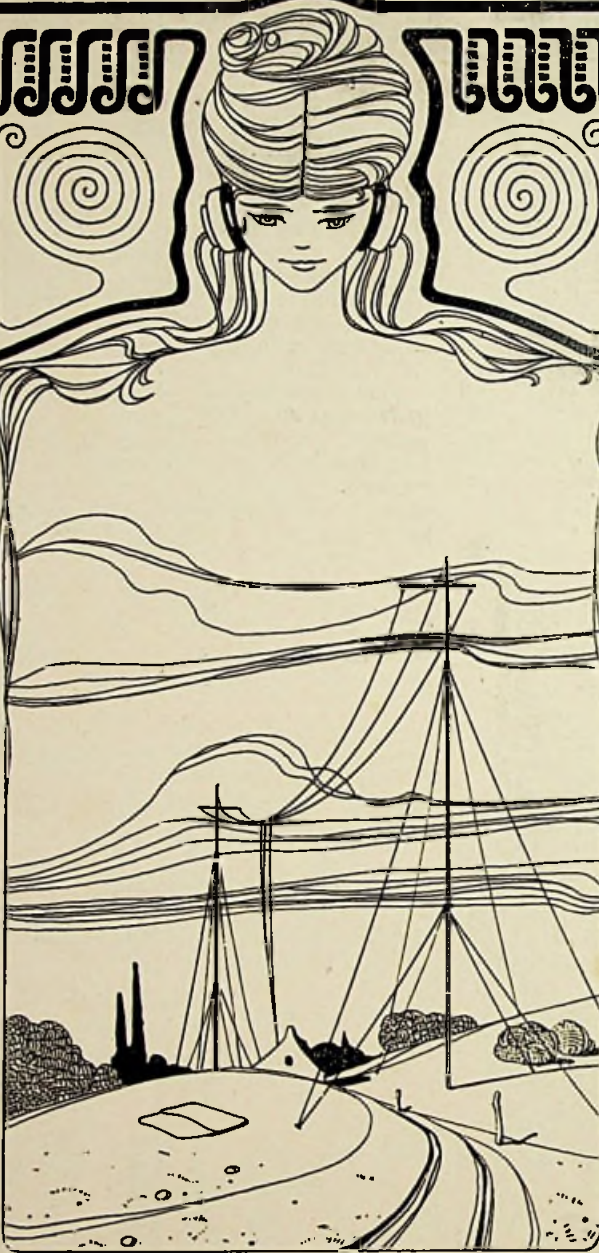
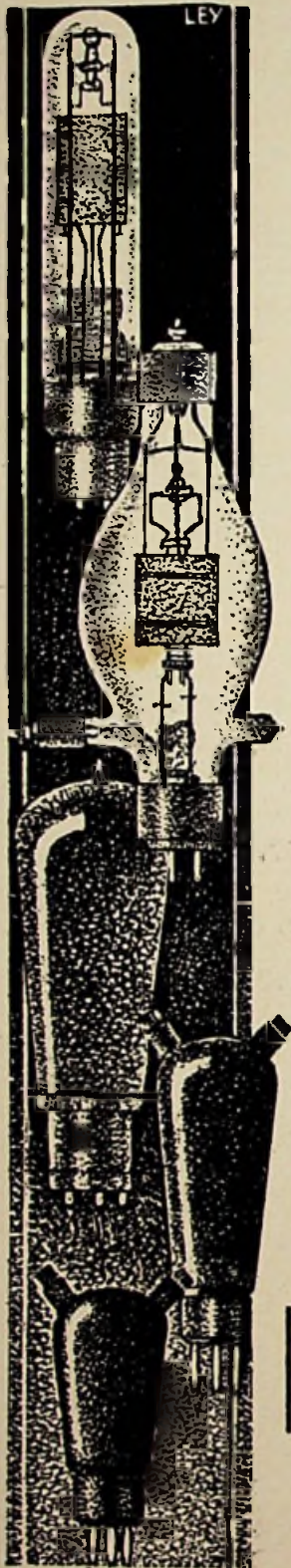


RADIO-NIEUWS



ORGAAN van de
NED. VER. voor RADIOTELEGRAFIE



AMATEURS!

Ongeacht de groote vorderingen der laatste jaren, staan wij nog midden in de ontwikkeling der radio-techniek. Wanneer later eenmaal haar geschiedenis geschreven wordt, dan zal daarbij aan het licht komen, hoeveel de amateurs er toe bijgedragen hebben, dat de Radio een cultuurfactor van de allereerste grootte geworden is.

Juist de omstandigheid, dat de zendende amateur gedwongen is met eenvoudige hulpmiddelen te werken, geeft het ultra-kortegolf-experiment zijn bijzondere bekoring. De zendende amateur is een moderne Columbus in den aether; hij is een pionier, wiens trots het is met geringe middelen iets werkelijk grootsch te bereiken.

Nu de amateurs in Holland ook in de gelegenheid zijn gesteld eene zendvergunning te verkrijgen, is het thans zaak, dat de Nederlandsche amateurs in het Internationale Ultra-Kortegolfverkeer een vooraanstaande plaats innemen.

De door hen te behalen resultaten zullen echter voor een groot deel afhangen van de gebruikte zendlampen! Voor dit doel heeft de N.V. Philips' Radio speciale ultra-kortegolf zendlampen gefabriceerd (TC 03/5—TC 04/10).

Philips zendlampen genieten een wereldreputatie. Een geheele serie lampen werd ontworpen speciaal voor het gebruik in amateur-zenders.

Vraagt onze speciale catalogus voor amateur-zendlampen.

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. 32112.

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

INHOUD: Frequentie-modulatie. — De traagheid van de Seleniumcel. —
Electrische Filters. — Openbaar gemaakte Octrooiaanvragen.

Frequentie-modulatie.

Door M. PYTTERSON.

Het komt in den laatsten tijd nog al eens voor, dat de stelling wordt geponoord, dat frequentie-modulatie, toegepast bij omroepzenders een eind zou kunnen maken aan de „overbevolking in den aether”. Als argument wordt dan aangevoerd, dat bij frequentie-modulatie een smaller frequentiebereik zou zijn dan bij amplitude-modulatie, omdat de bandbreedte enkel zou worden bepaald door de frequentievariatie, die voor modulatie wordt aangenomen. Bovendien zouden er bij frequentiemodulatie geen zijbanden ontstaan. Oppervlakkig beschouwd, schijnt deze redeneering in orde en vaak wordt ze nog verduidelijkt door figuren, voorstellende een frequentie-gemoduleerde-golf, die een en ander schijnen te bewijzen. Maar zijn de bovengenoemde argumenten steekhoudend? Om maar eens bij de figuren te blijven: hebben deze eenige bewijskracht over het al of niet bestaan van zijbanden, of over de bandbreedte? Net zoo min als een teekening van een amplitude-gemoduleerde golf iets aantoot over de zijbanden en de frequentie van de zijbanden. Het eenige middel, waardoor ook over frequentiemodulatie nadere gegevens kunnen worden gevonden, is een mathematische analyse. Zoo'n analyse kan naar de volgende gezichtspunten worden ontwikkeld.

De analyse van frequentiemodulatie worde gebaseerd op de volgende definitie: *frequentiemodulatie ontstaat daardoor, dat een*

sinusvormige trilling met constante amplitude een frequentie krijgt, die periodisch varieert tusschen twee constante waarden. Bij deze definitie en dus ook in de volgende beschouwingen wordt dus de wijze, waarop frequentiemodulatie kan worden bewerkstelligd, geheel buiten beschouwing gelaten en wordt dus zuiver de gemoduleerde trilling voor zich, zooals die ten slotte in de antenne zou komen, onderzocht. Trouwens, de modulatiemethode, die eventueel wordt gebruikt, doet weinig ter zake, daar het resultaat toch beoogt te zijn een trilling, zooals zoeven werd gedefinieerd.

Wanneer dus ω_0 de cirkelfrequentie is van de ongemoduleerde draaggolf en deze frequentie wordt periodisch met een bedrag $\delta \omega_0$ gevarieerd, terwijl de periode van die variatie wordt bepaald door de cirkelfrequentie van de moduleerende trilling, die met p zal worden aangeduid, dan kan de oogenblikswaarde van de cirkelfrequentie van de gemoduleerde trilling worden voorgesteld door:

$$\omega = \omega_0 - \delta \omega_0 \cos pt.$$

De factor $\delta \omega_0$ geeft in deze formule aan, hoe groot de maximale afwijking van de draaggolffrequentie zal zijn, uitgedrukt als een percentage van die frequentie. Bij amplitudemodulatie wordt de procentueele amplitudeverandering „modulatie diepte” genoemd; bij frequentiemodulatie zou de zoeven genoemde factor δ gevoegelijk „modulatiebreedte” kunnen worden genoemd.

De antennestroom moet nu volgens voorgaande definitie sinusvormig zijn en een constante amplitude hebben. Algemeen wordt de oogenblikswaarde van dien stroom dus:

$$i = I_0 \sin \alpha,$$

waarin I_0 de amplitude voorstelt. In de vectorvoorstelling beteekent de hoek α , de hoek dien de stroomvector op het beschouwde oogenblik heeft doorlopen. Wanneer de hoeksnelheid van den stroomvector, of wisselstroomtechnisch uitgedrukt de cirkelfrequentie, door ω wordt voorgesteld, dan is dus in bovenstaande formule voor de oogenblikswaarde van den wisselstroom α mathematisch gedefinieerd door

$$\alpha = \int_0^t \omega dt.$$

Is de cirkelfrequentie constant, d.w.z. $\omega = \omega_0$, dan wordt voor den stroom gevonden

$$i = I_0 \sin (\omega_0 t + \phi),$$

wanneer ϕ de integratieconstante is, die kan worden bepaald uit de beginvoorwaarden. Wordt b.v. aangenomen, dat voor het tijdstip

$t = 0$, de oogenblikswaarde van den stroom ook nul is, dan volgt daaruit $\phi = 0$ en

$$i = I_0 \sin \omega_0 t,$$

de normale overbekende formule voor een sinusvormigen wisselstroom met constante frequentie.

Bij frequentiemodulatie is echter het geval te onderzoeken, waarbij de cirkelfrequentie variabel is en voor te stellen door:

$$\omega = \omega_0 - \delta \omega_0 \cos pt.$$

De op het tijdstip t door den stroomvector doorloopen hoek α wordt in dit geval:

$$\begin{aligned} \alpha &= \int (\omega_0 - \delta \omega_0 \cos pt) dt = \\ &= \omega_0 t + \frac{\delta \omega_0}{p} \sin pt + \phi \end{aligned}$$

De integratieconstante ϕ , die bij de verdere besprekingen niet van wezenlijk belang is, kan weer nul worden gesteld, wanneer wordt aangenomen, dat op het tijdstip $t = 0$, de door den stroomvector doorloopen hoek ook nul is. Daarmede wordt als uitdrukking voor de *oogenblikswaarde van den antennestroom bij frequentiemodulatie* gevonden:

$$i = I_0 \sin \left(\omega_0 t + \frac{\delta \omega_0}{p} \sin pt \right) \quad (1)$$

Uit deze formule blijkt al dat niet enkel de term $\delta \omega_0$ uit de uitdrukking voor de oogenblikswaarde van de frequentie van belang is, *maar dat de verhouding van de toegelaten frequentievariatie tot de moduleerende frequentie van belang is*. Hieruit zou volgen, dat de optredende verschijnselen bij verschillende moduleerende frequenties verschillend moeten zijn, wat bij verdere analyse ook het geval zal blijken te zijn.

