveel mogelijk puntvormig zijn.

Opgemerkt dient te worden, dat bij deze constructie de verwarmingsdraad zelf voor een deel uit het eene en voor een deel uit het andere metaal bestaat. Dat heeft ongewenschte gevolgen, die zich vooral bij de *ijking* van het thermokruis doen gevoelen. In principe is een meetinstrument, welks werking op verwarming berust, ijkbaar met gelijkstroom; dat is bijv. ook bij hittedraadmeters het geval; en dit is van veel belang omdat ijk-gelijkstromen met groote nauwkeurigheid kunnen worden bepaald.

Bij een thermokruis evenwel, waar het thermocontact zelf door den verwarmingsstroom wordt doorlopen, heeft men in de eerste plaats te maken met het Peltier-effect; zoo noemt men het verschijnsel, dat een contact tusschen twee metalen, waardoor men gelijkstroom voert, door de eene stroomrichting wordt verwarmd en door de andere afgekoeld; aan de gewone  $i^2 r$ -verwarming van den draad wordt dus door de eene stroomrichting iets toegevoegd, terwijl er voor de andere richting iets afgaat. Dientengevolge wordt de aan punten 1 en 2 gemeten spanning iets verschillend al naarmate de ijkstroom van 3 naar 4 of van 4 naar 3 wordt gezonden; men behelpt zich wel door het gemiddelde der twee aflezingen aan te nemen, maar geheel juist is ook dit niet.

In de tweede plaats komt bij het ouderwetsche thermokruis het thermocontact ook in het circuit te liggen, dat den te meten wisselstroom levert en zal de uit verschillende metalen bestaande verwarmingsdraad bovendien aan zijn eindklemmen 3 en 4 secundaire thermocontacten vormen, die verschillende bijkomstige potentialen veroorzaken. Bij het instellen van een gelijkstroom voor de ijkcompenseert men automatisch die tegenspanningen, maar bij een wisselstroommeting ontstaat een kleine, daarop gesuperponeerde gelijkstroom.

Ten slotte kan het bezwaar opleveren bij metingen van hoogfrequente stroomen; dat het circuit ter plaatse van het contact via de capaciteit van den aan 1 en 2 te verbinden meter feitelijk wordt geaard.

Al deze bezwaren worden opgeheven, wanneer men een homogenen verwarmingsdraad toepast en het thermocontact geïsoleerd houdt van dien draad, met zoo gering mogelijke capaciteit ertusschen. Dit wordt bereikt met een tegenwoordig door Philips toegepaste constructie, aangeduid in fig. 2, waar tusschen 3 en 4 de verwarmingsdraad ligt en tusschen 1 en 2, ingesmolten in een glasparel op het midden van den verwarmingsdraad, het thermocontact is aangebracht.



Fig. 2. Het thermocontact, ingesmolten in een glasparel, geïsoleerd van den verwarmingsdraad.

Het is gebruikelijk, den verwarmingsdraad zoo te kiezen, dat bij volle belasting de temperatuur, waartoe deze stijgt, niet hooger is dan  $200^{\circ} \text{C.}$ ; die betrekkelijk lage temperatuur wordt in acht genomen om de verliezen door warmtestraling nog grotendeels verwaarloosbaar te doen blijven. De temperatuurverhoging van den draad is, wanneer de warmtestraling geen rol speelt, evenredig met het kwadraat der stroomsterkte. Daaruit volgt, dat een  $2 \times$  te groote stroom de temperatuur reeds op  $800^{\circ}$  zou brengen. Daarom is een thermo-element nooit bestand tegen groote overbelastingen; het brandt gauw door. Bovendien dreigen reeds lang voordat de verwarmingsdraad doorbrandt, beschadigingen op te treden. Aanbevolen wordt, overbelastingen van meer dan 30 % boven den maximalen stroom, waarvoor een element is gemaakt, te vermijden en den duur beneden 1 minuut te houden.

