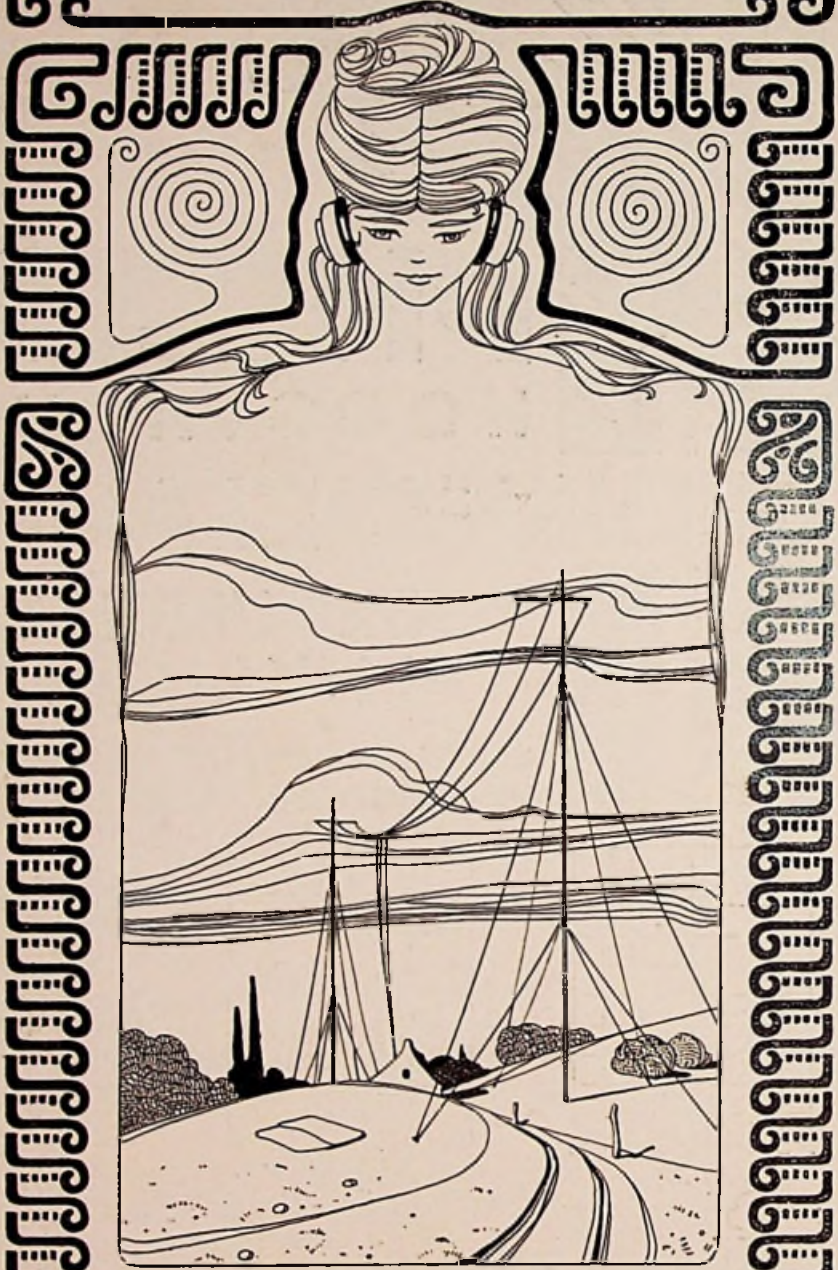


RADIO-NIEUWS



ORGAAN van de
NED. VER. voor RADIOTELEGRAFIE.

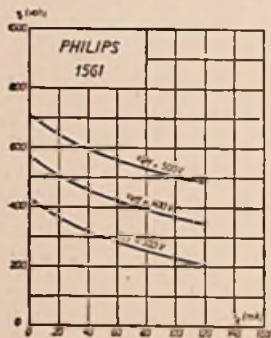


PHILIPS

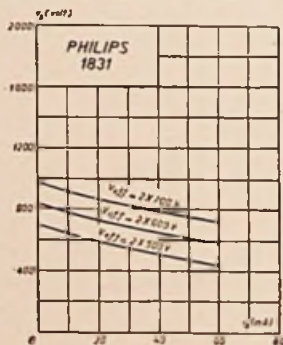
HOOGVACUUM GELIJKRICHTLAMPEN

VOOR DUBBELFASIGE
GELIJKRICHTING,

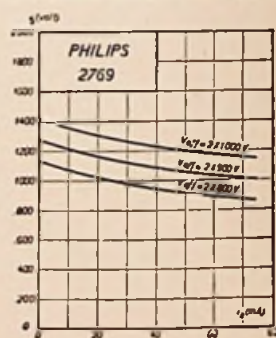
ZIJN IN HET BIJZONDER GESCHIKT VOOR
VOEDING VAN VERSTERKERLAMPEN



1561 VOOR
12 WATT VERSTERKERLAMPEN
ZOOALS E 443 N, E 408 N.



1831 VOOR
25 WATT VERSTERKERLAMPEN
ZOOALS F 410, F 443



2769 VOOR
GROOTERE VERSTERKERLAMPEN
ZOOALS M C 1/50

N.V. PHILIPS' RADIO

Radio-Nieuws.

ORGAAN VAN DE NED. VER.

Onder Redactie van J. CORVER,
BURNIERSTRAAT 38,
DEN HAAG.



VOOR RADIO-TELEGRAFIE.

Uitgever: N. VEENSTRA,
LAAN VAN MEERDERVOORT 30,
DEN HAAG, Tel. 332112.

Abonnementsprijs voor niet-leden f 9.— per jaargang van 12 nummers. Buitenland f 10.—
Leden der Vereeniging (contributie f 8.— per jaar) ontvangen het maandblad gratis.
Secretaris-Penningmeester: B. Silkkerveer, Obrechtstraat 104/6, den Haag.

INHOUD: Een benaderingsformule voor de karakteristieken van een triode.
— Enkele metingen aan de Fotoslamp T 4150. — Rectificatie. — Eenige bijzonderheden betreffende de beeldtelegraafverbinding Nederland—Nederlandsch-Indië. — Openbaar gemaakte Octrooiaanvragen.

Een benaderingsformule voor de karakteristieken van een triode.

Door M. PYTTERSON en J. VAN HEIDEVELD.

Overzicht.

Voorzoover in de litteratuur is na te gaan, hebben onderzoekers op het gebied van thermionische vacuumlampen steeds getracht het verloop van de karakteristiek uit te drukken door een formule. Slechts enkele namen behoeven we hier te noemen: Langmuir, Gutton, van der Bijl. De door genoemde schrijvers gepubliceerde formules hebben alle het nadeel dat ze vrij juist zijn voor een beperkt deel van de karakteristiek, doch niet het geheele verloop van de kromme bepalen. In „Experimental Wireless and Wireless Engineer” van April 1929 wakte W. A. Barclay een formule uit, die bij benadering het geheele verloop van de karakteristiek bepaalde. Dit werd toegelicht door een enkel voorbeeld. Deze formule is door de schrijvers eens onderzocht en getoetst aan een aantal voorbeelden.

De grondslagen voor de formule zijn deze:

- 1o. de verzadigingsstroom van een triode is bij gegeven gloeidraadtemperatuur een constante;
- 2o. elke formule, waarin de verzadigingsstroom niet als factor verschijnt, kan slechts voor een gedeelte het juiste verloop van de karakteristiek aangeven;

30. de spanningsversterkingsfactor van de triode wordt als een constante aangenomen.

Het betoog van Barclay in groote trekken volgende, wordt eerst de formule van de karakteristiek afgeleid. Dit blijkt een exponentieele functie te zijn. De juistheid van deze formule wordt aan de hand van enkele voorbeelden onderzocht. Verder wordt — daarbij verder gaande dan Barclay — een toepassingsmogelijkheid van de formule onderzocht, die waarschijnlijk van groot practisch belang kan zijn, n.l. het bepalen van den verzadigingsstroom van een triode, triode, waarvan de karakteristieken slechts gedeeltelijk bekend zijn. Deze toepassing zou het dan mogelijk maken, wat vooral bij lampen van grooter vermogen vaak bezwaarlijk is, den verzadigingsstroom bij benadering te bepalen, zonder dat de lamp boven de maximaal toelaatbare anodedissipatie wordt belast.

Algemeene beschouwing over de formule voor de triodekarakteristiek.