Door de formule (1) wordt een verschijnsel uitgedrukt dat periodisch met den tijd verandert. De uitdrukking voor de oogenblikswaarde van den stroom moet dus volgens Fourier zijn te ontwikkelen in de som van een serie enkelvoudige sinusvormige trillingen, waarvan de amplitudes geen functies van den tijd zijn, dus onafhankelijk van het beschouwde tijdstip.

Ter vereenvoudiging van de bespreking zal voor $\frac{\delta \omega_0}{p}$ worden geschreven k , terwijl pt door φ zal worden vervangen. De formule (1) kan dan worden geschreven

$$i = I_0 \sin(\omega_0 t + k \sin \varphi) = \\ = I_0 \{ \sin \omega_0 t \cos(k \sin \varphi) + \cos \omega_0 t \sin(k \sin \varphi) \}$$

Van deze uitdrukking kunnen de deelen $\cos(k \sin \varphi)$ en $\sin(k \sin \varphi)$ volgens Fourier worden ontwikkeld in de volgende reeksen:

$$\cos(k \sin \varphi) = \frac{b_0}{2} + b_1 \cos \varphi + b_2 \cos 2 \varphi + b_3 \cos 3 \varphi + \dots \\ + \alpha_1 \sin \varphi + \alpha_2 \sin 2 \varphi + \alpha_3 \sin 3 \varphi + \dots \\ \sin(k \sin \varphi) = \frac{b_0^1}{2} + b_1^1 \cos \varphi + b_2^1 \cos 2 \varphi + b_3^1 \cos 3 \varphi + \dots \\ + a_1^1 \sin \varphi + a_2^1 \sin 2 \varphi + a_3^1 \sin 3 \varphi + \dots$$

De constanten a en b van deze reeksen zijn door de volgende integralen bepaald (zie b.v. Arnold: Die Wechselstromtechnik deel I, pag. 223):

$$b_n = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} [f(x) + f(-x)] \cos(n x) dx$$

en

$$a_n = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} [f(x) - f(-x)] \sin(n x) dx.$$

In het onderhavige geval is $f(x)$ resp. gelijk aan $\cos(k \sin \varphi)$ en $\sin(k \sin \varphi)$, terwijl $x = \varphi$. Voor de eerst geschreven reeks zullen nu de constanten worden bepaald; de lezer kan naar analogie daarvan gemakkelijk de constanten voor de tweede reeks afleiden. Voor den eersten term b_0 is $n = 0$. Dus:

$$b_0 = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} [\cos(k \sin \varphi) + \cos\{k \sin(-\varphi)\}] d\varphi = \\ = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} [\cos(k \sin \varphi) + \cos(-k \sin \varphi)] d\varphi = \\ = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} [\cos(k \sin \varphi) + \cos(k \sin \varphi)] d\varphi = \\ = \frac{2}{\pi} \int_0^{\pi} \cos(k \sin \varphi) d\varphi.$$

De integraal $\frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} \cos (k \sin \varphi) d \varphi$ kan nu in een reeks worden

ontwikkeld, waarbij de verschillende termen slechts functies van k zijn. Deze reeks is een z.g. Besselsche ¹⁾ functie van de eerste soort, die gewoonlijk door het teeken J worden aangegeven. Er wordt dus gevonden

$$b_0 = J_0(k)$$

waarbij de index 0 aangeeft, dat deze functie ontstaat uit de bepalende integraal, wanneer $n = 0$. Zoo zullen verdere Besselsche functies in het algemeen worden aangegeven met J_n , wanneer deze de waarde aangeeft voor n bij de bepalende integraal. Voor b_1 is $n = 1$, dus:

$$\begin{aligned} b_1 &= \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} [\cos (k \sin \varphi) + \cos \{k \sin (-\varphi)\}] \cos \varphi d \varphi = \\ &= \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} 2 \cos (k \sin \varphi) \cos \varphi d \varphi \end{aligned}$$

Gebruik makende van de stelling $2 \cos \frac{1}{2} (\alpha + \beta) \cos \frac{1}{2} (\alpha - \beta) = \cos \alpha + \cos \beta$ kan hiervoor worden geschreven:

$$b_1 = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} \cos (k \sin \varphi + \varphi) d \varphi + \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} \cos (k \sin \varphi - \varphi) d \varphi.$$

Waar in het algemeen de Besselsche functies J_n gedefinieerd is door:

$$J_n = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} \cos (k \sin \varphi - n \varphi) d \varphi$$

kan worden geschreven:

$$b_1 = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} \cos (k \sin \varphi + \varphi) d \varphi + J_2(k).$$

Verder gebruik makende van de stelling, dat bij Besselsche functies:

1) Zie hierover: P. Shafheitlin: Die Theorie der Besselschen Funktionen.

$$J_{(-n)} = (-1)^n J_n$$

wordt gemakkelijk gevonden dat:

$$\frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} \cos(k \sin \varphi + \varphi) d\varphi = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} \cos\{k \sin(-\varphi) + \varphi\} = -J_1(k)$$

Dus:

$$b_1 = -J_1(k) + J_1(k) = 0.$$

Voor b_2 is $n = 2$, dus

$$b_2 = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} 2 \cos(k \sin \varphi) \cos 2\varphi d\varphi =$$

$$= \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} \cos(k \sin \varphi + 2\varphi) d\varphi + \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} \cos(k \sin \varphi - 2\varphi) d\varphi.$$

Gebruik makende van de zoeven genoemde stelling, volgt hieruit gemakkelijk

$$b_2 = 2J_2(k).$$

Wanneer verder de verschillende waarden van b worden onderzocht, wordt gevonden, dat voor $n =$ oneven $b = 0$, terwijl voor $n =$ even

$$b_n = 2J_n(k).$$

Onderzoeken we nu a_n dan vinden we dat alle termen $a_n = 0$ worden omdat

$$\begin{aligned} f(x) - f(-x) &= \\ &= \cos(k \sin \varphi) - \cos\{k \sin(-\varphi)\} = \\ &= \cos(k \sin \varphi) - \cos(k \sin \varphi) = 0. \end{aligned}$$

Dus:

$$\cos(k \sin \varphi) = J_0(k) + 2J_2(k) \cos 2\varphi + 2J_4(k) \cos 4\varphi + \dots$$

Op soortgelijke wijze vinden we voor:

$$\sin(k \sin \varphi) = 2J_1(k) \sin \varphi + 2J_3(k) \sin 3\varphi + 2J_5(k) \sin 5\varphi + \dots$$

Wordt nu de vorm $i = I_0 \sin(\omega_0 t + k \sin \varphi)$ verder ontwikkeld, dan wordt gevonden:

$$\begin{aligned} i &= I_0 \sin \omega_0 t \{J_0(k) + 2J_2(k) \cos 2\varphi + 2J_4(k) \cos 4\varphi + \dots\} + \\ I_0 \sin \omega_0 t &\{2J_1(k) \sin \varphi + 2J_3(k) \sin 3\varphi + 2J_5(k) \sin 5\varphi + \dots\} = \\ &= I_0 \cdot J_0(k) \sin \omega_0 t + I_0 \cdot 2J_2(k) \sin \omega_0 t \cos 2\varphi + \\ &+ I_0 \cdot 2J_4(k) \sin \omega_0 t \cos 4\varphi + I_0 \cdot 2J_1(k) \sin \omega_0 t \sin \varphi + \\ &+ I_0 \cdot 2J_3(k) \sin \omega_0 t \sin 3\varphi \dots + \dots \end{aligned}$$

Wordt dit verder ontwikkeld dan vinden we:

$$\begin{aligned}
 i = & J_0(k) I_0 \sin \omega_0 t + \\
 & + J_1(k) I_0 \{ \cos(\omega_0 t - \varphi) - \cos(\omega_0 t + \varphi) \} + \\
 & - J_2(k) I_0 \{ \sin(\omega_0 t - 2\varphi) + \sin(\omega_0 t + 2\varphi) \} + \\
 & + J_3(k) I_0 \{ \cos(\omega_0 t - 3\varphi) - \cos(\omega_0 t + 3\varphi) \} + \dots (2)
 \end{aligned}$$

Bedenkende dat we φ hebben gezet voor pt , vinden we dus naast de draaggolf met frequentie ω_0 de zijbanden $\omega_0 \pm p$, $\omega_0 \pm 2p$, $\omega_0 \pm 3p$, enz., theoretisch alle zijbanden met harmonischen van de moduleerende trilling. Voor een oogenblik afgezien van de amplitudes van de onstaande zijgolven constateeren we dus, *dat onafhankelijk van de aangenomen bandbreedte $2 \delta \omega_0$, door modulatie met een trilling van de frequentie p bij frequentiemodulatie niet alleen zijgolven optreden van de frequentie $\omega_0 \pm p$, zooals we die bij amplitudemodulatie kennen, maar bovendien nog zijbanden die bepaald worden door de harmonischen van de moduleerende trilling.* Wanneer we enkel den grondtoon met frequentie p in aanmerking nemen, moeten wij dus noodzakelijk tot de conclusie komen, *dat met het oog op de benoedigde bandbreedte frequentie-modulatie geen enkel voordeel biedt boven amplitude-modulatie.*

Bij amplitude-modulatie wordt verder de sterkte van de zijfrequenties t.o.v. de sterkte van de draaggolf uitsluitend bepaald door de modulatie diepte, tenminste wanneer we ook voor amplitude-modulatie het ideale geval beschouwen, dat de antennestroom in de frequentie van de moduleerende trilling periodisch tusschen twee waarden varieert. Wanneer dan eenmaal de modulatie diepte bepaald is, dan is de sterkte van de zijfrequenties onafhankelijk van de moduleerende frequentie. Dit is bij frequentiemodulatie niet het geval. De „modulatiebreedte” δ bepaalt hierbij geenszins de sterkteverhoudingen tusschen de zijfrequenties en de draaggolf. Bepalen we ons alleen bij de draaggolf met frequentie ω_0 en de zijbanden van den grondtoon met frequenties $\omega_0 \pm p$, dan zien we uit vergelijking (2) dat de relatieve sterkten van deze frequenties worden bepaald door de waarden van de Besselsche functies $J_0(k)$ en $J_1(k)$. De waarde van deze functies nu is afhankelijk van de waarde van k ,

d.w.z. van de waarde van $\frac{\delta \omega_0}{p}$. Met andere woorden, wanneer $\delta \omega_0$ wordt aangenomen als een constante, is de frequentie p ook nog van invloed op de relatieve sterkte van draaggolf en zijgolf. De waarden van $J_0(k)$ en $J_1(k)$ worden bepaald door de reeksen:

$$\begin{aligned}
 J_0(k) &= 1 - \frac{k^2}{2 \cdot 2} + \frac{k^4}{2 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 4} - \frac{k^6}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8} + \dots \\
 J_1(k) &= \frac{k}{2} \left\{ 1 - \frac{k^2}{2 \cdot 4} + \frac{k^4}{2 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 6} - \frac{k^6}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8} + \dots \right\}
 \end{aligned}$$