De optredende thermospanning is weer vrijwel evenredig met de temperatuurverhoging, dus in het gebied, waarin men met warmtestraling geen rekening heeft te houden, eveneens met  $i^2$ . Vandaar, dat de aanwijzingen van den draaispoelmeter tot zoover nagenoeg kwadratisch verlopen.

Soms wordt bij instrumenten, waarin thermo-element en meter vast zijn samengebouwd, aan de luchtspleet in het magneetsysteem van den meter een zoodanige vorm gegeven, dat de schaal lineair wordt. In vele gevallen gebruikt men echter losse thermo-elementen, in verbinding met een of anderen mA-meter of galvanometer, die toch al aanwezig is. Het voordeel, dat men enkel een thermo-element nodig heeft om met zulk een meter zeer kleine hoogfrequente stroomen te kunnen bepalen, springt in het oog.

De uitslag, dien een willekeurig draaispoelinstrument zal geven met het thermo-element is eenvoudig te berekenen, wanneer men de thermo-spanning  $E_{\text{Th}}$  van het element en zijn inwendigen weerstand  $R_{\text{Th}}$  kent. De stroom  $I_x$  door den meter, als die een inwendigen weerstand  $R_x$  bezit, is dan n.l.:

$$I_x = \frac{E_{\text{Th}}}{R_{\text{Th}} + R_x}$$

Het grootste *vermogen* wordt aan den meter afgegeven als de  $R_x$  van den meter gelijk is aan de  $R_{\text{Th}}$  van het element.

Voor de toepassing is naast de kennis van den *secondairen* weerstand  $R_{\text{Th}}$  ook die van den *primairen* weerstand  $R_n$ , dat is de weerstand van den verwar-

mingsdraad, van belang. Aangezien een stroommeter in serie met het meetcircuit komt te staan, is het steeds zaak, den weerstand zoo klein mogelijk te houden, te meer waar het meetcircuit hier veelal een hoogfrequentkring zal zijn. Zeer groote gevoeligheid kan echter slechts bereikt worden met zeer dunne verwarmingsdraden, welker weerstand natuurlijk niet tevens heel laag kan blijven.

Dunne, ronde verwarmingsdraden zijn bovendien het meest geschikt om een goede frequentie-onafhankelijkheid te bereiken. Hoe dunner zij zijn, des te minder zal hun wisselstroomweerstand den gelijkstroomweerstand overtreffen. Bij frequenties, waarvoor de weerstand merkbaar grooter wordt, geeft de meter te hooge aanwijzingen.

Philips verschaff bij de door deze firma vervaardigde thermo-elementen nauwkeurige gegevens omtrent primairen en secundairen weerstand en grafieken van de thermo-spanning bij verschillende primaire stroomsterkten.

Een voorbeeld van zulk een grafiek voor het element type Th1, met  $R_n = 75 \text{ ohm}$  en  $R_{Th} = 5,5 \text{ ohm}$  geeft fig. 3. Men merke op, dat de krommen, die het verband tusschen te meten stroom en thermospanning aanduiden tot aan een stroom van 5 mA inderdaad vrij nauwkeurig kwadratisch verlopen, maar daar boven niet meer; daar komt men in een gebied, waar de verwarming al zoo groot wordt, dat de warmtestraling de temperatuur — en dus de thermo-spanning — minder snel dan kwadratisch doet toenemen. Pincipieel doet zich dat ook bij thermo-elementen voor grootere stroomsterkten en met geringeren primairen weerstand voor, maar het is bij het gevoeligste type Th1 het meest opvallend.

Afwijkingen van de gelijkstroomijking doen zich

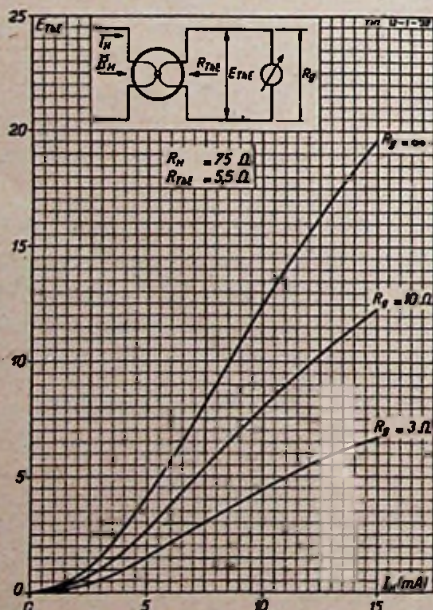


Fig. 3. Thermospanning in millivolts van het Philips thermo-element type Th<sub>1</sub> aan belastingweerstand van verschillende waarden en bij stroomsterkte van 0 tot 15 mA door den verwarmingsdraad