De plaatstroom van een triode, of juister gezegd, de electronenstroom door een triode d.i. de som van plaatstroom en roosterstroom is afhankelijk van de stuurspanning. Onder *stuurspanning* zullen we verstaan de plaatspanning van een equivalente diode, die dezelfde plaat- en gloeidraad heeft als de beschouwde triode, en dus dezelfde plaatstroom-plaatspanningskarakteristiek heeft als die van de triode bij nul roosterspanning. Deze definitie van stuurspanning van de triode beteekent dus eigenlijk, dat we het rooster wegdenken en de plaatspanning met een zeker bedrag veranderen, zoodat de plaatstroom weer dezelfde is als met het rooster op een bepaalde spanning. Gebruik makende van de definitie van den spanningsversterkingsfactor g van de lamp, vinden we dus bij een plaatspanning v_a en een roosterspanning v_r voor de stuurspanning:

$$v_s = v_a + g v_r (1)$$

Voor den electronenstroom i_e kunnen we dan in den meest algemeensten vorm schrijven:

$$i_e = F \{v_s\} (2)$$

Vele onderzoekers hebben zich bezig gehouden met een onderzoek naar den vorm van deze functie. Memoreeren we voor meerdere volledigheid een paar.

De meest bekende uitdrukking is ongetwijfeld de formule van Langmuir, die luidt:

$$i_e = k v_s^{3/2}, (3)$$

waarin k een constante is, die wordt bepaald door de constructie van de triode. Dat de formule (3) niet juist kan zijn, blijkt hieruit

dat volgens (3) de electronenstroom steeds moest blijven toenemen bij toenemende v_s , wat in strijd is met de praktijk, die aantoonde dat bij een zekere waarde v_{s0} en hogere waarden de verzadigingsstroom van de triode wordt bereikt en geen toename van i_c meer plaatsvindt. Voor hoever de formule van Langmuir opgaat kan op de volgende wijze worden onderzocht. Wanneer we de natuurlijke logaritme (\ln) van i_c naar formule (3) bepalen vinden we:

$$\ln i_c = \ln k + \frac{3}{2} \ln v_s \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

Volgens Langmuir bestaat er dus een lineair verband tusschen de logaritmen van den electronenstroom en de stuurspanning, want $\ln k$ is constant. Of m.a.w. wanneer we van een gegeven triode electronenstroom uitzetten tegen stuurspanning, maar we nemen op de beide assen een logarithmische verdeeling, dan zouden we voor de karakteristiek een rechte lijn moeten vinden. Een enkele steekproef zal den lezer onmiddellijk overtuigen dat dit niet, of slechts ten deele juist is. Verder volgt hieruit natuurlijk dat dat deel van de karakteristiek, op dubbellogarithmisch papier uitgezet, dat recht is en met de v_s -as een hoek insluit, waarvan de tangens $3/2$ is, kan worden voorgesteld door de formule van Langmuir.

Van der Bijl, die dit punt in extenso heeft onderzocht¹⁾ en o.a. heeft aangetoond, op welke wijze of door welke invloeden afwijkingen van de formule van Langmuir kunnen optreden, komt zelf tot een andere formule n.l.

$$i_c = \alpha (v_s + \epsilon)^n \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

waarin α en ϵ constanten van de lamp zijn en de exponent n slechts voor gedeelten van de karakteristiek constant is. Hoe groot die gedeelten zijn en welke dan de waarde van de exponent n is, kan dan weer worden onderzocht door een i_c - v_s karakteristiek op dubbellogarithmisch papier uit te zetten.

Zonder verder op de genoemde formules in te gaan, mogen we echter wel aannemen dat er tusschen den electronenstroom en de stuurspanning een of ander exponentieel verband bestaat. Het eigenaardige van de formules is echter, dat de verzadigingsstroom, werkelijk toch een belangrijke constante van de triode, in het geheel niet te voorschijn komt. Barclay legt er dan, in het reeds genoemde genoemde artikel, ook den nadruk op, dat elke lampenformule of formule voor de karakteristiek, waarin de verzadigingsstroom niet als factor verschijnt, niet anders dan bij benadering slechts gedeeltelijk het juiste verloop kan aangeven. Volgens Barclay zou dan de

¹⁾ H. J. van der Bijl: „The thermionic vacuumtube”.

mathematische uitdrukking voor het verloop van de karakteristiek van een triode in den meest algemeenen vorm moeten luiden:

$$i_c = F \{I_s, v_s\}, \quad (6)$$

waarin I_s de verzadigingsstroom beteekent en v_s de stuurspanning, zooals boven gedefinieerd. Hieruit volgt dus onmiddellijk dat de spanningsversterkingsfactor g van de triode ook als een constante wordt aangenomen. Wat trouwens heel plausibel is, omdat deze factor wordt bepaald door de inwendige lampcapaciteiten en dus niet of in zeer geringe mate afhankelijk is van de spanningen aan de electroden. Maatgevend voor (6) is dus practisch de plaatstroom-plaatspanningskarakteristiek van de triode bij nul roosterspanning. Immers dan is de stuurspanning gelijk aan de plaatspanning en de roosterstroom nul of althans te verwaarloozen klein.

De functie (6) moet nu zoo zijn, dat wordt voldaan aan de voorwaarde: $i_c = 0$ voor $v_s = 0$, en $i_c = I_s$ voor $v_s = \infty$. De vorm van de karakteristiek doet dan de volgende formule zeer waarschijnlijk voorkomen:

$$i_c = I_s \left\{ 1 - \varepsilon^{-f(v_s)} \right\}, \quad (7)$$

waarin ε het grondtal der natuurlijke logaritmen is en $f(v_s)$ een functie van de stuurspanning. Voor $f(v_s)$ vinden we dan onmiddellijk de volgende voorwaarden:

$$\left. \begin{array}{l} v_s = 0 \\ v_s = \infty \end{array} \right\} \begin{array}{l} f(v_s) = 0 \\ f(v_s) = \infty \end{array} \quad . . . (8)$$

Na onderzoek vindt Barclay dan nog dat $f(v_s)$ op haar beurt weer het beste wordt benaderd eveneens door een exponentieele uitdrukking n.l.

$$f(v_s) = a \left(\varepsilon^{bv_s} - 1 \right) \quad (9)$$

waarin a en b constanten zijn en die voldoet aan de voorwaarden onder (8) genoemd.

Onderzoek naar de bruikbaarheid van de formule. De door de formules (7) en (9) gegeven mathematische uitdrukking voor de karakteristiek van een triode luidt dus:

$$i_c = I_s \left\{ 1 - \varepsilon^{-a(\varepsilon^{bv_s} - 1)} \right\} \quad (10)$$

Om de juistheid van deze formule te onderzoeken moest een aantal bekende lampkarakteristieken worden onderzocht. We zullen dit toelichten door een tweetal voorbeelden van trioden, waarvan de verzadigingsstroom gegeven was. Het onderzoek, dat in de eerste plaats het bepalen van de constanten a en b inhield, werd als volgt gedaan:

De formule (7) kan ook in den volgenden vorm worden geschreven:

$$I_s - i_c = I_s \varepsilon^{-f(v_s)},$$

en hieruit vinden we:

$$\ln(I_s - i_c) = \ln I_s - f(v_s) \dots (11)$$

Bij gegeven waarden van I_s , i_c en v_s is uit (11) dus $f(v_s)$ te bepalen. Maar voor $f(v_s)$ moeten we nu de constanten a en b bepalen, zoodat wordt voldaan aan:

$$f(v_s) = a(\varepsilon^{bv_s} - 1)$$

Wanneer we van de uit (11) gevonden waarden van $f(v_s)$ twee kiezen n.l. A en B resp. voor de waarden $v_{s1} = 2m$ en $v_{s2} = m$, dan is:

$$\frac{A}{B} = \frac{a(\varepsilon^{2bm} - 1)}{a(\varepsilon^{bm} - 1)} = \varepsilon^{bm} + 1,$$

waaruit b gemakkelijk is te bepalen, immers:

$$b = \frac{1}{m} \{ \ln(A - B) - \ln B \} \dots (12)$$

Wanneer b eenmaal bekend is, kan a ook gemakkelijk worden gevonden.