In de onderstaande tabel zijn de waarden van $J_0(k)$ en $J_1(k)$ opgegeven voor verschillende waarden van k .

k	$J_0(k)$	$J_1(k)$	k	$J_0(k)$	$J_1(k)$
0,0	+ 1,000	0,000	5,5	— 0,0068	0,3414
0,2	0,990	+ 0,0995	6,0	+ 0,1506	0,2767
0,4	0,9604	0,1960	6,5	0,2601	0,1538
0,6	0,9120	0,2867	7,0	0,3001	— 0,0047
0,8	0,8463	0,3688	7,5	0,2663	+ 0,1352
1,0	0,7652	0,4401	8,0	0,1717	0,2346
1,2	0,6711	0,4983	8,5	+ 0,0419	0,2731
1,4	0,5669	0,5419	9,0	— 0,0903	0,2453
1,6	0,4554	0,5699	9,5	0,1939	0,1613
1,8	0,3400	0,5815	10,0	0,2459	+ 0,0435
2,0	+ 0,2239	0,5767	10,5	0,2366	— 0,0789
2,5	— 0,0484	0,4971	11,0	0,1528	0,1768
3,0	0,2601	0,3391	11,5	— 0,0677	0,2284
3,5	0,3801	+ 0,1374	12,0	+ 0,0477	0,2234
4,0	0,3972	— 0,0660	12,5	0,1469	0,1655
4,5	0,3205	0,2311	13,0	0,2069	0,0703
5,0	0,1776	0,3276			

Beschouwen we de formule (2) n.l.

$$i = J_0(k) I_0 \sin \omega_0 t + J_1(k) I_0 \left\{ \cos(\omega_0 - p) t - \cos(\omega_0 + p) t \right\}$$

dan vinden we dus, dat bij een gegeven $\delta \omega_0$ en bij variabele moduleerende frequentie p de amplitude van de draaggolf, zoowel als die van de zijfrequenties ook variabel zijn. Onder bepaalde omstandigheden kan zelfs de sterkte van de draaggolf nul worden b.v.

wanneer $\frac{\delta \omega_0}{p}$ een waarde heeft tusschen 2 en 2,5 of tusschen 5,5

en 6. Wanneer dus een bepaalde moduleerende frequentie wordt genomen kan dus de draaggolf verdwijnen, terwijl alleen de nevenfrequenties overblijven. Zoo kan het ook voorkomen dat de draag-

golf wel blijft, terwijl de zijfrequenties verdwijnen b.v. voor $\frac{\delta \omega_0}{p}$

tusschen 3,5 en 4,0. Daarbij kunnen dus allerlei complicaties optreden. Vooral omdat tegelijk met het verdwijnen van de zijfrequenties van den grondtoon, de zijfrequenties van de harmonischen kunnen overblijven. Dit kan aanleiding geven tot consequenties, die niet zoo gemakkelijk te overzien zijn. Daarin zullen we ons niet verder verdiepen.

Conclusies:

1o. bij frequentiemodulatie wordt de bandbreedte in het geheel niet bepaald door de frequentievariatie $\delta \omega_0$ van de draaggolf-frequentie ω_0 ;

2o. bij frequentiemodulatie treden zijbanden op, die niet alleen worden bepaald door de moduleerende frequentie p , maar ook door de harmonischen daarvan;

3o. de sterkteverhoudingen tusschen de draaggolf en de ontstaande zijbanden zijn behalve van $\delta \omega$, afhankelijk van de moduleerende frequentie p ;

4o. deze overwegingen werden gevonden langs zuiver theoretischen weg; misschien kan bij inachtnaame van practische overwegingen de mogelijkheid van gebruik van frequentiemodulatie een minder somber aanzien geven.

13-4-1930.

De traagheid van de Seleniumcel.

Door Ir. H. MAK.

De traagheid van de reactie van selenium op belichting is zóó spreekwoordelijk geworden, dat men bijna zijn reputatie in de waagschaal stelt door over proeven met dit materiaal te spreken. Toch heeft Baird de selenium-cel in zijn systeem van televisie gebruikt, wat toch wel in strijd schijnt te zijn, met de overtuiging, dat deze zelfs voor het overbrengen van foto's te langzaam zou zijn.

Met den schijnbaar tijdelijken opbloei, welken de belangstelling in de practische aanwending van licht-electrische reacties kortgeleden beleefd heeft, kwam de gelegenheid op, selenium-cellen zoo-wel als het enkele materiaal te verkrijgen. Teneinde kennis te maken met de licht-electrische reacties, liet ik ook een dergelijke cel komen, waarop ik met tusschenpoozen verschillende proeven verrichtte. Door de conclusiën omtrent de traagheid van de seleencel en de middelen om deze te ontgaan, welke ik, zoowel uit de literatuur als uit de proeven trok, meen ik eenige belangstelling van de lezers van R.-N. te kunnen wekken.

Bij beproeving blijkt werkelijk, dat selenium langzaam reageert. Echter niet zóó, dat er een tijd verloopt, alvorens de eerste teekenen van leven komen, echter meer zooals het stroomverloop van een zelfinductie-spoel. Onmiddellijk treedt de werking in; de weerstand daalt zeer snel, daalt echter nog verscheidene seconden na, steeds langzamer, tot geleidelijk de eindwaarde is bereikt. Zouden we nu, met de gebruikelijke snelheid, zooals velen onzer wel zullen gezien hebben op verschillende tentoonstellingen, een foto langs de cel voeren (onder tusschenkomst van een passende lenzencombinatie) dan zal de stroom een weinig om een gemiddelde

waarde slingeren en speciaal krachtige contrasten, dus de lijnscherpten, gaan geheel verloren. Deze wijze van reageeren zou ook voor de televisieproeven van Baird niet hebben kunnen voldoen. Om effect van de seleencil te hebben, maakt hij gebruik van een z.g. interruptor-schijf. Dit is een schijf, waarin gaten zijn geponst. De vorm is zóó, dat een gat aan binnen en buitenzijde door een cirkelboog, aan voor- en achterzijde door een radialen kant wordt begrensd. Hierdoor wordt een lichtbundel, welke van een lichtbron, door de cirkelvormige baan der gaten, naar een seleencil gaat, telkens plotseling onderbroken en weder doorgelaten, als de schijf draait. De cel komt hierdoor om beurten in vrijwel volkomen donker of in helder licht. Laten we de schijf roteeren met een zoodanige snelheid, dat b.v. 1000 of 2000 gaatjes per secunde een punt van den omtrek passeeren, dan hooren we, bij een passende schakeling, zeer goed een toon van overeenkomstige hoogte in een telefoon.

Hoe traag ook, selenium kan dus zeer goed een weerstandsvariatie van 2000 perioden geven. Nog zou dit op zich zelf niet voldoende zijn voor de oplossing van het vraagstuk van de technische toepassing dezer cel. Het is n.l. noodzakelijk, dat bij snel op elkaar volgende, eenigszins in sterkte varierende lichtsterkten, de electriche responsie van de cel vrijwel evenredig met deze intensiteiten verandert.

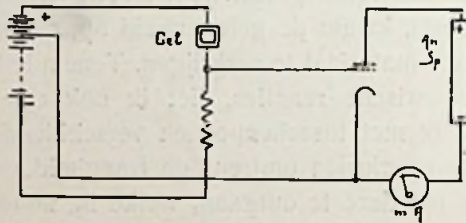


Fig. 1

Het is hiertoe dus noodzakelijk, dat, indien direct na het doorlaten van den bundel een bepaalde lichtintensiteit de cel treft, deze op vrijwel evenredige wijze hierop reageert.

De snelheid, waarmede de celweerstand, direct bij het begin eener belichting afneemt, is hier dus het belangrijkste. Geheel vervalt hier de belangstelling voor de eindwaarde van dezen weerstand. Deze beginsteilheid, indien we ons het verschijnsel grafisch afgebeeld denken, moet dus met de momenteele verlichting evenredig, of bijna evenredig zijn om van de cel een bruikbare reactie te verkrijgen.

De voorloopige proeven, hierover gedaan, gaven een bevredigend resultaat; quantitative waarnemingen moesten echter eenigen tijd wachten en konden toen, door het defect raken van de seleniumcel, niet weder worden opgevat.

Uit de voorloopige waarnemingen kan de conclusie worden getrokken, dat de aanvangssteilheid waarmede de stroom toeneemt, werkelijk ongeveer met de lichtsterkte evenredig is. Dit stelt omtrent de koppeling van de cel aan de verdere schakeling bijzondere eischen. De cel kan nu door een stroomtransformator met de eerste versterkerlamp worden verbonden. Dit is voor de intensiteit der te verkrijgen verschijnselen zeer voordeelig. De stroomtransformator moet n.l. een kleine primaire wikkeling hebben, zóó, dat deze de aanvangssteilheid niet beïnvloeden kan.

De wikkolverhouding kan daardoor vrij groot uitvallen, waardoor toch nog zeer bruikbare spanningen op het rooster komen.

De werking is dan de volgende:

De aanvangssteilheid der stroomen veroorzaakt een overeenkomstig steil toenemend magnetisch veld in de kern van den transformator. Hierdoor wordt een spanning, volgens de bekende wet van Faraday, evenredig met de snelheid van veldvariatie, in de secundaire geïnduceerd, welke dus de eerste lamp doet reageren, overeenkomstig met de aanvangssteilheid van den celstroomkring.

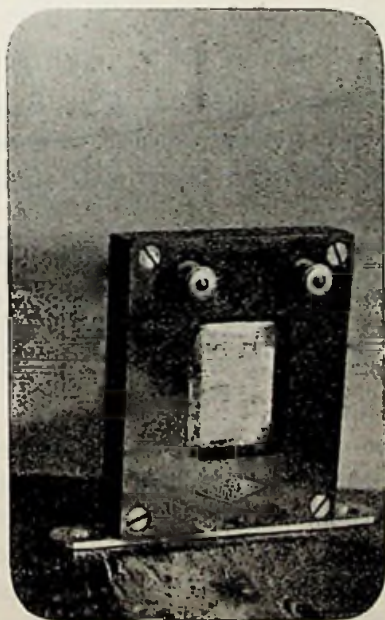


Fig. 2

Hier moet worden opgemerkt, dat deze reactie een geheel andere is, dan die, welke gebaseerd zou zijn op de waarde welke de stroom na korten of langeren tijd aanneemt. Het laatste is een integraal van het eerste.