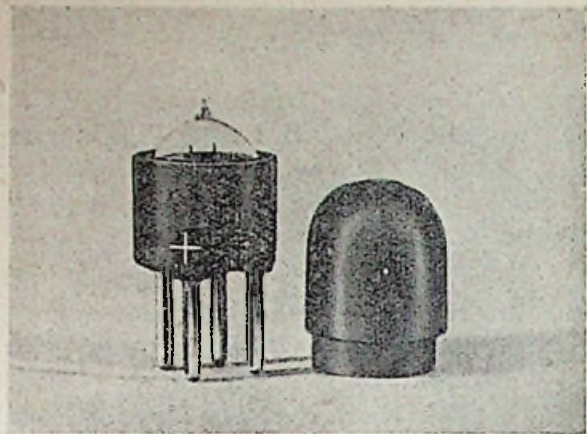


Fig. 4. Philips thermo-element met Philite schermkap (afgenomen).

pas voor op zeer hooge frequenties. Die afwijkingen treden het eerst op bij thermo-elementen voor grootere stroomen, met dikkeren verwarmingsdraad, omdat de weerstand van dikke draden voor hoogfrequentie, door huideffect, meer van den gelijkstroomweerstand verschilt. Een tweede oorzaak voor onjuiste aanwijzingen bij zeer hooge frequentie van den wisselstroom is gelegen in de omstandigheid, dat de eigencapaciteit van den verwarmingsdraad en andere parasitaire capaciteiten gedeeltelijke kortsluitingen gaan vormen.

Voor de Philipsconstructie speelt de eerste foutoorzaak nog maar een onbeteekenende rol tot in het gebied, waar de tweede oorzaak begint merkbaar te worden. Bij de Th5, die den diksten draad heeft, is op 2 m golflengte de weerstandtoeneming nog maar 2 %, bij de andere typen veel geringer. Op 5 m golflengte kan men nog betrouwbaar meten, ook wat de capaciteit betreft. Gebruikt men het thermo-element ongesokkeld, dan blijven de fouten ook op 3 m nog beneden 1 %. De schakeling moet echter zoo gekozen worden, dat men één zijde van den verwarmingsdraad aan aarde kan leggen.

Voor stroomsterkten van meer dan eenige honderden mA leent het principe zich — als het om hooge frequenties gaat — uit den aard der zaak minder goed. Doorgaans helpt men zich dan door stroomtransformatoren toe te passen. Wij brengen echter in herinnering, dat in R.-E. 1938 No. 19 melding werd gemaakt van een constructie van Weston, waarmee men tot 10 A gaat, met een fout, die op een golflengte van 3 m ook nog slechts 3½ % is.

J. C.

#### Philips thermo-elementen.

TYPEN	Weerstand verwarm. draad $\Omega$	Weerstand Thermo-element $\Omega$	12 mV. EMK bij ongeveer mA.	Kwadratisch tot mA.	Max. stroom mA.
Th1	75	5	10	5	15
Th2	23	3	20	10	30
Th3	7,5	3	40	20	75
Th4	2,2	3	100	50	150
Th5	1,1	3	200	100	300

# Vragenrubriek

Rijswijk (Z.-H.).

C. P. S., Rijswijk. — De gegevens voor een AB-balans met 6A5 en vaste neg. rsp. zijn:

$V_a$ max.	325 V.
$V_c$	— 68 V.
$I_a$	40 mA per plaat.
$g$	4,2
$R_1$	800 ohm.
$S$	5,25 mA/V.