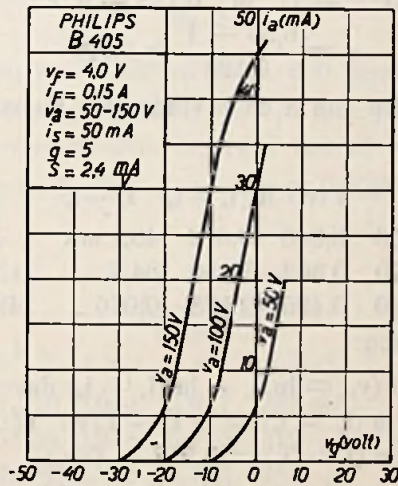


Fig. 1

Voorbeeld 1. Als eerste voorbeeld zal worden onderzocht de Philips B405 waarvan de karakteristieken in fig. 1 zijn gegeven. Van deze triode is gegeven $I_s = 50 mA$; $g = 5$. Voor $v_a = 150$ volt vinden we uit de karakteristieken:

v_g	$v_s = v_a + g v_g$	$i_a = i_c$
— 25 volt	25 volt	2 mA.
— 20 " "	50 " "	6 " "
— 15 " "	75 " "	15 " "
— 10 " "	100 " "	31 " "
0 " "	150 " "	46 " "

Voor de bepaling van de constanten a en b in $f(v_s)$ nemen we uit de tabel twee waarden n.l. $v_s = 50$ volt en $v_s = 100$ volt dus $m = 50$ en we leiden af:

v_s	$I_s - i_c$	$\ln(I_s - i_c)$	$\ln I_s$	$f(v_s) = \ln I_s - \ln(I_s - i_c)$
50 volt	44 mA	3,784	3,912	0,128 (B)
100 " "	19 " "	2,944	3,912	0,968 (A)

Volgens (12) vinden we hieruit voor b:

$$\begin{aligned}
 b &= \frac{1}{m} \{ \ln(A - B) - \ln B \} = \\
 &= \frac{1}{50} \{ \ln 0,840 - \ln 0,128 \} = \\
 &= \frac{1}{50} \{ \ln 840 - \ln 1000 - \ln 128 + \ln 1000 \} = \\
 &= \frac{1}{50} \{ \ln 840 - \ln 128 \} = \frac{1}{50} (6,733 - 4,852). \\
 b &= 0,03762 \qquad b m = 1,881.
 \end{aligned}$$

Nu is:

$$\begin{aligned}
 B &= a (\varepsilon^{b m} - 1) \text{ of } 0,128 = d (\varepsilon^{1,881} - 1) \\
 a &= \frac{6,56 - 1}{0,128} = 0,023
 \end{aligned}$$

Met deze waarden van a en b vinden we nu voor verschillende waarden van v_s :

v_s	$b v_s$	$\varepsilon^{b v_s}$	$f(v_s)$	$\ln(I_s - i_c)$	$I_s - i_c$	i_c berekend	i_c gegeven
25 volt	0,940	2,56	0,040	3,872	48,1 mA	1,9 mA	2 mA
75 " "	2,822	16,70	0,362	3,550	34,7 " "	15,3 " "	15 " "
150 " "	5,643	273,0	6,490	-2,578	0,076 " "	49,9 " "	46 " "

waarbij we opmerken:

$$\begin{aligned}
 f(v_s) &= \ln I_s - \ln(I_s - i_c) \text{ dus:} \\
 \ln(I_s - i_c) &= \ln I_s - f(v_s) \text{ of:} \\
 \ln(I_s - i_c) &= 3,912 - f(v_s)
 \end{aligned}$$

waarbij de laatste regel natuurlijk alleen geldt voor het speciale geval van de behandelde B405.

We zien dus dat de overeenkomst tusschen gegeven en berekende waarden vrij goed is en dat de afwijkingen niet grooter zijn dan 10 %. In de buurt van den verzadigingsstroom is de afwijking het belangrijkste.

Voorbeeld 2. Marconi DETISW. Van deze lamp, waarvan de

karakteristieken zijn afgebeeld in fig. 2 is gegeven: $I_s = 400$ mA; $g = 8,5$. Bij $v_s = 0$ lezen we af:

$v_a = v_s$	$i_a = i_c$
200 volt	15 mA
400 "	45 "
600 "	90 "
800 "	150 "
1000 "	220 "

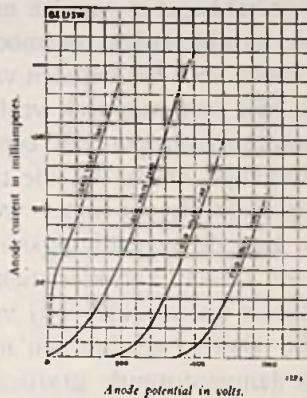


Fig. 2

Voor de waarden $v_{s1} = 400$ en $v_{s2} = 800$ berekenen we hieruit:

$$m = 400; \quad B = f(v_{s1}) = 0,119; \quad A = f(v_{s2}) = 0,470;$$

Waaruit op de boven omschreven wijze valt af te leiden:

$$a = 0,0611; \quad b = 0,0027$$

We vinden dan:

v_s	$b v_s$	$\epsilon^{b v_s}$	$f(v_s)$	$5,991 - f(v_s)$	$I_s - i_c$	i_c berekend	i_c gegeven
200 volt	0,54	1,716	0,044	5,947	383 mA	17 mA	15 mA
600 "	1,62	5,053	0,248	5,743	312 "	88 "	90 "
1000 "	2,70	14,880	0,848	5,143	172 "	228 "	220 "

Ook in dit geval is de overeenstemming tusschen gegeven en berekende waarden zeer goed, al is bij de zeer lage stuurspanningen de afwijking iets grooter dan 10 %. Bij deze zeer lage spanning is echter de gegeven waarde van 15 mA uit de karakteristiek ook niet zuiver af te lezen, zoodat we gerust kunnen zeggen, dat de formule met de berekende waarden van a en b het verloop van de karakteristiek goed weergeeft.

$$i = I_s - i_c = I_s F(v_s) \dots \dots \dots (13)$$

Wanneer we de uitdrukking (13) naar v_s differentieëren vinden we:

$$\frac{d i}{d v_s} = - \frac{d i_c}{d v_s} = I_s F'(v_s) \dots \dots \dots (14)$$

Gecombineerd met (13) vinden we uit (14):

$$\frac{1}{i} \cdot \frac{d i}{d v_s} = \frac{F'(v_s)}{F(v_s)} \dots \dots \dots (15)$$

Nu zien we uit fig. 3 voor de waarde v_{s1} gemakkelijk, wanneer AC de raaklijn aan de karakteristiek is en C het snijpunt met de lijn die I_s voorstelt:

$$\frac{d i}{d v_s} = - \frac{d i_c}{d v_s} = - \frac{A B}{B C},$$

want:

$$\frac{d i_c}{d v_s} = \frac{A D}{D E} = \frac{A B}{B C},$$

en waarin AB en BC resp. moeten worden ingevuld als stroom- en als spanningswaarde (dus b.v. resp. in mA en volt) naar de schaal,

waarin i_c en v_s zijn uitgezet. Verder kunnen we dan voor $\frac{1}{i}$ invullen

$\frac{1}{A B}$, waarmede we vinden:

$$\frac{F'(v_s)}{F(v_s)} = - \frac{1}{B C}$$

Wanneer we voor BC dus schrijven p (dit is dus een „spanning” naar de schaal van v_s) dan kunnen we dus schrijven:

$$p \frac{F'(v_s)}{F(v_s)} = - 1 \dots \dots \dots (16)$$

p is dus het stuk, gemeten als „spanning” in de schaal van v_s dat voor elk willekeurig punt van de karakteristiek van de lijn, die I_s voorstelt, wordt afgesneden door de loodlijn uit dat punt en de raaklijn in dat punt aan de karakteristiek getrokken. Mathematisch gesproken is p de subtangens van de karakteristiek, wanneer we als as van het coördinatenstelsel niet nemen $i_c = 0$, maar $i_c = I_s$.

