

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 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. Slikkerveer, Obrechtstraat 104/6, den Haag.

INHOUD: Een electro-dynamische conus luidspreker. — Metingen over de
Qualiteit van Spoelen. — De Raytheon lamp. — Nogmaals: Schema Schaaper.
— Reflex. — Vereenigingsnieuws.

Een electro-dynamische conus luidspreker.

Door Drs. M. HELLINGMAN.

Ongeveer een jaar geleden nam ik kennis van een publicatie van Rice en Kellogg in het Sept. nummer 1925 van Journal of the A. I. E. E., getiteld: „Notes on the Development of a new type of hornless loudspeaker”. Hierin wordt een reeks proeven beschreven, die tot doel hadden de ontwikkeling van een luidspreker, die vrij zou zijn van resonanties. En dit is hun inderdaad welhaast volledig gelukt, al laten dan ook de theoretische eischen zich praktisch altijd slechts bij benadering vervullen. Zij komen tot een electro-dynamischen luidspreker, dat is een spoeltje, vrij bewegelijk in een sterk magnetisch veld, zooals we ook in de Magnavox aantreffen. Echter werd dat spoeltje niet gekoppeld met een trilplaat + een hoorn, maar met een papieren kegel, die aan den rand gedragen wordt door een weinig gespannen cirkelstrook van dun gummi, zoodat hij zeer vrij is in zijn bewegingen. De kegel hangt met den gummirand in een z.g. „baffle plate”, een afschermplaat, dienende om het omloopen van de lage tonen te voorkomen.

Dit in wezen zoo eenvoudige stelsel bezit inderdaad voortreffelijke eigenschappen, al is het waar, dat men zich een stroomoffer moet getroosten voor voeding van het magnetisch veld, zooals we dat ook bij de Magnavox kennen. Trouwens, voor het opwekken

van dit sterke magnetische veld zijn nog enkele mogelijkheden aan te geven, waarop ik aan het eind van dit artikel terugkom.

Niet alleen als luidspreker, maar ook voor gebruik als microfoon voor mijn telefonie zendproeven, lokte dit stelsel me aan en ik besloot een poging te wagen het zelf te maken, en met succes. De weergave van muziek en spraak is, als zender en ontvanger overigens in orde zijn, buitengewoon mooi, beter dan ik het ooit totnogtoe gehoord heb, soms welhaast ideaal. Als men zoo'n luidspreker eenmaal gehoord heeft, leert men begrijpen, hoeveel de meeste gebruikelijke luidsprekers te kort schieten en hoe uiterst belangrijk het luidsprekervraagstuk is voor radio-ontvangst. Vele verbeteringen aan zender en ontvangtoestel, die ons bij een anderen luidspreker slechts weinig verder brengen, omdat ze door de groote fouten in den luidspreker overheerscht worden, komen eerst bij zoo'n goeden luidspreker tot uiting. M. i. is dan ook in de naaste toekomst vooral een aanzienlijke verbetering op het gebied van luidsprekers gewenscht en te verwachten. Ongetwijfeld zal de bedoelde electrodynamische conus-luidspreker één der mogelijke oplossingen blijken te zijn.

Ik laat hier volgen het ontwerp, dat ik van den luidspreker maakte, hetwelk werd uitgevoerd in de werkplaatsen van de M. T. S. te Dordrecht. In fig. 1 is een doorsnee geteekend door de horizontale as van het apparaat. We zien een weekijzeren pot A met kern C, welke conisch in den bodem sluit en wordt aange trokken door een moer. Rechts eindigt de kern in een gat in het deksel B, zoodat tusschen beide een cilindrische luchtspleet van 3 m.M. open blijft. In den pot is rondom de kern een draadspoel S aangebracht, waarop bij *c* en *d* een gelijkstroomspanning wordt aangesloten. Daardoor ontstaat in de luchtspleet een sterk magnetisch veld: het verloop der magnetische krachtlijnen is in de fig. aangegeven. Dit veld is bij benadering radiaal-homogeen, zooals ook bij het draaispoelsysteem, en we moeten trachten het zoo sterk mogelijk te maken met een zoo klein mogelijk gelijkstroomvermogen. Het gelukte mij met 8 Watt de veldsterkte in de 3 m.M. luchtspleet tot ± 7300 op te voeren.