Max. output voor de twee lampen tezamen 15 watt aan een uitgangswaerstand van 3000 ohm.

Wanneer de roosters hun neg. rsp. ontvangen via een ingangstransformator en er dus geen roostercondensatoren zijn, zijn lekweerstand niet noodig. Wel kan men soms met voordeel belastingweerstand over de transformatorhelften aanbrengen, instelbaar van 50.000—100.000 ohm om daarmee de werking der twee lampen gelijk te maken. Zie R.-E. 1935 No. 50. Zie ook K.G.-Expres in R.-E. 1934 No. 13.

Zelfgenereren van steile eindlampen in zeer hoge frequentie is tegen te gaan met weerstanden van bijv. 1000 ohm vlak vóór de roosters en 100 ohm vlak vóór de anoden.

Gramsbergen.

C. B., Gramsbergen. — Uw mededeelingen wekken het vermoeden, dat van Uw Telefunken batterij-super 964BK de mengtrap niet goed functioneert.

Aangezien U een R.-E. Service-oscillator tot Uw beschikking heeft, kunt u beginnen met de volgende proef. De oscillator wordt ingesteld op de middenfrequentie van het toestel, dat is normaal 468 kHz, maar kan ook 473 kHz zijn. In het ontvangtoestel maakt U de topaansluiting van de menglamp los en verbindt den top der lamp met den uitgang van den oscillator. Het is goed, daarbij den top der lamp ook nog via 0,1 M $\Omega$  met aarde te verbinden. Als nu toestel en oscillator beide werken, moet U den oscillator luid uit den luidspreker hooren. Dat is dan een bewijs, dat midden- en laagfrequentegedeelte in orde zijn. U heeft dan zekerheid, dat de fout enkel in mengtrap en menglamp zit.

Vermoedelijk zal inzetten van een nieuwe KK2 dan de oplossing blijken te zijn. Meld ons in elk geval Uw resultaat met deze proef; dan kunnen wij verder zien.

Delft.

H., Delft. — 1. Gunstig voor ontvangst van diepe modulatie is elke schakeling, die een kleine waarde van belastingweerstand voor de diode mogelijk maakt.

2. Zie R.-E. no. 13 van dit jaar. Kathodeweerstand ECH4 kan 150  $\Omega$  zijn, overbrugd door 0,01 à 0,1  $\mu$ F.

3. Kathodeweerstand EF8 is 305  $\Omega$  als rooster 4 aan kathode ligt en 265  $\Omega$  als rooster 4 aan aarde of mede aan regelsp. ligt. Voor EF9 is 325  $\Omega$  normaal en voor de EL6 minstens 90  $\Omega$ .

4—6. In het algemeen is ongelijk verdeelen van regelspanning over de varilampen gewenscht. Zooals in Vragenrubriek in no. 4 van dit jaar al opgemerkt, gaat dat bij de 3-diodenschakeling niet, maar kan men daar de onvertraagde spanning aan één lamp leggen.

7. Verzoeken vraag duidelijker te formuleren, vollediger te teekenen. Wij zitten er niet om raadseltjes op te lossen.

8. Een laagfrequent voorversterkertrap heeft speciaal nut om flinke tegenkoppeling te kunnen toepassen. Verzoeken ons uw verschillende ideeën, waarover u advies vraagt, duidelijk getekend voor te leggen.

Rotterdam.

W. T., Rotterdam. — 1. Tusschen kathode EF5 en derde rooster EH2 in de kg. super uit R.-E. 1939 no. 11 kan het condensatortje 100  $\mu$ F zijn.

2. De padders  $C_2$  kunnen voor 160, 80, 40, 20 en 10 m in uw geval 200, 350, 700, 1500 en 3000  $\mu$ F worden. De laatste is zoo groot, dat die wel geheel weggelaten kan worden. De extra-trimmerwaarden  $C_1$  worden zoo klein, dat u er niet iets afzonderlijks voor hoeft aan te brengen. Zie overigens de artikelen in nos. 3, 4 en 6 van 1940 over k.g. supers.