Waar deze som over eenigen tijd genomen wordt, zal de aanvangssteilheid niet noodzakelijk evenredig zijn met een later te bereiken stroomwaarde.

Zouden we dus de cel door een weerstandkoppeling of een transformator met hooge primaire impedantie aan de eerste lamp verbinden, dan zouden we niet de aanvangssteilheid registreeren, doch de stroomwaarde, welke zich gedurende den belichtingstijd kan instellen.

Ter toelichting van het bovenstaande dienen enkele afbeeldingen.

Fig. 1 is een eenvoudig schema, waarmede de gevoeligheid („statische”) kan worden nagegaan.

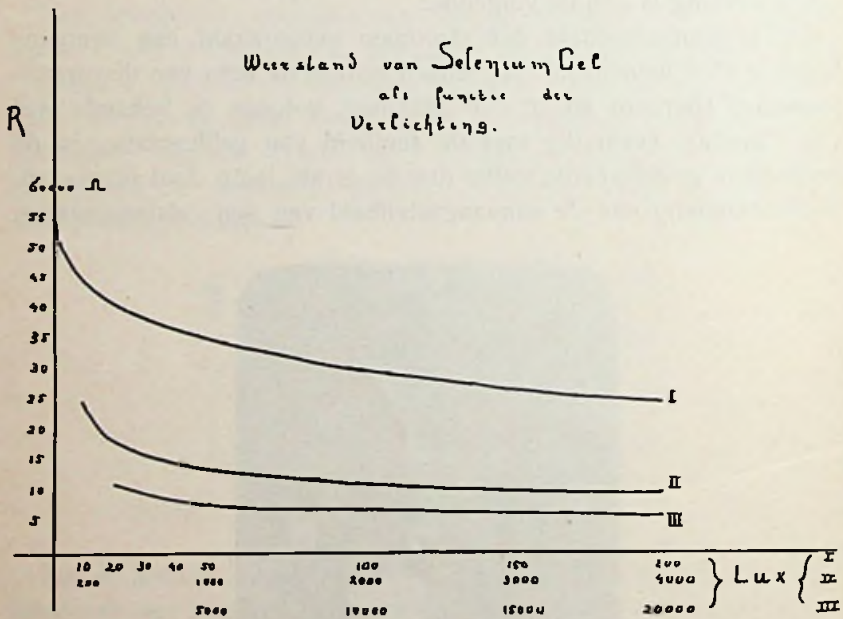


Fig. 3

Fig. 2 is een foto van een handelsvorm der seleniumcel, terwijl figuren 3 en 4 de curven voorstellen, welke met het schema van fig. 1 werden verkregen.

Het is opvallend, dat de gevoeligheid voortdurend minder wordt naarmate de verlichting toeneemt. De weerstandscurven van fig. 3 demonstreeren dit alreeds, de gevoeligheidscurven van fig. 4 geven dit karakter nog sterker weer. Deze gevoeligheid is daar uitgedrukt

als spanningsvariatie per Lux aan den gunstigsten weerstand.

Een bepaald getal voor de gevoeligheid kon niet worden verkregen, door de neiging der cel tot „verblind” worden.

Figuur 5 geeft het schema, dat gevolgd is om de „dynamische” gevoeligheid te bepalen, waarvan, door defect raken der cel, geen grafische gegevens ter beschikking staan.

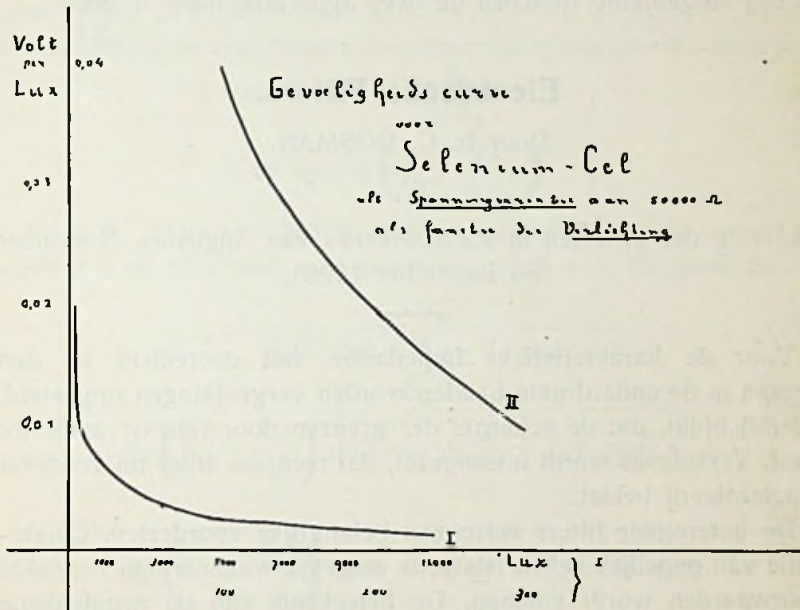


Fig. 4

De cel, geplaatst achter een lichtinterruptor, is opgenomen in een circuit met een transformator van een verhouding 1 : 20. In de anodeketen der lamp is een gewone l.f.-transformator opgenomen,

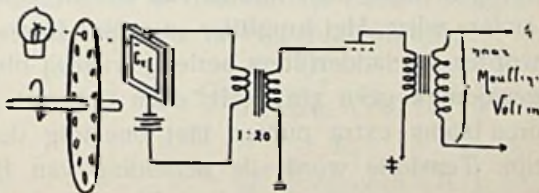


Fig. 5

welke deze lamp aan een Moullin-voltmeter koppelt. Op dit laatste instrument behoeft hier niet nader te worden ingegaan. Daar de aanvangssteilheid niet van de rotatie van de schrijf afhangt, is een niet te groote variatie daarvan op de werking niet van invloed. Wel is de verhouding van de afmetingen der gaten tot die der tusschenruimten van invloed.

Uit het voorgaande volgt, dat de traagheid, sinds Baird de methode aangaf om deze te ontgaan, geen hinderpaal meer kan zijn voor een vrij ruime toepassing van seleniumcellen, op plaatsen waar niet de uiterste snelheid der foto-electrische werking wordt geveerd. Toch is een bevoorrechtiging van de foto-electrische cel, boven de selenium-cel, zeer deugdelijk te motiveeren, hetgeen ik in een vergelijking tusschen de twee apparaten hoop te doen.

Electrische Filters.

Door Ir. C. BOSMAN.

IV.

(Vervolg der artikelen in Radio-Nieuws van Augustus, November en December 1929).

Voor de karakteristieke impedantie, het decrement en den stroom in de onderdrukte banden worden vergelijkingen opgesteld. Hierbij blijkt, dat de scherpte der grenzen door reflexie achteruit gaat. Vervolgens wordt uiteengezet, dat men een filter bij voorkeur reactantievrij belast.

De heterogene filters vertoonen belangrijke voordeelen. Combinatie van ongelijke cellen is steeds mogelijk wanneer aan bepaalde voorwaarden wordt voldaan. De beteekenis van de aequivalente T- en N-filters en het gebruik van halve cellen wordt behandeld, alsmede de door een kunstgreep verkregen M-cel en haar eigenschappen.

Schakelingen die afwijken van den laddervorm kan men tot dezen vorm terug brengen door middel van ster-driehoek transformatie of op andere wijze. Het brugfilter en eenige filters met transformatoren worden tot ladderfilters herleid, waarbij blijkt dat hun toepassing gewoonlijk geen zin heeft, doch dat met behulp van transformatoren soms extra punten met oneindig decrement te verkrijgen zijn. Tenslotte wordt de herleiding van Boucherot's-schakelingen voor constanten stroom tot filters aangeduid.

§ 14. *K, T en I in de onderdrukte banden.*

De impedantie en den stroom in de onderdrukte banden moeten wij nog aan een nadere beschouwing onderwerpen.

Het reële deel A van T is hier niet nul, zoodat onze grondvergelijking (3) wordt:

$$\cosh (A + j B) = \cosh A \cos B + j \sinh A \sin B = \frac{\bar{Z}_1}{2\bar{Z}_2} + 1 \quad (26)$$

\bar{Z}_1 en \bar{Z}_2 zijn imaginair, de uitdrukking is dus reëel en daar A niet nul is, moet $\sin B$ nul zijn, zoodat B gelijk aan nul of π moet zijn. Verder is $\cosh A$ positief, dus $\cos B$ heeft het teeken van $\frac{\bar{Z}_1}{2\bar{Z}_2} + 1$, of:

$$\left. \begin{aligned} \cosh A &= 1 + \frac{\bar{Z}_1}{2\bar{Z}_2} \\ A &= \text{bgcosh} \left(1 + \frac{\bar{Z}_1}{2\bar{Z}_2} \right) \end{aligned} \right\} \quad (27)$$

In (18), (19) en (20) kunnen wij nu voor $\cosh n I$ zetten $\pm \cosh n A$ en voor $\sinh n I$ evenzoo $\pm \sinh n A$. Er komt dan:

$$\bar{I}_n = \frac{\bar{V}_o}{\pm K \sinh n A \pm \bar{Z}_n \cosh n A} \quad (28a)$$

$$\bar{I}_n = \frac{\bar{E}_o}{\pm \left(\bar{K} + \frac{\bar{Z}_n^2}{\bar{K}} \right) \sinh n A \pm (\bar{Z}_1 + \bar{Z}_n) \cosh n A} \quad (28b)$$

$$\bar{I}_n = \frac{\bar{E}_o}{\pm \left(\bar{K} + \frac{\bar{Z}_n^2}{\bar{K}} \right) \sinh n A \pm 2 \bar{Z}_n \cosh n A} \quad (28c)$$

in welke vergelijkingen het teeken bepaald wordt door $1 + \frac{\bar{Z}_1}{2\bar{Z}_2}$

Wij zullen nog nader motiveeren, dat een filter bij voorkeur belast wordt met een zuiveren weerstand. Is dit het geval, dan is Z_n reëel en daar K in de onderdrukte banden imaginair is, ligt de stroom dan zeker beneden de volgende waarden:

$$\left. \begin{aligned} \text{a) } I_n &< \frac{V_o}{Z_n \cosh n A} \\ \text{b) } I_n &< \frac{E_o}{(Z + Z_n) \cosh n A} \\ \text{c) } I_n &< \frac{E_o}{2 Z_n \cosh n A} \end{aligned} \right\} \quad (29)$$

Hiermee kan men dus de ongunstigste waarde berekenen, terwijl men de faze zoo noodig met behulp van de imaginaire deelen der noemers van (28) kan bepalen.