De stelling vastgelegd door (16) gaat op, onafhankelijk van den vorm van de functie F, dus ook voor onze lampenformule (10). Volgens (10) is:

$$F(v_s) = \varepsilon^{-a(\varepsilon^b v_s - 1)}$$

Hieruit volgt:

$$F'(v_s) = \varepsilon - a(\varepsilon^{b v_s} - 1) \cdot \frac{d\{-a \varepsilon^{b v_s} + a\}}{d v_s} =$$

$$= \varepsilon - a(\varepsilon^{b v_s} - 1) \cdot (-a \varepsilon^{b v_s} \cdot b) =$$

$$= -ab \varepsilon^{b v_s} \cdot F(v_s)$$

Vullen we dit resultaat in in (16) dan vinden we:

$$p a b \varepsilon^{b v_s} = 1 \dots \dots \dots (17)$$

Hieruit vinden we gemakkelijk:

$$\ln p + \ln a + \ln b + b v_s = 0$$

of:

$$b v_s + \ln p = -\ln a - \ln b \dots \dots \dots (18)$$

Daar a en b constanten zijn beteekent formule (18) niets anders dan dat er tusschen v_s en $\ln p$ een lineair verband bestaat. Wanneer we $\ln p$ dus uitzetten als een functie van v_s dan moeten we een

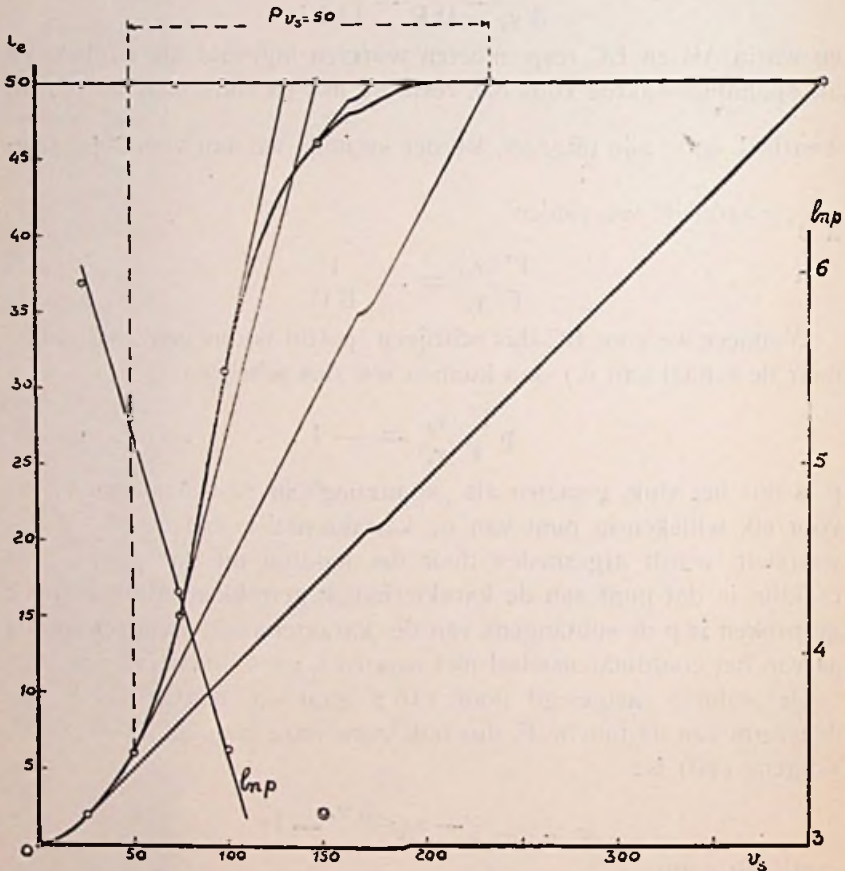


Fig. 4

rechte lijn vinden. Ook kunnen we de karakteristiek $p - v_s$ op enkel logarithmisch papier uitzetten met v_s op de lineaire en p op de logarithmische schaal en moeten dan eveneens een rechte lijn vinden.

In de eerste plaats hebben we de juistheid van stelling (18)

$$\text{bv. } + \ln p = \text{constant}$$

onderzocht voor de B405 (zie fig. 4). We vinden inderdaad een rechte lijn, wanneer we het punt voor $v_s = 150$ buiten beschouwing laten. Trouwens uit de voorafgaande berekening is reeds gebleken dat de theoretische waarde van i_s voor $v_s = 150$ afwijkt van de

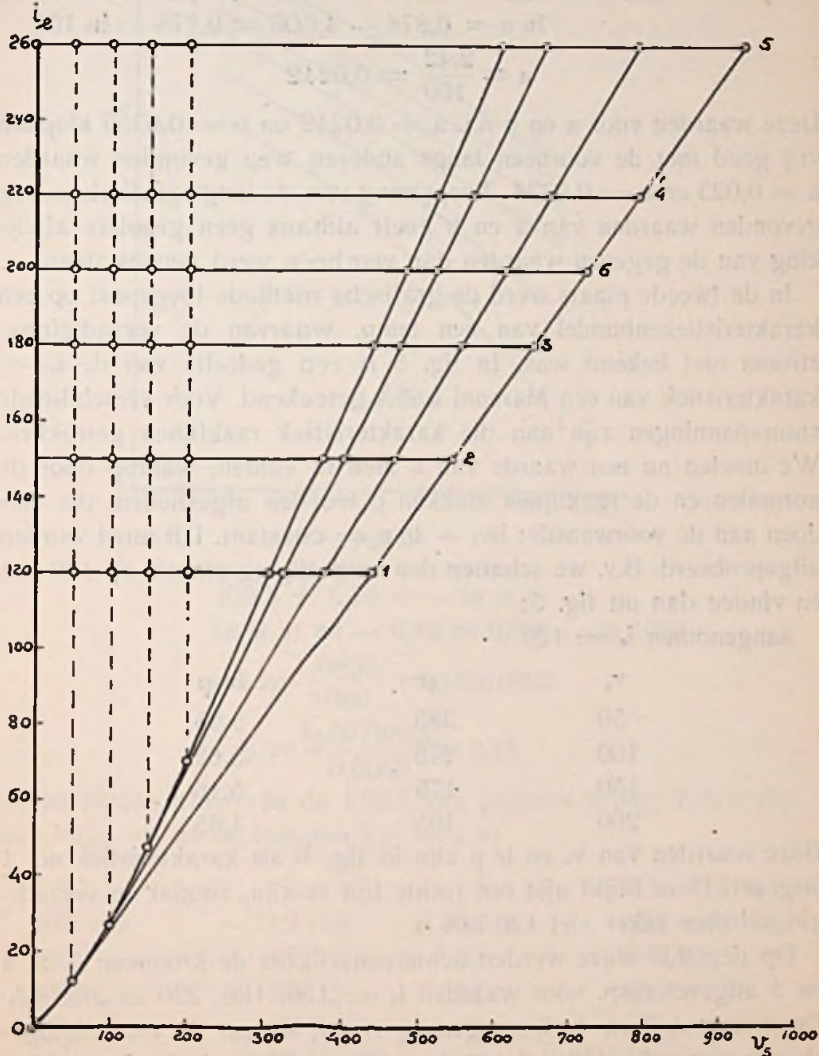


Fig. 5

gegeven waarde, terwijl de andere punten met de berekende vrijwel in overeenstemming zijn.

We kunnen nu uit de gevonden karakteristiek voor het verband tusschen v_s en $\ln p$ weer de constanten a en b berekenen. Want

$$\begin{aligned}
 & b v_s + \ln p = - \ln a b \\
 v_s = 100 & \quad \left\{ \begin{array}{l} 100 b + 3,50 = - \ln a b \\ v_s = 50 \quad \left\{ \begin{array}{l} 50 b + 5,23 = - \ln a b \\ 50 b = 1,73 \quad ; \quad b = 0,0356 \\ - \ln a b = 3,56 + 3,50 = 7,06 \\ \ln a = - 7,06 - \ln b = - 7,06 + 3,333 = - 3,727 \\ \ln a = 0,878 - 4,605 = 0,878 - \ln 100 \\ a = \frac{2,42}{100} = 0,0242 \end{array} \right. \end{array} \right.
 \end{aligned}$$

Deze waarden voor a en b n.l. $a = 0,0242$ en $b = 0,0356$ kloppen vrij goed met de voorheen langs anderen weg gevonden waarden $a = 0,023$ en $b = 0,0374$. Toepassing van de langs grafischen weg gevonden waarden van a en b geeft althans geen grootere afwijking van de gegeven waarden dan voorheen werd geconstateerd.