3. Of de beste bromvrijheid wordt verkregen met aarding van midden gloeidraad dan wel van één der zijden, hangt van eigenaardigheden van den transformator af en dient dus geprobeerd te worden.

A. R., Rotterdam. — Het artikel op bladz. 43 van R.-E. 1940 wordt op bladz. 44 voortgezet. Daar is duidelijk uitgelegd, dat voor de berekening van  $R_1$  en  $R_2$  bekend moet wezen, welken stroom het p.s.a. zal moeten leveren en hoe men die berekening dan uitvoert. Zonder gegevens kunnen wij uw vraag niet beantwoorden; dat heeft u daar al kunnen lezen. Het wattverbruik hangt eveneens van den stroom af.

Een AC2 moet bij 250 V anodesp. ongeveer 6 V neg. rsp. hebben. De steilheid is dan 2,5, dus  $R_1 + R_2 = 400$  ohm. Een variabele weerstand van 400 ohm is dus voor  $R_1$  altijd groot genoeg en het is niet eens noodig, er iets mee in serie te schakelen.

De gloeidraad kan het best gevoed worden uit den transformator van de ontvanglampen.

N. W., Rotterdam. — Een soortgelijk schema van een voorzetapparaat als door u gezonden, verscheen in R.-E. 1931 no. 42. Ook toen beweerde de inzender, dat de storende straling buitengewoon meeviel. Wij zijn door ervaring niet zoo optimistisch daaromtrent, zooals u uit R.-E. nos. 16 en 17 van dezen jaargang kan blijken; naar onze meening moet ieder welmeenend amateur het voorzetapparaat met één lamp, triode of schermroosterlamp, verwerpen en bestrijden.

U schijnt de meening te zijn toegedaan, dat de middenfrequentie, die een voorzetapparaat opwekt, verband houdt met de omstandigheid, dat de door een oscillator gegenereerde frequentie altijd iets afwijkt van de frequentie, waarop de gebezigde kring, op zichzelf genomen, wordt afgestemd. Dat heeft echter niets of zoo goed als niets met de werking van het voorzetapparaat te maken. Men is met een voorzetapparaat met aperiodischen in- en uitgang volkomen vrij in de keuze der middenfrequentie, d.w.z., dat deze geheel bepaald wordt door de afstemming van het ontvangtoestel, dat achter het voorzetapparaat wordt geplaatst, zoodat men een afstemming zal kiezen, waarvoor dat toestel het gevoeligst is en waarop geen lange- of middengolfzender doorkomt. Zie ook daaromtrent no. 16.

J. M. R., Rotterdam. — De ECL11 is een triode-voorversterker met tetrode-eindversterker (die gelijk staat met een eindpenthode) in één ballon. De normale triodeplaatstroom is 2 mA; tetrode-36 mA en 4 mA schermstroom bij 250 V anodespanning en 6 V neg. rsp.

Aanpassingsweerstand =  $V_a : I_a$ , dus 7000 ohm.

Over den Philipsluidspreker 2040 C hebben wij, wat wisselstroomweerstand en eventueel: transformator betreft, geen gegevens.

Bussum.

D. A., Bussum. — Voor vervorming der spanningskromme bij een oscillator met amplitudebegrenzing hoeft u niet bevreesd te zijn. De op de grondfrequentie afgestemde kring brengt dit wel in orde.

In fig. 1 op bladz. 279 (R.-E. 1940) is de polariteit der batterij verkeerd aangegeven. Bij fig. 5 op bladz. 282 heeft u blijkbaar het bijschrift niet gelezen. Dat bevat een rectificatie. Zie voorts ook 1941 no. 14.

#### Den Haag.

F. D., Den Haag. — De aansluitingen der Schaaper D-spoelen zijn:

Antennespoel. 1 = rooster, 2 = aarde, 4 = antenne lange golf, 5 = antenne middengolf, 7 = met schakelaar voor middengolf met aarde te verbinden.