Tracht men in de luchtspleet een veldsterkte $H = 8000$ te verkrijgen, wat ik hoopte te bereiken, dan kan men het daartoe noodige aantal ampère-windingen berekenen uit de 1e Wet van Maxwell: $f H d l = 0,4 \pi A.W.$ Als we de ampère-windingen noodig om het veld in het ijzer te vormen eerst eens verwaarloozen, dan blijft over voor de luchtspleet:

$$H \times d = 0,4 \pi A.W.,$$

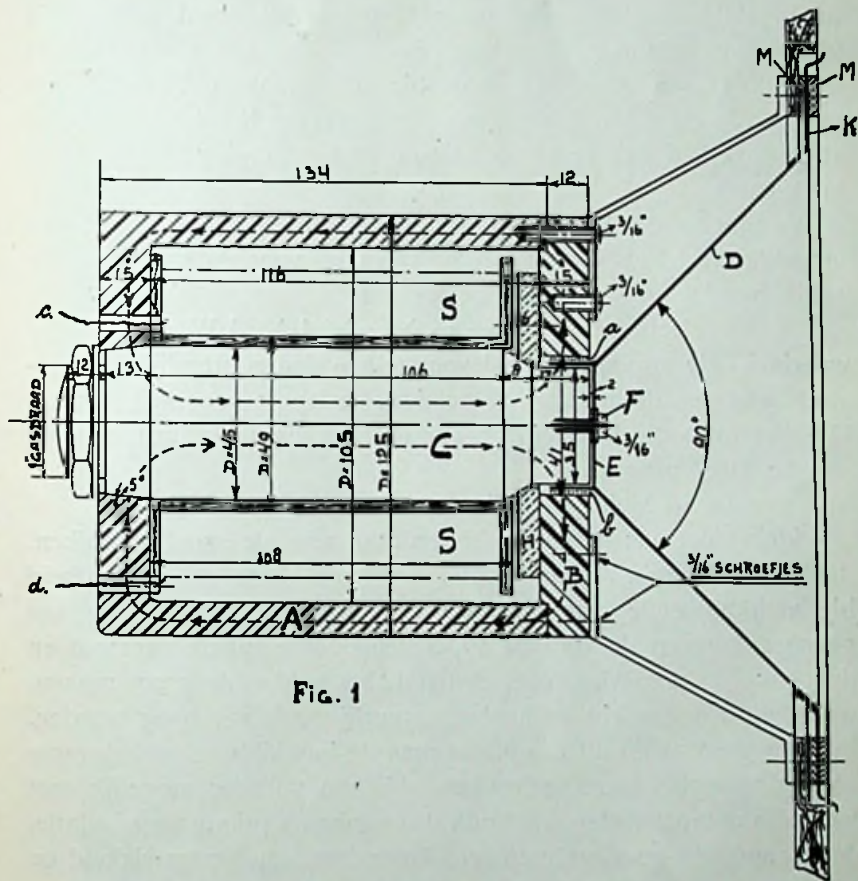
waarin d de breedte van de spleet voorstelt, hier 0,3 c.M.

Ingevuld:

$$8000 \times 0,3 = 0,4 \pi A.W.,$$

$$\text{dus } A.W. = \frac{6000}{\pi} = 1910.$$

Hoeveel amp. windingen hier voor het ijzer bijkomen, hangt sterk af van de ijzersoort, waarvan pot en kern gemaakt zijn. Men moet weekijzer hebben met zoo groot mogelijke permeabiliteit μ



en hooge verzadiging. De magnetische inductie in het ijzer is n.l. zeer aanzienlijk in den nek van de kern. De krachtstroom bedraagt bij benadering, berekend in de lichtspleet: $\Phi = \pi \times 3,8 \times 1,5 \times 8000 = 143.300$, zoodat de inductie in den nek der kern (doorsnede $\frac{\pi}{4} \times 3,5^2 = 9,63$ c.M.²) wordt: $B = \frac{143.300}{9.63} = 14.870$, dus rond 15.000. Deze B moet behoorlijk bereikbaar zijn, en liefst met weinig ampère-windingen. (Door den nek dikker of het deksel