In de tweede plaats werd de grafische methode toegepast op een karakteristiekenbundel van een lamp, waarvan de verzadigingsstroom niet bekend was. In fig. 5 is een gedeelte van de i_s — v_s karakteristiek van een Marconi LS5A geteekend. Voor verschillende stuurspanningen zijn aan die karakteristiek raaklijnen getrokken. We moeten nu een waarde van i_s zien te vinden, waarop door de normalen en de raaklijnen stukken p worden afgesneden, die voldoen aan de voorwaarde: $bv_s + \ln p = \text{constant}$. Dit moet worden uitgeprobeerd. B.v. we schatten den verzadigingsstroom op 120 mA en vinden dan uit fig. 5:

aangenomen $i_s = 120$

v_s	p	$\ln p$
50	385	5,95
100	275	5,62
150	175	5,16
200	105	4,65

Deze waarden van v_s en $\ln p$ zijn in fig. 6 als karakteristiek no. 1 uitgezet. Deze blijkt niet een rechte lijn te zijn, zoodat de verzadigingsstroom zeker niet 120 mA is.

Op dezelfde wijze werden achtereenvolgens de krommen 2, 3, 4 en 5 uitgezet resp. voor waarden $i_s = 150, 180, 220$ en 260 mA. De krommen 3 en 4 zijn nagenoeg recht, zoodat de verzadigingsstroom waarschijnlijk ligt tusschen 180 en 220 mA. De karakteristiek no. 6 fig. 6 is nu geteekend voor $i_s = 200$ mA en is vrij nauw-

keurig recht. Berekenen we b resp. uit de krommen 3, 4 en 6 dan vinden we:

$$b_{(3)} = 0,0062 \quad ; \quad b_{(4)} = 0,0068 \quad ; \quad b_{(6)} = 0,0059$$

We nemen nu een gemiddelde waarde en nemen voor deze triode aan: $I_s = 200 \text{ mA}$; $b = 0,0059$ en berekenen a verder naar kromme 6. Daarvoor is voor $v_s = 100$:

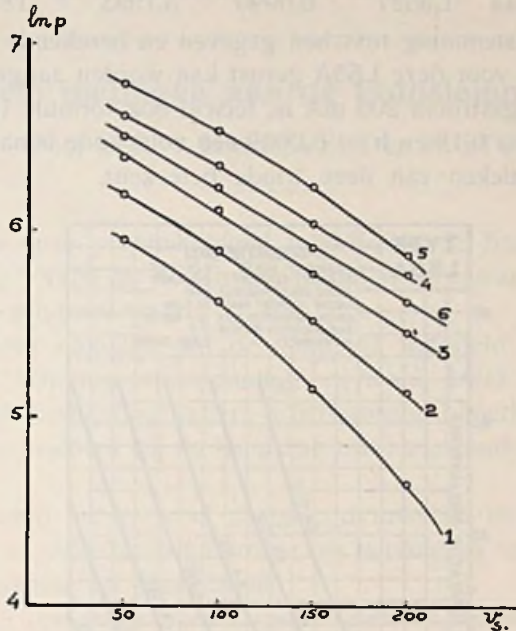


Fig. 6

$$100 b + 6,23 = - \ln (a b)$$

$$\ln (a b) = - 6,82 = 0,087 - \ln 1000$$

$$a b = \frac{1,0833}{1000} = 0,0010833$$

$$a = \frac{0,0010833}{0,0059} = 0,18$$

De karakteristieken van de LS5A zijn gegeven in fig. 7. Uit die figuur lezen we af en bepalen ($g = 2,5$)

v_a	v_g	i_c	$v_s = v_a + g v_g$
400 volt	— 112 volt	33,5 mA	120 volt
350 "	— 97 "	29 "	107,5 "
300 "	— 80 "	26 "	100 "
250 "	— 65 "	22 "	82,5 "
200 "	— 50 "	17 "	75 "

Met $I_s = 200 \text{ mA}$; $a = 0,18$ en $b = 0,0059$ berekenen we:

v_s	$b v_s$	$\epsilon^b v_s$	$a (\epsilon^b v_s - 1)$	$f(v_s) = \ln(I_s - i_c)$	$\ln I_s - f(v_s)$	$I_s - i_c$	i_c berekend
120 volt	0,71	2,0340	0,1854	5,1129	166	34 mA	
107,5 "	0,63	1,8709	0,1566	5,1417	171	29 "	
100 "	0,59	1,8040	0,1440	5,1543	173,5	26,5 "	
82,5 "	0,49	1,6323	0,1134	5,1749	177	23 "	
75 "	0,44	1,5527	0,0990	5,1993	182	18 "	

De overeenstemming tusschen gegeven en berekende waarden is zoodanig, dat voor deze LS5A gerust kan worden aangenomen, dat de verzadigingsstroom 200 mA is, terwijl ook formule (10) met de constanten $a = 0,18$ en $b = 0,0059$ een voldoende benadering voor de karakteristieken van deze triode beteekent.

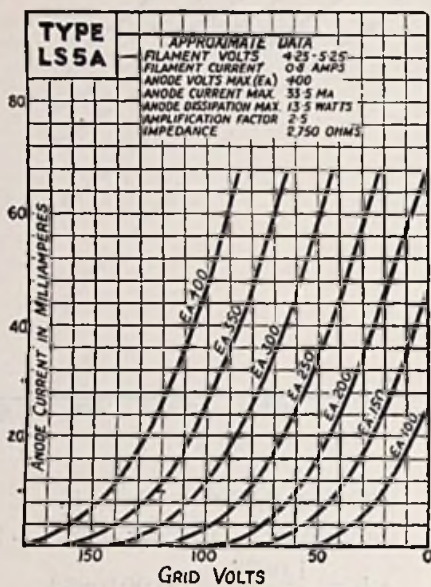


Fig. 7

Sommeerende komen we tot de conclusie dat de karakteristieken van een triode kunnen worden voorgesteld door de formule:

$$i_c = I_s \left\{ 1 - \epsilon - a (\epsilon^b v_s - 1) \right\},$$

waarin I_s = verzadigingsstroom; $v_s = v_a + gv_s$ = stuurspanning; ϵ = basis van het natuurlijke logaritmenstelsel en a en b lamp-constanten. Hoewel de formule vrij gecompliceerd is, blijkt uit de gegeven voorbeelden dat berekeningen niet zoo ingewikkeld zijn en gemakkelijk worden uitgevoerd, wanneer een tabel met natuurlijke logaritmen bij de hand is.

De schrijvers zijn nog bezig met het onderzoek naar de praktische bruikbaarheid van bovengenoemde formule voor de berekening van dynamische toestanden van de triode. Daarbij zal vooral speciaal worden gelet op de mogelijkheid om met behulp van de constanten van de formule verschillende andere grootheden in praktische formules uit te drukken. Eventueele resultaten van dit onderzoek hopen we te zijner tijd in dit orgaan te publiceeren.

Enkele metingen aan de Fotoslamp T 4150.

Door L. H. v. HARREVELT en H. STOET.

Tijdens onze proefnemingen betreffende de bruikbaarheid der Fotoslamp T4150 als hoogfrequentversterker, namen wij een eigenaardig verschijnsel waar.

Ons bleek namelijk dat de lamp, na ingesteld te zijn op een bepaalde schermroosterspanning, normaal bleef functionneeren wanneer de verbinding batterij-schermrooster onderbroken werd.

Daarom besloten wij de lamp aan een nader onderzoek te onderwerpen.

Eerst werd het verband vastgelegd tusschen de schermrooster-spanning en schermroosterstroom, en vervolgens tusschen schermroosterspanning en plaatstroom.

De door ons opgenomen kromme laten we hieronder volgen. De metingen werden verricht bij nul Volt stuurroosterspanning.

Kromme X stelt den schermroosterstroom voor, en Y den plaatstroom.

Berekenen we kromme X dan zien we hieruit dat de schermroosterstroom normaal toeneemt tot het punt *a* om vervolgens weer te dalen tot *b*, waar de stroom van richting omkeert.

Hier gaat de stroom dus *tegen* de batterijspanning in vloeien; dit verschijnsel is alleen te verklaren door aan te nemen dat het schermrooster electronen gaat emitteeren (secundaire emissie). Deze secundaire emissie ontstaat, doordat de electronen van den normalen schermroosterstroom met groote snelheid tegen het schermrooster aanbotsen.

Tengevolge van deze botsingen worden weer electronen uit het getroffen materiaal vrijgemaakt.

Er zijn verschillende metalen (o.a. nikkel) waarbij het uittreden van electronen zeer gemakkelijk gaat.

In ons geval blijkt nu dat de secundaire emissie van het scherm-

rooster belangrijk groter kan worden dan de normale, steeds vloeïende, schermroosterstroom.

Blijkbaar is het schermrooster der T4150 samengesteld uit een materiaal dat zeer gemakkelijk emitteert.