Detectorspoel. 1 = roostercondensator, 2 = aarde, 3 = terugkoppelcondensator, 6 = plaat hfr. lamp voor lange golf, 6a = plaat hfr. lamp voor middengolf, 7 = met schakelaar voor middengolf met aarde te verbinden, 8 = plus hsp. (spanning voor plaat hfr. lamp.

#### Leiden.

D. B. D., Leiden. — De vervaardiging volgens Uw plan van een „universeelen” middenfrequent-uitgangstransformator voor een voorzetapparaat kan moeilijk het universeele succes hebben, dat U verwacht. De signaalsterkte, die U met een bepaalden omroepontvanger kunt verkrijgen, is toch niet enkel afhankelijk van de aanpassing aan den ingang, maar ook van de vraag, voor welke als middenfrequentie bruikbare (niet gestoorde) golflengte de omroepontvanger het gevoeligst is. Daarin bestaat groot verschil: U zoudt dus een mfr. transformator moeten maken, die op alle golflengten van normale omroepontvangers afstembaar was en dan bovendien met een aantal aftakkingen op de secundaire. De transformator zou dan moeten bestaan uit 2 met elkaar gekoppelde spoelen, gelijk aan omroepspoelen, met 2 draaicondensatoren, zooals in elk toestel, maar in dit geval niet op één as, omdat de 2de kring door den aanhangenden toestelingang een andere afstemming krijgt. Dit wordt een in bediening veel te onpractische inrichting.

Bepaalt U zich tot middenfrequenties, die in het middengolfgebied liggen en tot 1 kring met aftakkingen met 1 draaicondensator, dan is het nog hanteerbaar. Dan kunt U op Uw kern 65 windingen leggen, met bijv. aftakkingen op 10, 20, 30 en bovenaan.

#### Deventer.

H. M., Deventer. — De aansluitingen van het 3-voudige Schaaperspoelstel hebben wij in Uw grondplan ingetekend.

Het spoelstel bevat blijkbaar 2 „antenne”-spoelen en 1 „detector”-spoel en schijnt bestemd te zijn voor een toestel met bandfilteringang en één hoogfrequentlamp. Volgens onze informatie moeten de bandfilterkoppelcondensatoren in één der antennespoelbussen zijn ondergebracht.

Als dit juist is, moet antenne aan het betreffende punt der 1ste antennespoel verbonden worden; rooster hfr. lamp aan het daartoe bestemde punt der 2de antennespoel. Verder moet U de anders met aarde en draaibare condensatorplaten te verbinden punten der spoelen, onderling doorverbinden en niet direct, doch via 10 à 20000 ohm met aarde en met de aardzijde der draaicondensatoren verbinden.

#### Wildervank.

J. J. d. S., Wildervank. — In R.-E. 1934 No. 35 staat omtrent de Rothermel Brush kristalpickup Standaardmodel S8 alleen vermeld, dat deze bij 3000 hertz ongeveer maximum-output vertoonde. Meer uitvoerige karakteristiek-gegevens ervan hebben wij niet meer.

#### Zeist.

W. v. O., Zeist. — Blijkens hetgeen U meldt, bestaan zelfs tusschen de „nieuwe” Megatronunits, die nu in den handel zijn, nog inwendige verschillen.

Voor de toepassing doet dat er evenwel niet toe. Er is

voor gezorgd, dat ze toch in dezelfde schema's gebruikt kunnen worden, zoowel in het door U ons toegezonden schema als in dat uit R.-E. No. 11.

De luidsprekerbeveiliging, die U tot dusver gebruikte, kan ook voor de AL4 dienen, ten minste wanneer de smoorspoel geen verzadigingsverschijnselen toont door de grootte van den anodestroom. Wij zijn er echter zeker van, dat een goede, moderne el. dyn. luidspreker beter zou blijken.