dunner te maken, zou deze waarde van B afnemen; dan stuit men echter weer op andere bezwaren.) Bruikbaar en het gemakkelijkst verkrijgbaar is hier zoo zacht mogelijk vloeijzer, al is het waar, dat er nog wel betere ijzersoorten voor bestaan. Reken er dan voor het ijzer ongeveer 10 % amp. windingen bij, dan zal men voor een luchtinductie $H = 8000$ ongeveer $1,1 \times 1910 = 2100$ amp. windingen noodig hebben (de volledige berekening voor het ijzer laten we hier korthedshalve achterwege, ook al, omdat die zoo sterk van de beschikbare ijzersoort afhangt). In werkelijkheid gebruik ik 2000 amp. windingen en kom daarmee tot een veldsterkte $H = 7300$ Gausz, gemeten met de bismuthspiraal. A.W. moest ongeveer $1\frac{1}{2}$ -maal zoo groot worden gemaakt om H tot 8000 te doen stijgen: ik liep dan blijkbaar vast op de verzadiging van het ijzer in den nek.

We moeten die 2000 amp. windingen opwekken met zoo klein mogelijk electricch vermogen. Nu kan men voor de spoel gemakkelijk bewijzen de volgende betrekking:

$$\text{electr. vermogen} = i_D \times \rho \times l \times A.W.,$$

waarin i_D de stroomdichtheid voorstelt, ρ den soortgelijken weerstand van den draad, en l de gemiddelde lengte van een winding. Om het benodigde electricch vermogen klein te krijgen, moeten we dus streven naar:

$$1e. i_D \text{ klein.} \quad 2e. \rho \text{ klein.} \quad 3e. l \text{ klein.}$$

ρ klein doet ons natuurlijk koperdraad voor de spoel gebruiken. 't Meest valt op: i_D klein. Echter heeft een kleine stroomdichtheid bij gelijkblijvende stroomsterkte een groote draaddoorsnee ten gevolge, hetgeen de voor de spoel benodigde ruimte vergroot en dus ook den pot. Men moet den pot dus voldoende groot maken, waardoor z'n gewicht en kosten natuurlijk ook vrij hoog worden. In ieder geval wijst dit er op, dat men de beschikbare wikkelruimte zooveel mogelijk moet gebruiken, d.i. zoo volledig mogelijk met koperdraad moet vullen. Verbruik dus minimum ruimte voor isolatie, dat is: gebruik goed geëmailleerd koperdraad, netjes gewikkeld en zonder verdere isolatie tusschen de lagen. Verder heeft dik koperdraad een gunstiger vulfactor dan dun, dus ontwerp de wikkeling voor niet te dun draad, d.i. voor lage spanning en grooten stroom. De wikkelruimte in het gegeven ontwerp laat als minimum stroomdichtheid toe ongeveer 1 amp. per $m.M^2$. Ze kan b.v. bevatten 2500 windingen geëmailleerd koperdraad van 1 m.M. (koper-) dikte. 2000 amp. windingen eischen dan een stroomsterkte van $\frac{2000}{2500} = 0,8$ amp., dat is inderdaad ongeveer 1 amp. per $m.M^2$.

(koperdoorsnede klein $0,8 \text{ c.M.}^2$). Bij nadere berekening blijkt deze wikkeling ongeveer $12\frac{1}{2}$ ohm weerstand te hebben, dus een spanning van $0,8 \times 12\frac{1}{2} = 10$ volt te vereischen. De spoel verbruikt dan $10 \text{ volt} \times 0,8 \text{ amp.} = 8 \text{ Watt}$. Men kan de wikkeling natuurlijk ook op andere spanning berekenen, b.v. 4 volt bij 2 amp. (1000 wikkelingen van draad 2 m.M.^2 koper).

We merken nog even op, dat dit alles geldt voor een luchtspleet van 3 m.M. . Verkleint men deze tot $2\frac{1}{2} \text{ m.M.}$, hetgeen nog juist gaat, dan wordt het vereischte vermogen nog ongeveer $\left(\frac{2\frac{1}{2}}{3}\right)^2 = \frac{25}{36}$

maal zoo klein, d.i. $\frac{25}{36} \times 8 = 5\frac{5}{9}$, dus klein 6 Watt . Immers: zoolang het aantal amp. windingen, noodig voor het ijzer, voldoende klein blijft ten opzichte van dat voor de luchtspleet, wordt voor een $\frac{5}{6}$ -maal zoo nauwe luchtspleet ook AW ongeveer $\frac{5}{6}$ -maal zoo klein, dus bij gelijkblijvende spoel niet alleen i , maar ook $E = i \cdot r$ $\frac{5}{6}$ -maal zoo klein. Het vermogen $E \cdot i$ wordt daardoor $(\frac{5}{6})^2$ -maal zoo klein. De stroomdichtheid is dan tot $\frac{5}{6}$ amp. per m.M.^2 afgenomen. De spoel kan men dan berekenen b.v. op 6 volt bij 1 amp.: $\frac{5}{6} \times 1670$ windingen met koperdoorsnee $\frac{6}{5} = 1,2 \text{ m.M.}^2$