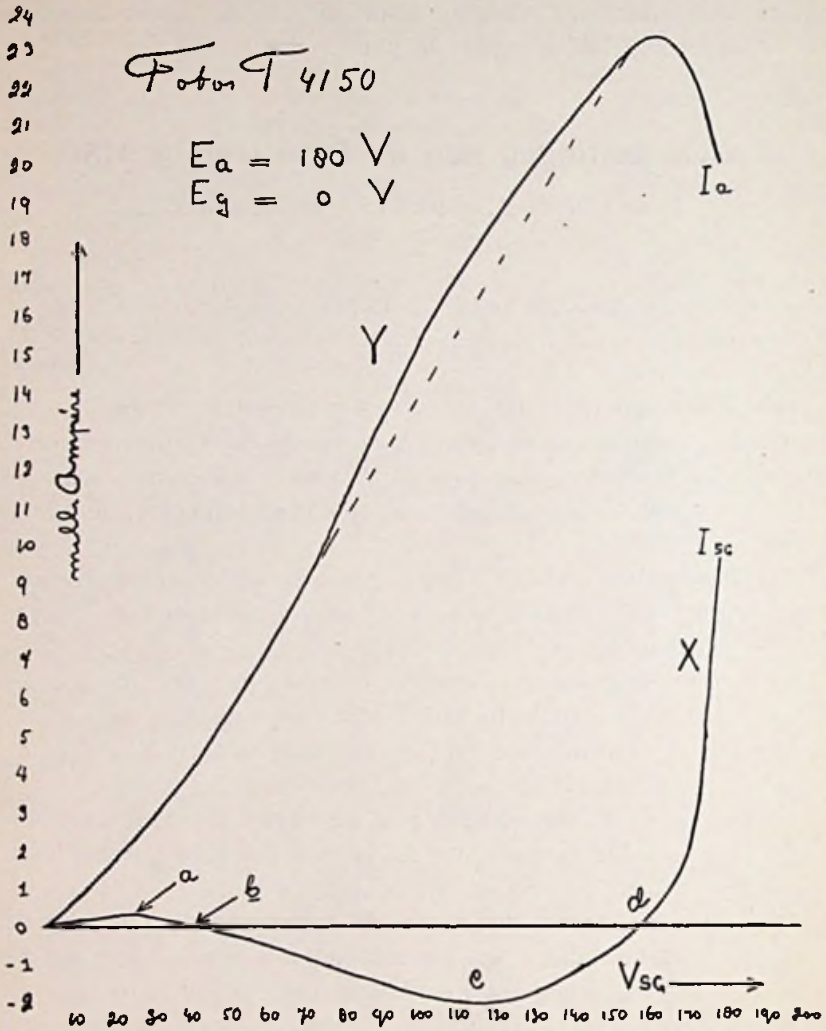


Fig: 1

We hebben dus steeds te maken met 2 schermroosterstromen; n.l. den normalen schermroosterstroom, en den stroom die ontstaat ten gevolge van de secundaire emissie. De resulterende schermroosterstroom kan dus, afhankelijk van de aangelegde spanning, van richting omkeeren. In fig. 1 zien we dan ook aan den vorm van kromme

Y dat de negatieve schermroosterstroom bij den plaatstroom opgeteld wordt.

In het punt *a*, dus bij 25 Volt spanning, hebben de electronen blijkbaar voldoende snelheid om een secundaire electronen stroom te doen ontstaan.

Bij toenemende schermroosterspanning worden de primaire emissie en de secundaire emissie van het schermrooster aan elkaar gelijk. Dit heeft plaats bij het punt *b*, waar de som der stroomen nul is.

De secundaire emissie blijft nu toenemen tot het punt *c*, waar deze blijkbaar maximaal is.

Bij hogere spanning kunnen dus geen electronen meer uit het schermrooster worden geschoten, echter neemt wel de *normale* schermroosterstroom toe.

In het punt *d* is de normale schermroosterstroom even groot als de maximale secundaire emissie.

De som van beide stroomen is hier dus eveneens nul; *d* is een zeer merkwaardig punt; met niet aangesloten schermrooster is de lamp hier stabiel.

Legt men n.l. een spanning aan, die hooger is dan 40 V. (punt *b*) dan zal, na het verbreken der schermroosterleiding, het schermrooster zich opladen tot het punt *d* (157 Volt). In verband met dit laatste willen wij er op wijzen dat, wanneer het schermrooster op de gebruikelijke manier via een serieweerstand gevoed wordt, de spanning *niet* met behulp van dezen weerstand ingesteld kan worden.

Men dient hiervoor een batterij, of een potentiometer van niet te hoogen weerstand te gebruiken.

Tengevolge van de secundaire emissie van het schermrooster kan een *aanzienlijke vergrooting der statische steilheid ontstaan*. De plaatstroom verandert n.l. om twee redenen:

- 1e. de invloed van het stuurrooster op de electronen welke door het schermrooster heenvliegen;
- 2e. de invloed van het stuurrooster op de electronen welke tegen het schermrooster aanbotsen.

Om laatstgenoemde reden ondergaat ook de secundaire emissie den invloed van het stuurrooster.

Nu rest ons de vraag of de secundaire emissie de variaties van den primairen electronenstroom zonder traagheid kan volgen.

Wanneer een en ander traagheidsloos plaats vindt, dan zal ook de dynamische steilheid bij hogere frequentie belangrijk toenemen.

En wij hebben reden om aan te nemen dat dit uittreden van electronen zonder traagheidsverschijnselen plaats heeft, omdat, juist

wanneer de schermroosterstroom maximaal negatief is (c), ook maximale versterking optreedt.

Ons inziens moet het mogelijk zijn, volgens dit principe lampen te construeeren met buitengewoon gunstige eigenschappen.

Rectificatie.

In ons artikel „Een Moullinmeter met algeheele wisselstroomvoeding” (R.-N. No. 7) vergaten wij te vermelden dat het meetbereik van *precies* 1 Volt is verkregen door parallel aan den meter een weerstand aan te brengen, die permanent aan de meterklemmen verbonden blijft.

Waar dus gesproken wordt van „Meterweerstand” of „Onge-shunte meter”, gelieve men hiervoor te lezen: De vervangingsweerstand van bovengenoemde parallelschakeling.

H. STOET en L. H. v. HARREVELT.

Eenige bijzonderheden betreffende de beeldtelegraafverbinding Nederland-Nederlandsch-Indië.

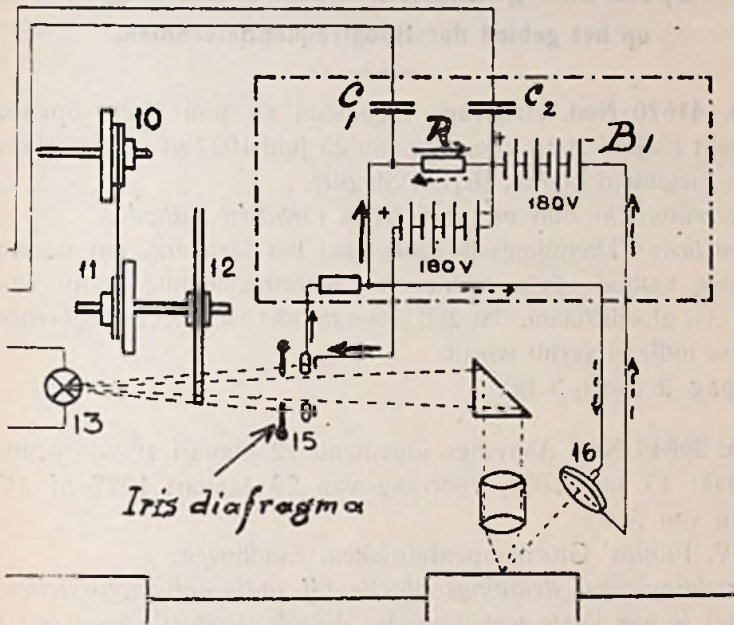
Door Ir. J. J. VORMER.

In het Juni-nummer van R.-N. is in fig. 3 het gedeelte, dat speciaal de compensatie-inrichting weergeeft, niet zeer duidelijk tot zijn recht gekomen. Daarom wordt hier dat gedeelte der figuur nog eens op grootere schaal gereproduceerd.