Blijkbaar is de grootte van den stroom afhankelijk van het aantal cellen en van het decrement A . De afhankelijkheid van A beteekent

afhankelijkheid van $\frac{Z_1}{Z_2}$ en dus van de frequentie. Zoodra de aanpassing niet meer ideaal is en er dus reflexie optreedt, wordt de stroom klaarblijkelijk niet meer plotseling nul bij de grenzen, maar geleidelijk, doch des te sneller naarmate het aantal cellen grootter is en naarmate $\frac{Z_1}{Z_2}$ sneller verandert met de frequentie. Deze eisch voor veel cellen staat lijnrecht tegenover de in § 13 getrokken conclusie ten behoeve van een regelmatigigen stroom in de doorgelaten banden. Wij zullen zien dat de daàr gestelde eisch gewoonlijk blijft overwegen.

De stroom wordt nul voor $Z_1 = \infty$ of $Z_2 = 0$, dit klopt, het decrement moet dan oneindig worden. Is het aantal cellen oneindig groot, dan is de stroom steeds nul, de ingaande stroom echter niet want volgens (16) wordt $\bar{Z}_0 = \bar{K}$. Daar K imaginair is neemt het filter wattloozen stroom op en dus geen energie. Als het aantal cellen steeds toeneemt, nadert de ingangsimpedantie in de onderdrukte banden tot de karakteristieke impedantie.

§ 15. Keuze van de belastingsimpedantie.

In het algemeen wordt van een filter verlangd dat de frequentie-karakteristiek in de doorgelaten banden zooveel mogelijk aan een rechte lijn nabij komt. Slechts bij enkele filters behoeft aan dezen eisch niet te worden voldaan, b.v. bij het afvlakfilter waar alleen de frequentie nul doorgelaten moet worden. In het normale geval echter moeten wij het ideaal $\bar{Z}_n = \bar{K}$ nastreven. Wij hebben in § 10 gezien dat deze gelijkheid onmogelijk te bereiken is voor alle

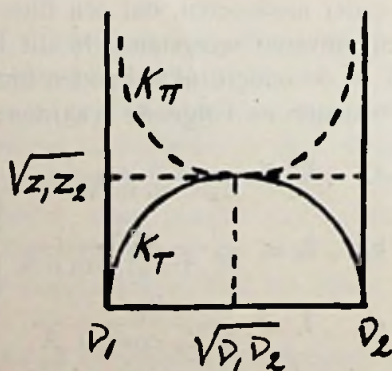


Fig. 10a

frequenties. Willen wij echter de in § 13 geconstateerde rimpels in de karakteristiek tot een minimum beperken en de in § 14 besprochen onscherpte der grenzen tegengaan, dan moeten wij een

zoo gunstig mogelijk compromis tusschen het theoretisch gewenschte en practisch mogelijke zien te treffen. Een onderzoek naar het verloop van K is hiervoor noodzakelijk.

Berekening met (9) geeft voor het symetrische bandfilter het resultaat van fig. 10a. (P. David). In het midden $r = \sqrt{r_1 r_2}$ van den doorgelaten band is $\bar{K}_T = \bar{K}_\pi = \sqrt{\bar{Z}_1 \bar{Z}_2}$, bij de grenzen wordt $K_T = 0$ en $K_\pi = \infty$.

Men verkrijgt de beste oplossing door beide filters te belasten met een *zuiveren weerstand* die in het midden van den band aan de ideale voorwaarde voldoet.

Z_n is dan reëel en nagenoeg constant bij veranderende frequentie, zoodat de band symetrisch blijft terwijl voor de belangrijkste frequentie geen reflexie optreedt. Men ziet gemakkelijk in dat ook voor alle andere gevallen belasting met weerstand de beste methode is om de ideale aanpassing tenminste nog eenigermate te benaderen. Belasting met reactantie voert steeds tot onsymetrie en onnauwkeurigheden in de berekening verergeren dit sterk.

Men zou kunnen meenen dat fig. 10a een treurig resultaat teekent. In werkelijkheid echter is het symetrische bandfilter nog bijzonder gunstig. Bandfilter I van fig. 3 bijvoorbeeld heeft in T-vorm $K_T = 0$ bij de onderste grens en $K_T = \infty$ bij de bovenste, in π -vorm is K_π voor beide grenzen oneindig (fig. 10b) (David). De T-vorm, die economischer is van samenstelling, stelt ons wat de aanpassing betreft helaas voor een bijzonder hopelooze opgave.

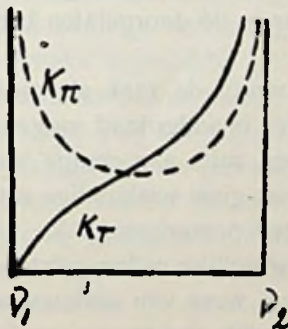


Fig. 10b

Gelukkig kan men aan de generatorzijde veel corrigeren door middel van de generatorimpedantie of een belasting in serie hiermede. Werken eenige verschillende filters samen in serie- of parallelschakeling (complementaire filters, electrisch wissel) dan moet men vooral tegen reflexie waken. Wij zullen later zien dat Zobel hiervoor een hulpmiddel heeft aangegeven.

HOOFDSTUK III.

Heterogene Filters.

§ 16. *Redenen voor het gebruik van ongelijke cellen.*

Men heeft zich afgevraagd of het niet mogelijk was cellen van verschillend type tot een filter te combineeren ten einde hun gezamenlijke voordeelen te bereiken en een frequentiekaracteristiek op te bouwen die met geen enkel type cel alléén te verkrijgen is.

Immers, sommige typen zijn eenvoudig, andere weer geven symmetrische grenzen, grooter regelmatigheid in de doorgelaten banden of wel twee frequenties met oneindige demping per ingesloten onderdrukten band. Ook zijn wij tot tegenstrijdige eischen gekomen: een gering aantal cellen gaf een vlakkere karakteristiek in de doorgelaten banden, een groot aantal echter steilere grenzen en grooter demping in de onderdrukke banden. Wat het laatste betreft is men gewoonlijk gebonden aan een bepaalden minimum eisch, zoodat men om aan dezen te voldoen vaak andere hoogst gewenschte eigenschappen zou moeten opofferen. Waar nu bij filters met weerstand, dus in het practische geval, de maximale demping en de steilheid der grenzen ten zeerste afhankelijk zijn van deze, heeft het gewoonlijk geen zin meer dan 1 à 2, hoogstens 3 gelijke cellen te gebruiken. Men kan steeds beter het aantal klein houden en de kwaliteit opvoeren. De kosten worden dan misschien weer even hoog, maar het geheel wordt eenvoudiger en compacter, de karakteristiek wordt vlakker in de doorgelaten banden en het rendement wordt hooger.

Eenigszins anders wordt de zaak als men een heteroegen filter gaat construeeren. Het is inderdaad mogelijk ongelijke cellen tot een filter te vereenigen, mits aan eenige voorwaarden wordt voldaan. Wij zullen hiervan geen wiskundige uiteenzetting geven, daar deze groote moeilijkheden meebrengt. De voorgaande theorie immers, die op onderling gelijke cellen gebaseerd was, wordt geheel onbruikbaar; men moet weer van onderen af aan beginnen en tal van vereenvoudigingen zijn niet meer mogelijk.

Zobel heeft een berekeningsmethode uitgewerkt voor willekeurige heterogene filters, waarbij rekening kan worden gehouden met de reflexie aan de koppelpunten¹⁾. Hiervoor zijn vele speciale grafieken en tabellen noodig en desondanks ingewikkelde bereke-

¹⁾ Otto J. Zobel: „Theory and design of Uniform and Composite Wave-Filters”, Bell System Technical Journal, January 1923.

ningen. Wij vermelden de volgende conclusies die voor ons doel van belang zijn:

1) Men kan een heterogeen filter opbouwen door serieschakeling van een aantal cellen waarvan er eenige of alle verschillend zijn, mits de karakteristieke impedantie beschouwd vanuit elk koppelpunt voor de daar aan elkaar grenzende cellen gelijk is.

Dit is natuurlijk noodzakelijk om reflexie tegen te gaan.

2) Het decrement van het verkregen filter is afgescheiden van reflexies gelijk aan de som van de decrementen der samenstellende deelen, de karakteristiek is dus de grafische som van de karakteristieken der deelen.

3) De karakteristieke impedantie van het filter is gelijk aan die van de eindcel. Dit moet zoo zijn aangezien het filter volgens 1) zóó samengesteld wordt, dat het zich gedraagt alsof het achter de eindcel homogeen was.

De gelijkheid der karakteristieke impedanties is natuurlijk bij voorbaat al niet te verwezenlijken voor alle frequenties, vandaar de reserve in punt 2) gemaakt wat betreft de reflexie. Evenals bij aanpassing van een uitwendige keten is het logisch de karakteristieke impedanties gelijk te maken voor een nader aan te nemen punt in den voornaamsten doorgelaten band, bijvoorbeeld het geometrisch midden. Doet men dit laatste, dan is hieraan nog een ander voordeel verbonden.

Wij zullen later zien dat het meest algemeene filter moeilijk te berekenen is zonder een extra aanname wegens het groote aantal graden van vrijheid. Een handige verkorting der berekening ontstaat door de karakteristieke impedantie gelijk te stellen aan die van het symetrische bandfilter dat de zelfde grenzen heeft en wel voor het geometrisch midden van den ingesloten band. Het meest algemeene filter heeft dan de zelfde gunstige eigenschappen wat regelmatigen stroom betreft omdat de aanpassing hierdoor ook ideaal blijkt te zijn voor de geometrische middens der andere ingesloten banden (zie verderop). Dit filter is bekend onder den naam *aequivalent T- resp. π -filter*. De T- en π -cel ervan kunnen onderling gekoppeld worden door een halve cel van het bijbehorende symetrische bandfilter. Aangezien het gebruik van halve cellen in het algemeen een belangrijke plaats bekleedt in de heterogene filters, zullen wij dit even nader bespreken.

§ 17. *Het gebruik van halve cellen.*

Wanneer men een T-cel en een π -cel in twee gelijke deelen verdeelt, ontstaat in beide gevallen de zelfde vorm n.l. die van fig. 11.