Ten slotte de voorwaarde: l klein. Deze heeft betrekking op den vorm der spoeldoorsnede. Bij gegeven dikte van de ijzerkern is het dus gunstiger, een gegeven aantal windingen te wikkelen tot een lange spoel met weinig lagen dan tot een korte spoel met veel lagen. Vergeet echter niet, dat, als men dit te ver doorvoert, men door toeneming van het aantal voor de kern benoodigde ampère-windingen meer achteruit gaat dan men door het slechts weinig kleiner worden van l wint. In het ontwerp volgens fig. 1 is de spoellengte bijna 4-maal zoo groot als de dikte der lagen te zamen. Grootere lengte van den pot verkleint i_D , maar vergroot het aantal amp. windingen voor het ijzer; grootere diameter van den pot verkleint evenzoo i_D , maar vergroot l .

Na bovenstaande beschouwingen over de vorming van een sterk magnetisch veld in de luchtspleet komen we tot het spoeltje in den kegel. Het spoeltje bestaat uit 4 lagen emailledraad $0,3 \text{ m.M.}$ dikte, bewonden lengte 1 c.M. , gewonden op een papieren cilindertje. Men maakt dit van een strook zeer dun papier, die gewonden wordt om een zuiver gedraaiden metalen cilinder. De papierlagen worden onderling hecht aan elkaar geplakt met behulp van een oplossing van celluloid in aceton of met secotine. Dikte van het papieren

cilindertje = $0,2$ à $0,25$ m.M. De zorgvuldig daarop gewonden draad wordt na iedere laag met de celluloid oplossing bestreken, waarna men met de volgende laag wacht, tot het droog is. Het windingtal is dan $33 + 32 + 31 + 30 = 126$. De totale dikte van het spoeltje wordt ongeveer $1,5$ m.M., zoodat bij een luchtspleet van 3 m.M. ter weerszijden $\frac{3}{4}$ m.M. vrij blijft. Bij zorgvuldig werk is een luchtspleet van $2\frac{1}{2}$ m.M. toereikend: het spoeltje hangt dan $\frac{1}{2}$ m.M. aan weerskanten vrij.

De kegel wordt gemaakt van stug teekenpapier van $0,2$ à $0,25$ m.M. dik. De uitslag voor een tophoek van 90° is gemakkelijk te maken. Men draait een houten kegel met 90° tophoek en buigt het papier daaromheen. Zorg voor een overslag van $\frac{1}{2}$ à 1 c.M., die met seccotine wordt vastgeplakt. De conus wordt nu enkele malen buiten en binnen met de celluloid-oplossing behandeld en telkens gedroogd, liggende op den houten vorm. Dit dient om den invloed van vocht (waterdamp) op het papier weg te werken. Deze bedekking met een dun laagje celluloid is zoo effectief, dat men daarna den conus zonder bezwaar in een bak water kan dompelen. Als proef lieten we hem 1 uur er in liggen, zonder dat het papier water opnam en slap werd. Men kan hem daarna gewoon afdrogen als een afgewasschen schotel, met de noodige voorzichtigheid natuurlijk.

Aan de topzijde is de kegel afgeknot met een diameter van het bovenzvlak = $3,6$ c.M., zoowel het hout als het papier. Het metalen cilindertje met het spoeltje wordt op het bovenzvlak gezet, zoodat de assen van cilinder en kegel nauwkeurig samenvallen (met behulp van pen en gat), en in dien stand het cilindertje aan den conus vastgeplakt met seccotine. Gelijktijdig wordt daarbij een papieren ster, geknipt uit teekenpapier ($0,2$ m.M.) volgens model, geharceerd aangegeven in fig. 2 als E en ook goed zichtbaar in de photo fig. 3, aan den conus in z'n bovenzvlak bevestigd. Men legt deze tusschen het metaal van den cilinder en het hout van den kegel en zorgt voor uitstekende lipjes voor aanhechting.