#### Enschede.

J. G. M., Enschede. — Het door U gebezigde schema voor een éénlampsvorzetapparaat is een vorm van het jaren geleden veel gebruikte Tropadyne-schema (zie 8ste druk van Corver's Draadloos Amateurstation, blz. 147). Onder bepaalde omstandigheden, bij zeer zorgvuldige instelling kan dit inderdaad tamelijk stralingsvrij worden gemaakt. Men mag echter niet aannemen, dat ieder amateurbouwer in staat is tot de zorgvuldigheid bij de instelling, die werkelijke stralingsvrijheid waarborgt. Als schakeling is de tropadyne zeker interessant, maar in de practijk achten wij de door ons aangegeven oplossingen voor de stralingsvrijheid beter.

Hoofdredacteur: J. Corver, Hilversum.

## Vonkje

In de Vereenigde Staten schijnt de radio-industrie ook onder de voor den oorlogstijd getroffen regelingen materiaal te krijgen om ten volle door te werken, niet alleen om legerapparaten te vervaardigen, maar ook voor den verkoop aan het publiek, wegens het belang der politieke voorlichting per radio.

## Vraag en Aanbod

Gevraagd: El. dyn. speaker perm. met uitgangstransformator voor balans. Brieven met prijsopgave aan J. F. Hensen, Admiralengr. 184, Amsterdam.

Gevraagd: Universeelgrammofoonmotor (gelijk- en wisselstroom), om platen te snijden, Snijkop met toebehooren en amplitudemeter of onderdeelen hiervoor. N. Hoelandt, Mariaplaats 16 bis, Utrecht.

Gevraagd een uitgangstransformator. Primair aangepast aan 3500 ohm, secundair diverse laagohmige aanpassingen. Gegevens en prijs aan M. Levy, Laurastr. 89, Eijgelshoven (L.).

Gevraagd: een meetzender en kathodestraal-indicator en transformator voor lampmeter met hoge gloeispanning.

Aangeboden: een kruk-inductor, levert 100 V gelijksp., geschikt voor isolatiemeter. F. Voshart, B48 Mijdrecht.

Gevraagd: a) 1 Type 58 en andere typen Amerikaanse radiolampen. b) Eenige staafjes roodkoper, lang 8 à 10 cm, 5½ à 6 mm rond. G. ter Meulen, H. te Hoornkade 45, Rijswijk (Z.-H.).

Gevraagd: Radio-Expres 1937, nummers 1, 3 en 6. Postmuseum, Den Haag.



Jan van Ghestelloan 43 • VERTEGENW.: W. G. VAN DEN BERG, HILLEGERSBERG-ROTTERDAM • Telefoon 41937 Rotterdam

## Te koop gevraagd

een of meerdere jaargangen

## «Wireless World»

★

Brieven met opgave van jaargang en prijs onder No. 83 aan het Bureau van dit Blad

*Te koop gevraagd*

## elementen voor kristalmicrofoons

Offerte met omschrijving, kwantum, prijs enz.  
SPAARNESTRAAT 19, DEN HAAG

**SOLDEERLIPPEN**, uit voorraad leverbaar

1 spuit, 2 spuit, 3 spuit en 1 spuit met niet. Holl. fabrikaat. Vraagt bemonsterde offerte

C. N. ROOD – Weteringkade 37, Den Haag  
Telefoon 771920

Te koop gevraagd tegen goeden prijs:

Q. S. T. Mei 1940; Proc. I. R. E. Jan. Oct. Nov. Dec. 1940; R. C. A. Review, Jan. 38, Juli 38, Juli 39, Oct. 39, Oct. 40; Communications Mei Sept. Oct. Nov. Dec. 1940.

Brieven onder No. 84, Bureau van dit blad.

*Gevraagd*

## Gramfoonmotor

lieft geschikt voor opname met snijder en pick-up, ook afzonderlijk

Brieven onder No. 85 met opgave prijs

## Complete jaargangen

*Radio-Expres*

1939 f4.-, 1940 f5.-, 1941 f5.25

★

Levering uitsluitend na inzending van het bedrag aan de administratie van Radio-Expres, Stadhoudersweg 153a, Rotterdam. Girorek. 385246

*Te koop gevraagd*

## POLAIR RELAIS

bij voorkeur Creed. of dergelijk model

★

Brieven met beschrijving en prijsopgaaf onder letter P, aan het Bureau van dit Blad