Een dergelijke combinatie heeft strikt genomen geen karakteristieke impedantie, daar dit begrip op symmetrische cellen betrekking had. Wanneer men de halve cel echter in de zelfde conditie brengt

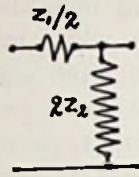


Fig. 11

als ware de andere helft aanwezig, dan vertoont zij een impedantie die de zelfde rol vervult. Stel men sluit in fig. 12 de rechterzijde aan

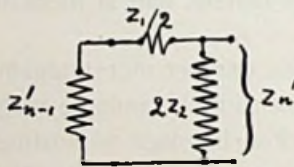
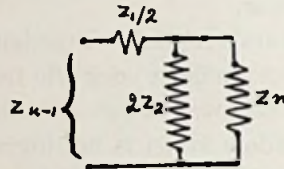


Fig. 12

op een impedantie Z_n . De impedantie die het geheel nu aan de andere zijde vertoont is:

$$\bar{Z}_{n-1} = \frac{\bar{Z}_1}{2} = \frac{1}{\frac{1}{2\bar{Z}_2} + \frac{1}{\bar{Z}_n}} \quad (30)$$

Sluiten wij daarentegen links Z_{n-1}^1 aan, dan vertoont de rechterzijde een impedantie:

$$\bar{Z}_n^1 = \frac{1}{\frac{1}{2\bar{Z}_2} + \frac{1}{\frac{Z_1}{2} + \bar{Z}_{n-1}^1}} \quad (31)$$

Het moet echter onverschillig zijn of men de cel aan de ééne

of aan de andere zijde voedt. Wij stellen daarom $\bar{Z}_{n-1} = \bar{Z}_{1_{n-1}}$ en $\bar{Z}_n = \bar{Z}_{1_n}$ en substitueeren dit in (30) en (31). Er komt dan:

$$\bar{Z}_{n-1} = \sqrt{\bar{Z}_1 \bar{Z}_2 + \frac{\bar{Z}_1^2}{4}} \quad (32a)$$

$$\bar{Z}_n = \frac{\bar{Z}_1 \bar{Z}_2}{\sqrt{\bar{Z}_1 \bar{Z}_2 + \frac{\bar{Z}_1^2}{4}}} \quad (32b)$$

Deze waarden komen volmaakt overeen met de karakteristieke impedantie van T- en π -cel. Als men de cel m.a.w. rechts aansluit als ware ze een π -cel, gedraagt zij zich aan de linkerzijde als een volkomen normale T-cel met een echte karakteristieke impedantie en omgekeerd. Bovendien kan men bewijzen dat het decrement van de halve cel de helft bedraagt van het decrement van de over-enkomstige heele cel.

Het gebruik van halve cellen opent allerlei nieuwe mogelijkheden. Koppelt men b.v. een T-cel en een π -cel door middel van een halve cel, dan ontstaat een gecombineerd T- en π -filter. Dit heeft voordeelen uit een oogpunt van regelmatigigen stroom en levert aan de ééne zijde een andere karakteristieke impedantie op dan aan de andere zijde, hetgeen van belang kan zijn voor de aanpassing. (Zie verderop).

Verder kan men in heterogene filters halve cellen toepassen als deze voldoende zijn voor het verkrijgen van een bepaalde eigenschap en een heele cel dus niet noodzakelijk is. Dit geval doet zich o.a. voor bij een bijzonder soort cel dat wij thans gaan bespreken.

§ 18. De M-cel.

Zobel heeft een cel ontworpen, die een buitengewoon gunstige karakteristieke impedantie vertoont.

Wij gaan uit van een symetrisch bandfilter in T-model. De langsimpedantie van de cel wordt éénmaal oneindig in elken onderdrukten band. Wij kunnen deze aanduiden door Z_{1k} en opschrijven:

$$\bar{Z}_{1k} = \bar{a}_1 + \bar{a}_2 + \dots + \bar{a}_n \quad (33)$$

waarbij $a_1 \dots a_n$ de impedanties zijn van de in serie geschakelde vliegwielenkringen waaruit wij ons Z_{1k} opgebouwd kunnen denken. ¹⁾

Nu kunnen wij door gelijkstelling der karakteristieke impedanties voor $\nu_c = \sqrt{\nu_1 \nu_2}$ gemakkelijk aantonen dat de langsimpedantie van het aequivalente T-filter tegelijk met Z_{1k} oneindig wordt.

Zij kan dus worden voorgesteld door:

$$\bar{Z}_1 = m_1 \bar{a}_1 + m_2 \bar{a}_2 + \dots + m_n \bar{a}_n \quad (34)$$

waarin $m_1 \dots m_n$ nader aan te nemen coëfficiënten zijn. De normale wijze om deze vast te leggen is deze graden van vrijheid te gebruiken om punten met oneindig decrement te kiezen.

Het equivalente filter heeft hiervoor blijkens (34) slechts één graad van vrijheid per onderdrukten band. In elken band kunnen wij dus b.v. één zoo'n punt kiezen, het tweede — indien aanwezig — is hiermee tevens vastgelegd.

Wij kunnen echter ook een geheel anderen weg bewandelen en de coëfficiënten alle onderling gelijk maken, zoodat wij slechts in totaal een frequentie met oneindig decrement kiezen. Wij krijgen dan :

$$\bar{Z}_1 = m (\bar{a}_1 + \bar{a}_2 + \dots + \bar{a}_n) \quad (35)$$

en uit (7) en (9a):

$$\bar{Z}_2 = \frac{\bar{Z}_{1k} \bar{Z}_{2k} + \frac{1}{4} (\bar{Z}_{1k}^2 - \bar{Z}_1^2)}{\bar{Z}_1} \quad (36)$$

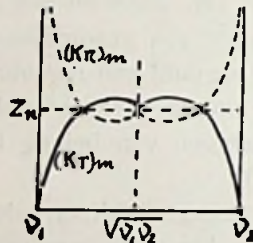


Fig. 13

Vervolgens stellen wij met de aldus verkregen langs- en dwars-impedanties geen T-cel doch een π -cel samen. De verkregen cel blijkt dan een bijzonder gunstige karakteristieke impedantie te vertoonen. Het moost wordt deze voor $m = 0.6$, de gedaante is dan als in fig. 13 (P. David). Ze is gegeven door de vergelijking:

$$(K_T)_M = \sqrt{\frac{1 + \frac{1 - m^2 \bar{Z}_{1k}}{4 \bar{Z}_{2k}}}{\bar{Z}_{1k} \bar{Z}_{2k} \sqrt{1 + \frac{\bar{Z}_{1k}}{4 \bar{Z}_{2k}}}}} \quad (37)$$

Op analoge wijze kan men, uitgaande van het aequivalente π -filter, een M-cel in T-model samenstellen.

²⁾ Zobel heeft in zijn onder de vorige noot aangehaald artikel bewezen dat elk reactantienetwerk vervangen kan worden door een aantal vliegwielen in serie of een aantal serie-eenheden parallel.

Wegens conclusie 3) van § 16 is deze cel van bijzondere waarde aan het eind van een filter. Men kan met een halve cel volstaan.

§ 19. *Conclusies omtrent heterogene filters.*

Door David en Zobel worden verscheidene voorbeelden van samengestelde filters gegeven. Hieruit blijkt duidelijk dat het vaak voordeliger is een enkele gecompliceerde cel te gebruiken dan twee cellen van eenvoudiger gedaante, zoowel met het oog op de eigenschappen als met het oog op de kosten. Daarnaast zijn er gevallen waarin eischen gesteld worden waaraan alleen met een heteroogeen filter is te voldoen. Zij maken een vlakkere frequentie-karakteristiek in de doorgelaten banden mogelijk, een steilere aan de grenzen, bieden de mogelijkheid de demping in de onderdrukte

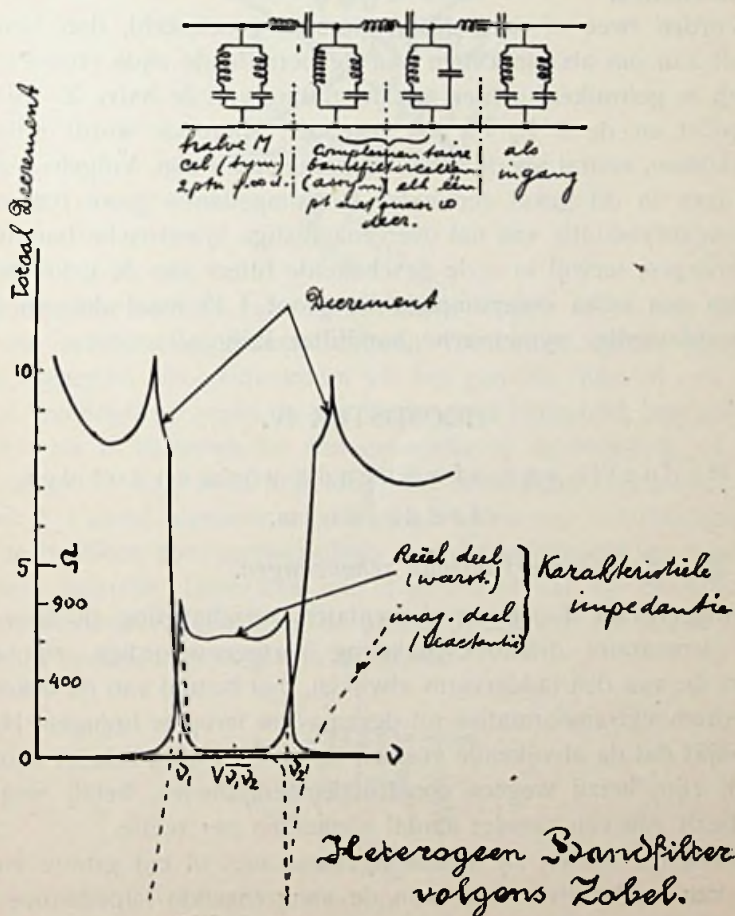


Fig. 14

banden uniform op een hooge waarde te houden en de punten met maximaal decrement met grooter vrijheid te kiezen.

Aangezien aangrenzende impedanties vaak tot een geheel verenigd kunnen worden, valt de ingewikkeldheid meestal nogal mee. Zobel drukt de voordeelen van heterogene filters als volgt uit:

„Among others, a superior advantage of composite over uniform wave-filters is shown to be their greater flexibility of design, as a result of which composite wave-filters are often the only means of meeting severe design requirements.”

In fig. 14 (P. David) ziet men als illustratie hiervan de karakteristiek en samenstelling van een bijzonder mooi heteroog bandfilter van Zobel afgebeeld.

Daar weerstand aanwezig is worden zooals wij later zullen zien de punten met oneindig decrement vervangen door de pieken in de karakteristiek.

Worden twee of meer filters parallel geschakeld, dan beveelt Zobel aan om als eindcellen aan de betreffende zijde (halve) M-cellen te gebruiken, echter met weglating van de halve Z_1 bij het T-model en de $2 Z_2$ bij het π -model. Hierdoor wordt reflexie voorkomen, vooral als de filters complementair zijn. Volgens David kan men in dit geval een extra langsimpedantie groot 0,8 maal de langsimpedantie van het overeenkomstige symetrische bandfilter aanbrenge, terwijl in serie geschakelde filters aan de gekoppelde einden een extra dwarsimpedantie groot 1,25 maal die van het overeenkomstige symetrische bandfilter krijgen.

HOOFDSTUK IV.

Reductie van afwijkende vormen tot den laddervorm.

§ 20. *Eenige voorkomende schakelingen.*

Aangezien de T-cel een elementaire sterschakeling en de π -cel een elementaire driehoekschakeling vertegenwoordigt, zijn alle filters die van den laddervorm afwijken, met behulp van de bekende ster-driehoektransformaties tot dezen vorm terug te brengen. Hierbij blijkt dat de afwijkende vormen in het algemeen minder economisch zijn, hetzij wegens constructiemoeilijkheden, hetzij wegens het bezit van een grooter aantal elementen per sectie.