Ten slotte knipt men een cirkelstrook dun wolflanel uit en plakt deze met seccotine om den onderrand van den conus, er buiten op, ongeveer 1 c.M. op het papier. Het flanel moet tot aan den papierrand toe hecht geplakt zijn, maar er mag geen lijm in den overstekenden vrijen flanelrand komen. Als de lijm volkomen droog is, kan de conus worden gemonteerd. De flanelrand K komt tusschen de 2 ringen M te liggen, die met 4 steuntjes aan het deksel verbonden zijn (zie ook fig. 2, bovenaanzicht van het deksel). Van tevoren zijn in het flanel iets te groote gaatjes geslagen, overeen-

komende met die in de ringen. Het flanel wordt slechts heel weinig gespannen, daarbij zorgende, dat het spoeltje vrij midden in de luchtspleet hangt. De ster E wordt met behulp van enkele volg-

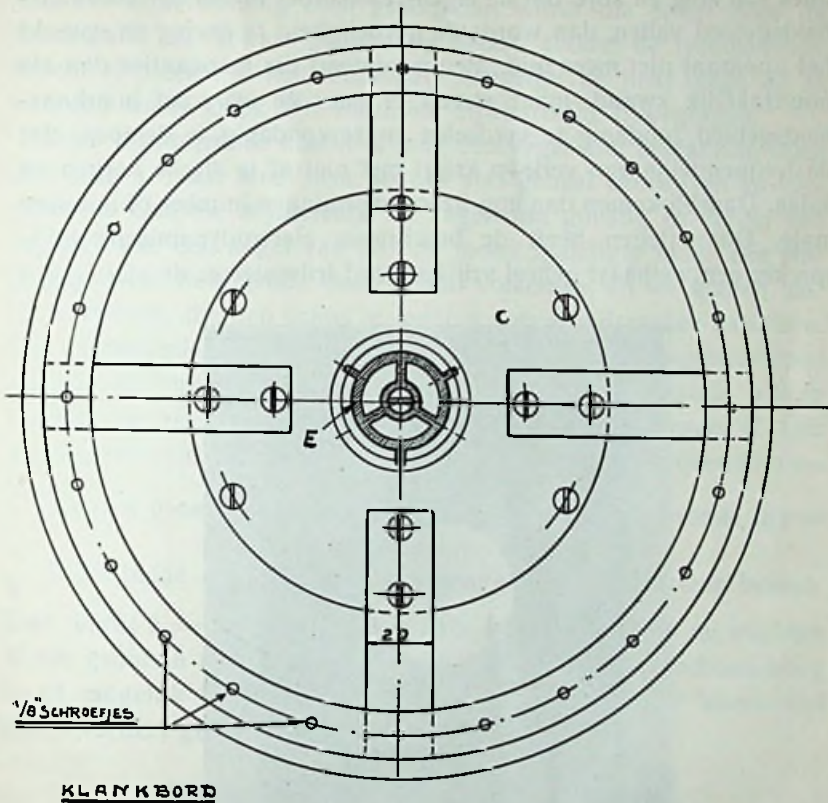


Fig. 2

plaatjes en de schroef F op de kern vastgezet, waardoor de conus daar eenige leiding krijgt. De ster moet 2 à 3 m.M. vrij van het ijzer der kern blijven. De conus met draadspoeltje weegt omstreeks 10 Gr. De flanelstrook tusschen den papierrand en de binnenzijde der ringen is 60 à 10 m.M. breed. De verdere afmetingen leest men uit de fig. af.

In de foto's fig. 3 en 4 ziet men, hoe de pot rust op een ijzeren voetstuk, daarop geklemd met 2 beugels, ashoogte 25 c.M. De ringen M zijn in het hout van het voorvlak ingelaten en door een houten ring afgedekt. Dit voorvlak, groot 50 bij 50 c.M., werkt als baffle-plate.