Het deel van den tekst, dat hierop betrekking had, luidde:

Het licht van de gloeilamp (13) wordt door de gaten schijf (12) onderbroken en wordt dan door een lenzensysteem geconcentreerd in een scherp lichtpunt op den beeldtrommel. Bevindt zich een wit deel van het beeld onder het lichtpunt dan wordt het licht diffuus teruggekaatst en valt in de hierboven beschreven foto-cel (16). Wanneer de kathode (spiegel) van de cel door licht getroffen wordt, worden er electronen uit vrijgemaakt, en deze worden door de anode aangetrokken, aangezien tusschen anode en kathode de spanning van batterij B_1 staat. Er gaat dus in den kring, gevormd door fotocel, batterij en weerstand R, een pulseerende gelijkstroom loopen. Op de uiteinden van den weerstand R ontstaat een pulseerende gelijkspanning. De wisselspanning-component hiervan wordt via de condensatoren C_1 en C_2 aan den z.g. fotocel-versterker toegevoerd. Deze wisselspanning duurt, zoolang er wit onder 't licht-

punt is. Komt er zwart onder dan houdt de wisselspanning op. Bestaan de beelden, zooals meestal het geval is, uit zwarte lijnen op witten grond, dan zenden we van het beeld dus de witte deelen uit. Bij draadlooze overbrenging op grooten afstand, met behulp van korte golven, ontstaan hierbij moeilijkheden. Het is veel beter de zwarte lijnen uit te zenden.



De compensatie inrichting maakt dit mogelijk. Een tweede fotocel (15), ditmaal van het vroeger beschreven ringvormige type, is geplaatst direct achter de gatenschijf. Het meeste van (13) afkomstige licht valt door de opening van de cel; een deel ervan kan evenwel den metaalspiegel treffen. Deze laatste hoeveelheid licht is regelbaar door middel van een iris-diafragma dat zich voor de cel bevindt. De werking volgt uit de figuur. Is er thans wit onder 't lichtpunt, dan ontvangen beide cellen (15) en (16) het door de gaatjesschijf onderbroken licht. Tengevolge daarvan ontstaat door beide cellen een pulseerende gelijkstroom, waarvan de richting in de figuur aangegeven is. Men ziet dat de stroomen den weerstand R in tegengestelde richtingen doorloopen. Met behulp van het iris-diafragma kan men nu maken, dat voor dit geval het spanningsverschil aan de uiteinden van R , juist nul is. Komt er daarna een zwart deel van het beeld onder 't lichtpunt, dan valt de gestippelde

stroom weg en aangezien de stroom door (15) blijft voortduren, is er thans wèl spanningsverschil aan de uiteinden van R.

* * *

Nog een kleine rectificatie moge hieraan worden toegevoegd. Op pag. 198 zijn n.l. de volgnummers der figuren 6 en 7 verwisseld.

Openbaar gemaakte Octrooiaanvragen op het gebied der Hoogfrequentietechniek.

No. 41670 Ned. Aanvraag ingediend 13 Juni 1928, openbaar gemaakt 15 Juni 1931, voorrang van 25 Juni 1927 af (Duitschland).
Dr. Siegmund Loewe, Berlijn Steglitz.

Thermionische buis met indirect te verhitten kathode.

Conclusie: Thermionische buis, met het kenmerk, dat de emitterende kathode door middel van warmtegeleiding verhit wordt door een gloeilichaam, dat zelf door middel van electronenbombardeement indirect verhit wordt.

2 pag. 2 concl. 3 fig.

No. 39645 Ned. Aanvraag ingediend 12 Januari 1928, openbaar gemaakt 15 Juni 1931, voorrang van 29 Januari 1927 af (Ver. Staten van Am.).

N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven.

Inrichting voor dempingsreductie bij radio-ontvangtoestellen.

Doel is een juiste instelling der dempingsreductie voor een bepaald frequentiegebied automatisch te doen geschieden.

Conclusie: Inrichting voor dempingsreductie bij radio-ontvangtoestellen, met het kenmerk, dat de terugkoppeling gevormd wordt door een spoel in serie met een parallelschakeling van een spoel en een condensator, welke laatste elementen een trillingskring vormen, die afgestemd is op een frequentie, diè beneden het frequentiebereik van het ontvangtoestel is gelegen.

2 pag. 1 concl. 3 fig.

No. 36844 Ned. Aanvraag ingediend 4 Mei 1927, openbaar gemaakt 15 Juni 1931, voorrang van 10 Mei 1926 af (Frankrijk).

Société Française Radio-Électrique, Parijs.

Zender voor in amplitude gemoduleerde trillingen, waarbij de antenne gevoed wordt over twee versterkers.

Conclusie: Zender voor in amplitude gemoduleerde trillingen, waarbij de antenne gevoed wordt over twee versterkers, waarvan

de ingangsketens elk gekoppeld zijn met eenzelfde generator, welke een ongemoduleerde draaggolf met de juiste fase op ieder der roosters drukt, met het kenmerk, dat bovendien op iederen rooster een tweede trilling wordt gedrukt, welke in amplitude gemoduleerd wordt en waarvan de draaggolfcomponent dezelfde frequentie heeft als de ongemoduleerde op den rooster gedrukte draaggolf, maar een faseverschil van 90° hiermee vertoont, en de amplitude zoo klein is ten opzichte van de amplitude van de eerst opgedrukte draaggolf, dat de amplitude der resulterende spanning practisch constant is.

3 pag. 1 concl. 2 fig.

No. 40562 Ned. Aanvraag ingediend 22 Maart 1928, openbaar gemaakt 15 Juni 1931, voorrang van 25 Maart 1927 af (Ver. Staten van Am.).

N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven.

Inrichting voor het leveren van anodestroom en roosterspanning aan een thermionisch toestel.

Doel is zoowel de voorspanning als de andespanning op eenvoudige wijze van dezelfde gelijkrichterbuis af te nemen.

Conclusie: Inrichting voor het leveren van anodestroom en rooster-voorspanning aan een thermionisch toestel door eenzelfde gelijkrichterbuis, met het kenmerk, dat de rooster van het thermionisch toestel galvanisch is verbonden met een hulpelectrode van de gelijkrichterbuis, die daarin zoodanig is geplaatst, dat zij een potentiaal heeft, liggende tusschen die van de beide hoofdelectroden, terwijl de gloeidraad van het thermionisch toestel galvanisch is verbonden met de plaat van de gelijkrichterbuis.

2 pag. 1 concl. 1 fig.

No. 35078 Ned. Aanvraag ingediend 13 November 1926, openbaar gemaakt 15 Juni 1931, voorrang van 18 November 1925 af (Ver. Staten van Am.).

N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven.

Richtingzoeker voor draadloze seinen.

Doel is het bepalen van den richtingszin te vergemakkelijken, zoodat het niet noodig is de wikkeling over een hoek van 180° te draaien.

Conclusie: Richtingzoeker, waarbij een raamantenne met middenaftakking is opgenomen in den ingangskring van een versterker, met het kenmerk, dat een omschakelaar is aangebracht met drie standen, die in den eersten en tweeden stand het eene resp. het andere uiteinde van de raamantenne aan den rooster van den ver-

sterker, de middenaftakking over een impedantie aan de kathode en deze laatste aan aarde legt en die in den derden stand een der uiteinden van de raamantenne met den rooster en de midden aftakking onmiddellijk met de kathode verbindt, waarbij de aardverbinding van de kathode wordt opgeheven, een en ander zoodanig, dat in den eersten en tweeden stand cardioïde en in den derden stand dubbelnulpuntontvangst wordt verkregen.

2 pag. 1 concl. 1 fig.

No. 47405 Ned. Aanvraag ingediend 26 Juli 1929, openbaar gemaakt 15 Juli 1931, voorrang van 2 Augustus 1928 af (Ver. St. van Amerika).

N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven.

Electrische ontladingsbuis, bevattende een gloekathode en middelen voor het opheffen van microfonisch effect.

Conclusie: Electrische ontladingsbuis, bevattende een gloeikathode, met het kenmerk, dat tusschen de uiteinden der kathode een tenminste gedeeltelijk uit isoleerend materiaal bestaande schijf opgesteld is, voorzien van één of meer gleuven, die om één of meer steundraden van de zich in de buis bevindende electroden heengrijpen, terwijl bovendien een gleuf aangebracht is, waarin de gloeikathode met eenige wrijving beweegbaar is.

2 blz. beschrijving, 1 conclusie, 2 fig.