Bovendien deelen zij in het algemeen niet in het groote voordeel van ladderfilters: dat men de aangrenzende impedanties tot een geheel vereenigen kan. In het gunstigste geval is de afwijkende

schakeling gelijkwaardig, zoodat het eigenlijk nooit zin heeft andere vormen toe te passen.

Een bekend voorbeeld is het brugfilter van fig. 11a.

Het is aequivalent met een π -cel ($\Gamma^1 = \Gamma$ en $\bar{K}^1 = \bar{K}$) voor:

$$\left. \begin{aligned} \bar{Z}_1^1 &= \frac{1}{\frac{1}{\bar{Z}_1} + \frac{1}{4\bar{Z}_2}} = \frac{4\bar{Z}_1\bar{Z}_2}{4\bar{Z}_2 + \bar{Z}_1} \\ \bar{Z}_2^1 &= \bar{Z}_2 \end{aligned} \right\} (38)$$

zoodat het blijkbaar minder economisch is. Zobel geeft voor een groot aantal andere schakelingen de aequivalenten aan.¹⁾

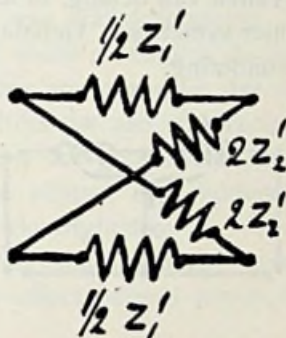


Fig. 11a

Er bestaan verdere vele schakelingen waarin al of niet naast gewone zelfinducties transformatoren voorkomen. Soms worden deze toegepast om gelijkstroom uit het geheele filter of een bepaald deel ervan te weren. In het eerste geval kunnen zij beschouwd worden als te behoren tot den generator of de belasting, in het tweede geval moet men herleiding der schakeling toepassen. Dit is ook het geval wanneer ze gebruikt worden om materiaalbesparing te bereiken door aanwezigheid van den coëfficiënt van wederzijdsche inductie. Deze kan n.l. of een deel van de betreffende zelfinducties vervangen of in de plaats treden van een derde zelfinductie op een andere plaats in de cel.

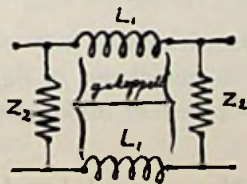


Fig. 15

Fig. 15 is een bekend voorbeeld van den eenvoudigsten vorm

van materiaalbesparing. Neemt men aan dat de spreiding nul is, dan is $M = L_1$ zoodat de aequivalente zelfinductie wordt:

$$L_{\text{tot}} = 2 L_1 + M = 4 L_1$$

mits de koppeling de juiste richting heeft. Dus wordt $L_1 = \frac{L_{\text{tot}}}{4}$

en heeft men twee wikkelingen van deze grootte en een volkomen symetrisch filter tegenover één wikkeling van L_{tot} bij een normale π -cel. Is de spreiding werkelijk gering dan kan dit dus een besparing beteekenen. De voordeelen der algeheele symetrie die normaal slechts met 2 spoelen groot $\frac{L_{\text{tot}}}{2}$ te bereiken zou zijn is slechts in bijzondere gevallen van belang, in het algemeen toch zijn generator of belasting niet symetrisch. Gebalanceerde schakelingen maken hierop een uitzondering.

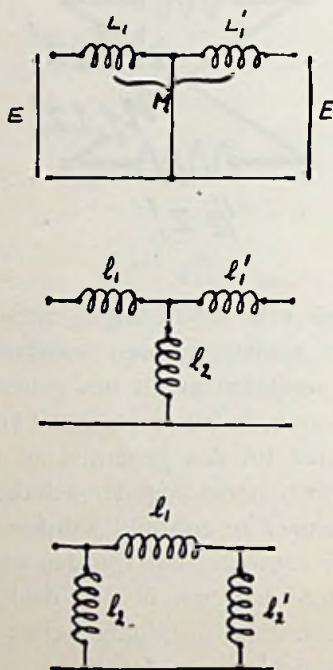


Fig. 16

Een voorbeeld van aequivalentie met een zelfinductie op een andere plaats in de ecl is getekend in fig. 16. Wanneer men de klemspanningen E en E^1 berekent blijkt aequivalentie met de T-cel te bestaan voor:

$$\left. \begin{aligned} l_1 &= L_1 + M & ; & l_1^1 = L_1^1 + M \\ l_2 &= -M \end{aligned} \right\} \quad (39)$$

en met de π -cel voor:

$$\left. \begin{aligned} l_1 &= \frac{L_1 L_1^1 - M^2}{-M}; & l_2 &= \frac{L_1 L_1^1 - M^2}{L_1^1 + M} \\ & & l_2^1 &= \frac{L_1 L_1^1 - M^2}{L_1^1 + M} \end{aligned} \right\} \quad (40)$$

Ten koste van vrijheid in het ontwerp kan op analoge wijze in tal van andere gevallen besparing bereikt worden. Wij hadden deze schakelingen ook met ster-driehoektransformatie kunnen omrekenen.

In de practijk echter valt de constructie van gekoppelde zelf-inducties niet mee. Reeds bij het gebruik van afzonderlijke zelf-inducties met ijzerkern treden later te beschrijven moeilijkheden op, daar hun impedantie onder meer afhankelijk wordt van de belasting. Bij gebruik van transformatoren wordt dit veel erger, terwijl het op zich zelf reeds moeilijk is de wederzijdsche inductie nauwkeurig in te stellen en te zorgen dat ze dan verder onveranderlijk blijft. Voor filters die aan middelmatige of hoge eischen moeten voldoen verdient het gebruik dan ook geen aanbeveling, het levert geen enkele nieuwe mogelijkheid en leidt alleen tot complicaties en onnauwkeurigheden.

Een uitzondering kan soms worden gemaakt voor gevallen waarin wèl een nieuw effect bereikt wordt. Wij zullen die thans bespreken.

§ 21. *Extra punten met oneindig decrement.*

Bij de aanwezigheid van wederzijdsche inductie kan zich het geval voordoen dat een aequivalente zelfinductie met negatief teeken ontstaat.

Voor de plaatsvervangende T-cel van fig. 16 b.v. is l_2 negatief als M positief is (39), terwijl l_1 of l_1^1 een van beide negatief worden als M negatief is met een absolute waarde tusschen L_1 en L_1^1 in. In het algemeen kan zoowel in het T-schema als in het π -schema elk der zelfinducties negatief worden doch dit is niet mogelijk voor meer dan één tegelijk.

Op deze wijze kan men een negatieve reactantie realiseeren in een filter, hetgeen de volgende gevolgen heeft.

In sommige filters kan men het verschijnsel heelemaal niet gebruiken. In andere typen weer is het wel bruikbaar, doch levert alleen nadeel op. In sommige meer gecompliceerde filters tenslotte doet zich het verrassende effect voor dat men er *in een buitenliggenden onderdrukten band twee punten met oneindig decrement mee kan bereiken*³⁾.

³⁾ Zie P. David pag. 120 e.v.

Dit lijkt natuurlijk heel mooi en men zal het inderdaad soms kunnen toepassen. Jammer genoeg blijkt dat het op deze wijze verhoogen van het decrement in één onderdrukten band slechts mogelijk is ten koste van het decrement in den tegenoverliggenden band en daar de toepassing bovendien gecompliceerde filters betreft is ze slechts zelden van eenig practisch belang.

§ 22. *Boucherot's schakelingen voor constanten stroom.*

De Engelsche ingenieur A. C. Bartlett ⁴⁾ heeft nieuw licht geworpen op een aantal door Boucherot beschreven schakelingen die beoogen een constanten wisselstroom te ontleenen aan een generator met constante wisselspanning, onafhankelijk van de belasting doch bij een vaste frequentie.

Hij voert de bedoelde eigenschap van deze schakelingen terug tot een algemeene eigenschap van electriche filters voor sommige frequenties in de doorgelaten banden en toont aan dat Boucherot's schakelingen feitelijk alle niets anders dan filters zijn. Het betreft hier de punten van de doorgelaten banden genoemd aan het eind van § 13.

De schrijver bewijst echter bovendien nog dat men bij deze frequenties ook het omgekeerde krijgt n.l. een constante spanning, onafhankelijk van de belasting, mits de toegevoerde stroom constant is. Ook kan men op deze wijze een idealen transformator samenstellen voor deze frequenties, alsmede een stroom verkrijgen van volkomen den zelfden golfvorm als de aangelegde spanning, onafhankelijk van de belasting. Het lijkt niet onwaarschijnlijk dat dit nog eens van practisch belang zal worden. Tenslotte kan men op deze wijze negatieve reactanties physisch realiseeren met behulp van negatieve weerstanden.

(Slot volgt).

Errata.

pag. 382, derde regel. eerste helft van de spanning.... moet zijn: eerste helft van den noemer....

Op pag. 345 is een noot weggevallen. Deze behoort bij vergelijking (7) en luidt:

Zobel heeft aangetoond, dat voor elk reactantie-netwerk een iners netwerk bestaat, zoodanig dat het gemeenschappelijk product een constante waarde heeft.

⁴⁾ A. C. Bartlett: „Boucherot's Constant-Current Networks and their relation to Electric Wave-Filters”, *Journal of the I.E.E.*, Maart 1927.

Openbaar gemaakte Octrooiaanvragen op het gebied der Hoogfrequentietechniek.

No. 36001 Ned. Aanvraag ingediend 15 Februari 1927, openbaar gemaakt 16 September 1929, voorrang van 23 Februari 1926 af (Duitschland).

Telefunken Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m.b.H., Berlijn.
Schakeling voor lampzenders met roostergelijkstroommodulatie.

Hier bedoelde aanvraag betreft een schakeling voor zendbuizen voor hoogfrequente overdracht van berichten, waarbij de hoogfrequente trillingen met behulp van z.g. roostergelijkstroommodulatie in het rythme van de over te brengen teekens bestuurd worden.

Conclusie: Zendschakeling, voorzien van een te besturen electronenbuis en een modulatiebuis, waarbij de kathode van de modulatiebuis met den rooster, en de anode van de modulatiebuis met de kathode van de te besturen buis verbonden is, zoodat de roostergelijkstroom van de te besturen buis door de modulatiebuis vloeit en de telefoon- resp. telegraafteekens, die de modulatiebuis beïnvloeden in het rythme van de over te brengen teekens, een besturing van den roostergelijkstroom en dus een modulatie van de hoogfrequente trillingen tot stand brengen, met het kenmerk, dat behalve de te besturen buis en de modulatiebuis nog een ventielbuis toegepast wordt, die in omgekeerden zin tusschen rooster en kathode van de te besturen buis geschakeld is als de modulatiebuis en tot doel heeft bij afname van den roostergelijkstroom, als gevolg van de secundaire emissie van electronen van den rooster van de te besturen buis, de grootte van den gelijkstroom, die door de modulatiebuis vloeit, op peil te houden.

2 blz. beschrijving, 3 conclusies, 2 figuren.

No. 37046 Ned. Aanvraag ingediend 21 Mei 1927, openbaar gemaakt 16 Dec. 1929, voorrang van 22 Mei 1926 af (Ver. Staten v. Amerika).

N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven.

Inrichting voor het uitzenden van electromagnetische trillingen, bestaande uit een oscillator in driepuntschakeling, een versterker en een straler, waarbij terugwerking van den straler op den oscillator geneutraliseerd wordt.

Conclusie: Inrichting voor het uitzenden van electromagnetische trillingen, bestaande uit een oscillator in driepuntschakeling, een versterker en een straler, waarbij terugwerking van den straler over

den versterker op den oscillator geneutraliseerd wordt, met het kenmerk, dat de anode of de parallel geschakelde anoden van den versterker over een neutrodyne-condensator en de(n) rooster(s) van den versterker, eventueel over een blokkeeringscondensator met zoodanig verschillende punten van den afstemkring van den oscillator zijn gekoppeld, dat de terugwerking van deze anode(n) op den oscillator via de plaat-rooster-capaciteit wordt geneutraliseerd door de terugwerking van deze anode(n) via den neutrodyne-condensator.

2 blz. beschrijving, 1 conclusie, 1 figuur.

No. 37543 Ned. Aanvraag ingediend 4 Juli 1927, openbaargemaakt 15 October 1929, voorrang van 19 Juli 1926 af (Duitschland).

Dr. Siegmund Loewe, Berlijn.

Meërvoudige radiolamp met weerstandsversterking.

Conclusie: Meërvoudige radiolamp met weerstandsversterking, met het kenmerk, dat één der vóór den laatsten trap geplaatste anoden rechtstreeks naar buiten is uitgevoerd, onder weglating van den in de lamp bij deze anode behoorenden anodeweerstand, terwijl de koppelcondensator van de betreffende anode met den volgenden rooster en den bijbehoorenden lekweerstand in de gemeenschappelijke vacuumruimte van de meërvoudige lamp zijn ingebouwd.

2 blz. beschrijving, 1 conclusie, 2 figuren.

No. 36881 Ned. Aanvraag ingediend 7 Mei 1927, openbaar gemaakt 16 Dec. 1929.

N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven.

Electrische ontladingsbuis.

Doel is de electrische isolatie tusschen verschillende zich in de ontladingsbuis bevindende deelen, die tijdens het bedrijf een spanningsverschil ten opzichte van elkaar hebben te verbeteren en de verschuiving van pooldraden of andere metalen deelen, die niet als electrode dienen, te verminderen.

Conclusie: Electrische ontladingsbuis, met het kenmerk, dat één of meer verbindingsstukken in de buis tusschen deelen, die tijdens het bedrijf een spanningsverschil ten opzichte van elkaar hebben, alsmede één of meer dezer deelen voor zoover zij niet als electroden dienen, gezamenlijk bedekt zijn met een email, dat bij lagere temperatuur smelt dan het materiaal, waarop het is aangebracht.

1 pag. beschrijving, 1 conclusie.

No. 35921 Ned. Ingediend 7 Februari 1927, openbaar gemaakt 15 October 1928, voorrang van 8 Februari 1926 af.

Igranic Electric Company Limited, Londen en William Kenneth Alford. Camberley Surrey. Engeland.

Verwisselbare spoel voor radiotoestellen.

De spoel is zoodanig samengesteld, dat zoo weinig mogelijk isolatiemateriaal wordt toegepast, terwijl toch een sterk geheel wordt verkregen.

Conclusie: Verwisselbare spoel voor radiotoestellen, bestaande uit een aantal naast elkaar gelegen samenstellende spoeldeelen, die bestaan uit een spiraalsgewijs gewonden draad, met het kenmerk, dat deze spoeldeelen op eenigen afstand van elkaar gehouden worden door afstandhouders, die op den buitenomtrek van de spoel rusten, en die van tanden zijn voorzien, welke tusschen de spoeldeelen naar binnen toe uitsteken, welke afstandhouders ondersteund worden door middel van een isoleerenden band, die om den buitenrand van de afstandhouders loopt en met zijn uiteinden bevestigd is aan den spoelsteker.

1 pag. beschrijving, 2 figuren, 1 conclusie.

No. 34117 Ned. Aanvraag ingediend 30 Juli 1926, openbaar gemaakt 15 November 1929, voorrang van 1 Augustus 1925 af voor conclusie (Duitschland).

Dr. Siegmund Loewe, Berlijn.

Schakeling voor het compenseeren van storingen en meerroosterlamp in het bijzonder voor deze schakeling.

Conclusie: Schakeling voor het compenseeren van storingen, gekenmerkt door een electronenbuis met twee of meer roosters met dezelfde stuurwerking ten opzichte van de gemeenschappelijke anode, waarbij een der roosters door de te ontvangen trillingen en door de te compenseeren storingen beïnvloed wordt, terwijl op den anderen rooster uitsluitend de te compenseeren storingen met dezelfde frequentie en tegengestelde fase inwerken.

2 blz. beschrijving, 2 conclusies, 3 figuren.

No. 35612 Ned. Aanvraag ingediend 4 Januari 1927, openbaar gemaakt 15 November 1929, voorrang van 5 Januari 1926 af. (Ver. Staten van Amerika).

N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven.

Schakeling, waarin een piëzo-electrisch element door middel van een thermionisch toestel samenwerkt met een electrischen trillingskring.

Doel is dat het oscilleeren van het piëzo-electrosche element gemakkelijk en zeker wordt ingeleid, en een practisch ononderbroken werking van den generator verzekerd wordt.

Conclusie: Schakeling, waarin een piëzo-electrisch element door middel van een thermionisch toestel samenwerkt met een electricen trillingskring, die normaal is afgestemd op een frequentie, welke den gunstigsten arbeidstoestand van de inrichting vertegenwoordigt, met het kenmerk, dat de afstemming van dien kring beïnvloed wordt door wisselingen in den trillingstoestand van het piëzo-element, zoodanig, dat de kring bij het ophouden der kristaltrillingen automatisch verstemd wordt tot op een frequentie, waarbij de trillingen gemakkelijk inzetten, terwijl na het inzetten der trillingen de kring automatisch weer wordt teruggebracht op de eerstgenoemde frequentie.

3 blz. beschrijving, 2 conclusies, 2 figuren.

No. 37210 Ned. Aanvraag ingediend 4 Juni 1927, openbaar gemaakt 15 April 1930, voorrang van 15 Juni 1926 af (Duitschland).

„Telefunken” Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m.b.H., Berlijn.

Peilontvanger, waarbij de peilantenne ter vermindering van peilstoringen gekoppeld is met een hulpantenne.

Doel is de storingen, die de scherpte van het minimum aantasten en daardoor het vaststellen van den minimumstand bemoeilijken op te heffen.

Conclusie: Peilontvanger, waarbij de peilantenne ter vermindering van peilstoringen gekoppeld is met een hulpantenne, die ter opheffing van de vervaging van het minimum toegepast wordt en dienovereenkomstig gevormd en afgestemd is (b.v. een verstemde niet-gerichte antenne of een afgestemde gerichte antenne), met het kenmerk, dat zij met de peilantenne, respectievelijk de daarop aangesloten ontvangketen gekoppeld is door een veranderlijke koppeling, die bij de draaiing van het peilraam automatisch verandert.

2 pag. beschrijving, 2 concl., 4 fig.

Het NEDERLANDSCH OCTROOI-BUREAU

(v.h. A. ELBERTS DOYER)

H. W. DAENDELS, ROLF VAN HASSELT & W. v. d. VLIET
INGENIEURS EN OCTROOIGEMACHTIGDEN

OPGERICHT IN 1888

HOOFDKANTOOR:

BIJKANTOOR:

DEN HAAG, Laan Copes v. Cattenburch 24 AMSTERDAM, Keizersgracht 224

BELAST ZICH MET HET AANVRAGEN VAN

OCTROOIEN (PATENTEN)

voor **Uitvindingen** op **Radio-** en elk ander gebied in alle landen der wereld, en het **dèponèeren** van **Handels-** en **Fabrieksmerken**.

VERBETERT UWE ONTVANGST DOOR GEBRUIK VAN

ASTRA SPOELEN

GROOTSTE GELUIDSTERKTE — UITERSTE SELECTIVITEIT

Astra Basketspoelen

Geheel vrij gewikkeld van dubbel zijde-omsponnen draad, waardoor volkomen verliesvrij

Prijs per stel van 11 stuks No. 10-300

f 10.00

(Prospectus met golfengte-tabellen gratis op aanvraag)

Astra afgetakte Basketspoelen

Hiermede wordt op zeer eenvoudige en goedkope wijze de hoogst denkbare selectiviteit verkregen

Prijs per compleet stel van 4 afgetakte basketspoelen voor het gehele golfbereik.

- 5.50

(Prospectus met beschrijving, foto's en schema's gratis op aanvraag)

Astra Solenoïd Spoelen

Voor ultra kortegolf ontvangst; gewikkeld van blank verzilverd koperdraad.

DE ultra kortegolfspoel bij uitmendheid

Prijs per stel van 6 stuks (voor golfbereik 5-75 M.).

- 10.00

(Prospectus met golfengte-tabel gratis op aanvraag)

Astra Inbouw Spoelen W 0 3

Deze spoelen, toegerust met speciale spoelvoet-schakelaars, vormen het **ideale spoelenset** voor inbouw in elken ontvanger met H.F. versterking

Prijs geheel compleet met schakelaars etc.

- 20.00

(Uitvoerig prospectus met beschrijving, schema's en foto's gratis op aanvraag)

N.V. ALG. RADIO IMPORT MIJ. „ARIM”

Nassau Ouwkerkstraat 3 - DEN HAAG

Verschenen bij N. VEENSTRA te 's-Gravenhage:

Het **TWEEDE DEEL** (ACHTSTE DRUK) van

Het Draadloos Amateurstation

door J. CORVER.

Prijs: in geïllustreerden omslag f 2.50 — Geb. f 3.50

De levering geschiedt door bemiddeling van den boekhandel of na inzending van het bedrag plus 20 cents voor porto door den Uitgever N. Veenstra te 's-Gravenhage.

VARTA

GLOEI- EN PLAATSTROOM-ACCU'S

VOOR

ONTVANG- EN ZEND-INSTALLATIES

HET MERK!



Fa. Ch. Velthuisen

TEL. 16227 (2 lijnen)

18 OUDE MOLSTRAAT

DEN HAAG.

De **PHILIPS**
Electr. gramfoon!

Geheel compleet
met vol. regelaar, pick-up, snel-
heids reg., autom. rem, naalde-
bakjes.

TYPE 2901.

Prijs f 150.—.



RADIO

— TOESTELLEN

— LUIDSPREKERS

— LAMPEN

De oudste ervaring — De modernste constructie

TELEFUNKEN

vert. door Siemens & Halske A. G.

DEN HAAG

Huygenspark 38-39