No. 47216 Ned. Aanvraag ingediend 13 Juli 1929, openbaar gemaakt 15 Juli 1931, voorrang van 14 Juli 1928 af (Duitschland). Staat der Nederlanden.

Inrichting voor geheimhouding van electrisch overgebrachte berichten.

Conclusie: Inrichting voor geheimhouding van electrisch overgebrachte berichten en dergelijke, waarbij gebruik wordt gemaakt van fase-vertragende schakelmiddelen in het zendstation en vertraging-opheffende middelen in het ontvangstation, welke schakelmiddelen als netwerken kunnen zijn uitgevoerd, met het kenmerk, dat de over te dragen frequentieband, zoowel in het zend- als in het ontvangstation onverdeeld wordt gelcid over deze schakelmiddelen (netwerken), die frequentie-afhankelijk werken en waarvan de spleetbreedte overeenkomt met de breedte van den frequentieband.

2 blz. beschrijving, 1 conclusie, 4 fig.

No. 45849 Ned. Aanvraag ingediend 12 April 1929, openbaar gemaakt 15 Juli 1931, voorrang van 14 April 1928 af (Duitschland).

Dr. Siegmund Loewe, Berlijn Steglitz en Dr. Edgar Röhild, Berlijn Friedenau.

Meervoudige lamp met bijzondere plaatsing der koppelementen.

De uitvinding geeft het middel aan waardoor een en dezelfde lamp afwisselend als laagfrequentversterker en als hoogfrequentversterker gebruikt kan worden.

Conclusie: Meervoudige lamp, met het kenmerk, dat voor het van buitenaf opnemen of verwisselen van koppelingselementen het omhulsel van de lamp uitsparingen of instulpingen bezit, die zoodanig zijn aangebracht en van electricische contacten zijn voorzien, dat na het inbrengen der koppelingselementen zoo kort mogelijke en zoo veel mogelijk capaciteitsvrije verbindingen met de in de vacuumruimte aangebrachte elementen aanwezig zijn.

2 blz. beschrijving, 3 conclusies, 5 fig.

No. 44390 Ned. Aanvraag ingediend 5 Januari 1929, openbaar gemaakt 15 Juli 1931, voorrang van 7 Januari 1928 af (Ver. Staten van Amerika).

N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven.

Variabele electricische condensator, bestaande uit twee of meer door eenzelfde as of hefboom varieerbare condensatoreenheden.

Doel is een constructie, waarbij elke condensatoreenheid afzonderlijk, zoodanig kan worden beïnvloed, dat de karakteristieken van de verschillende condensatoreenheden met elkaar in overeenstemming zijn.

Conclusie: Variabele electricische condensator, bestaande uit twee of meer door eenzelfde as of hefboom varieerbare condensatoreenheden, met het kenmerk, dat minstens een der electroden van minstens een van deze eenheden b.v. door niet-radiale gleuven in lamellen verdeeld, en de afstand van iedere lamel afzonderlijk tot de overige electroden van die eenheid, instelbaar gemaakt is.

2 blz. beschrijving, 1 conclusie, 6 fig.

No. 41748 Ned. Aanvraag ingediend 19 Juni 1928, openbaar openbaar gemaakt 15 Juli 1931, voorrang van 2 September 1927 af (Duitschland).

Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlijn.

Ontvanginrichting met ingebouwde voedingsinrichting waarbij de storende invloed van den gloeistroom beperkt wordt.

Conclusie: Ontvanger met buizen, met ingebouwde voedingsinrichting, waarbij de onderdeelen van den ontvanger door metalen wanden tegen den invloed van de voedingsinrichting en de sterk-

stroomleiding afgeschermd zijn, met het kenmerk, dat ter vermindering van den storenden invloed van den gloeistroom op de roosters of anoden van de buizen, de gloeistroomleidingen in een geaarde metalen goot zijn aangebracht en de rooster- en anodestekercontacten door de geaarde metalen goot van de gloeistroomstekercontacten in de lamphouders en van de gloeistroomstekers van de buizen zijn afgeschermd.

2 blz. beschrijving, 1 conclusie, 4 fig.

No. 41209 Ned. Aanvraag ingediend 10 Mei 1928, openbaar gemaakt 15 Juli 1931, voorrang van 11 Mei 1927 af (Ver. Staten van Amerika).

Westinghouse Electric & Manufacturing Company, East Pittsburg, Pennsylvania Ver. Staten van Am.

Optische aftastinrichting voor beeldanalyse of beeldsynthese.

Conclusie: Optische aftastinrichting voor beeldanalyse of -synthese bij toestellen voor het overbrengen van beelden, welke inrichting voorzien is van een aantal roteerende lichtbrekende deelen, die in de baan van de lichtstralen aangebracht zijn, met het kenmerk, dat deze lichtbrekende deelen bestaan uit twee prisma's, die coaxiaal en in denzelfden zin roteeren met een gering verschil in hoeksnelheid, waardoor het aftastpunt zich volgens een spiraal over het beeldvlak verplaatst.

6 blz. beschrijving, 4 conclusies, 14 fig.

No. 39744 Ned. Aanvraag ingediend 19 Januari 1928, openbaar gemaakt 15 Juli 1931, voorrang van 21 Januari 1927 af (Ver. Staten van Amerika).

N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven.

Piëzo-electrisch element.

Doel is een inrichting van een piëzo-electrisch element, met zoodanige opstelling van het piëzo-kristal, dat dit tusschen de electroden niet verschuift, en toch vrij kan trillen met minimum demping.

Conclusie: Piëzo-electrisch element, met het kenmerk, dat het kristal tenminste één convex oppervlak bezit en is opgesteld tusschen twee electroden, die zijn gevat tusschen twee van uitsparingen voorziene en door een ringvormig huis omsloten isolatieschijven, waarbij de oppervlakken van de electroden zoodanig gevormd zijn, dat zij aan het oppervlak van het kristal aanpassen.

2 blz. beschrijving, 2 conclusies, 2 fig.

GECO LAMPEN

De lampen, die ook INDOOR
presteeren, wat men, ook
karakteristieken, ervan

De Heer CORVER schreef
... „Wat dat betreft, zou
de methode werd toegepast
die niet de uiterste waarde
veel lagere anodespanning
Maxima zou men alleen
niet reeds bij de meting
Opgaven als die der
niet meten; en dan blijken

WILDAAD datgene
grond van de
niet mag verwachten!

vermeld in Radio-Expres:

... er veel voor te zeggen zijn als algemeen
... van den fabrikant der GECO-lampen,
... en opgeeft maar gemeten waarden bij een
... van de maximale en bij nul roosterspanning.
... cillographisch kunnen bepalen wilde men
... de lamp bederven.
... GECO-lampen daarentegen kan men zelf
... ook te kloppen!"

VRAAGT UITVOERIGE PROSPECTUS

PROSPECTUS MET KARAKTERISTIEKEN BIJ:



N. V. Algemeene Radio
Import Maatschappij

Nassau-Ouwerkerkstraat 3

DEN HAAG.

≡ Televisie voor den Amateur ≡

door J. CORVER en G. J. ESCHAUZIER

Prijs in driekleur - rendrukslag f 1.25

Het Zendend Amateurisme in Nederland

door W. KEE - MAN - Prijs f 1.50

Uitgaven van N. VEENSTRA te 's-Gravenhage

Beide boeken zijn verkrijgbaar
bij den boekhandel en tegen
inzending van het bedrag, plus
f 0.15 voor porto, bij den Uitgever

VARTA

GLOEI- EN PLAASTROOM-ACCU'S

VOOR:

ONTVANG- EN ZEND-INSTALLATIES

HET MERK!

RADIO-INRICHTING Fa. CH. VELTHUISEN

18 OUDE MOLSTRAAT, DEN HAAG
Telefoon 116227 — Giro 22376



TELEVISIE ONDERDEELLEN!

NIPKOWSCHE SCHIJF
Origineel Baird f 26.—

Weerstanden 20 meg Ohm f 14.—
" 40 " " f 14.—

Hiervan geen prijscourant!
Zie de étalage!

NIEUWE geheel herziene derde druk

KORTEGOLF-ONTVANGST

door Ir. J. J. NUMANS.

PRIJS INGENAARD f 4.—, GEBONDEN f 5.50.

Alom bij den Boekhandel verkrijgbaar, en tegen inzending van
het bedrag, plus f 0.20 voor porto, bij den Uitgever

N. Veenstra Laan v. Meerderevoort 30
DEN HAAG