Bezit dit luidsprekersysteem resonanties? Bij een electromagnetischen luidspreker, ook al is hij met conus uitgevoerd, behoudt

men altijd nog resonantie-frequenties in de koppelingselementen tusschen het magneetsysteem en den conus, dus in het trillend plaatje, staafjes of tong, en de verbindingsstaaf. Maakt men dit alles zoo stug en stijf, dat de eigen-resonanties boven het hoorbaarheidsgebied vallen, dan wordt de gevoeligheid te gering en spreekt het apparaat niet meer luid. Men accepteert die resonanties dan als noodzakelijk kwaad, maar streeft er naar ze over het hoorbaarheidsgebied zoodanig te verdeelen en ze zoodanig te dempen, dat de frequentielijn een verloop krijgt met niet al te sterke bergen en dalen. Daarbij komen dan nog ijzervormingen in meer of mindere mate. Daarentegen heeft de beschreven electro-dynamische luidspreker een welhaast geheel vrij hangend trilsysteem: de ster is zoo

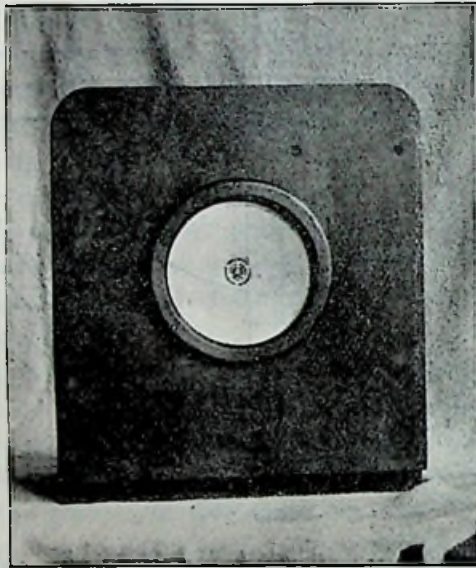


Fig. 3

uiterst buigzaam geconstrueerd en de flanelen rand zoo soepel, dat de eigenfrequentie van dit stelsel, voorzoover aanwezig, b.v. van de orde van 10 of 20 kan zijn (flanel heel weinig spannen!), althans beneden het hoorbaarheidsgebied. En van narigheden ten gevolge van allerlei vervelende ijzereigenschappen zijn we geheel af, want de beweging van stroomspoeltje en conus berust op de motorformule $K = H il$, waarin de magnetische veldsterkte H in de lichtspleet en de draadlengte l op het stroomspoeltje (overal $\perp H$) constant zijn, zoodat K zuiver evenredig is met i , de principieele eigenschap, die we ook in het draaispoelsysteem zoo op prijs stellen.

K is gericht loodrecht op het vlak door H en l , d.i. in de asrich-

ting, naar links of rechts, afhankelijk van de stroomrichting. Is de luchtspleet overal nauwkeurig even breed, en dus H in ieder punt van een cirkelwinding even groot, dan wordt die cirkel door de krachten K als 't ware gelijkmatig belast, zoodat de resulterende kracht K precies in het middelpunt aangrijpt en juist langs de as van den conus loopt. Dit voorkomt zijwaartsche bewegingen.

Deze resulterende kracht K mag den kegel niet indrukken, doen doorbuigen, maar moet hem als een star geheel aandrijven en verplaatsen. Daartoe is allereerst de kegelvorm gunstig en verder een tophoek van den kegel van 90° de meest gunstige. Maar een star geheel is het bewegende stelsel nooit volkomen, en we komen hier tot bezwaren, die den conus in iederen conus luidspreker betreffen. Bij de voortplanting der krachtswerking door het kegelmateriaal volgens de formule $V = n \times \lambda$ kan de conus in staande trilling komen, als hij wordt aangestooten door een wisselkracht K (als gevolg van een wisselstroom i in het spoeltje) met frequentie $n = \frac{V}{\lambda}$. Bij den grondtoon van den kegel wordt de beschrijvende lijn $= \frac{\lambda}{2}$, want beide uiteinden zijn vrij bewegelijk, worden dus buiken. Dan wordt $\lambda = 2 \times$ de beschrijvende lijn. We moeten nu trachten V zoo groot en (of) λ zoo klein te maken, dat deze grondtoon hoog in of mogelijk boven het hoorbaarheidsgebied terecht komt, wat dan a fortiori geldt voor de boventonen.



Fig. 4

V groot eischt stug, stijf kegelmateriaal, λ klein eischt een kleinen kegel. Een harde kegelwand voert allicht tot groot gewicht en dat mag ook weer niet, want vergrooing van de massa maakt de versnelling, dus ook de bewegingsamplitude van den kegel in z'n geheel kleiner, dus verkleint de op de lucht overgedragen geluidsenergie. Daarom moeten we bij klein gewicht een behoorlijke stijfheid zien te bereiken, en de beschreven kegel voldoet goed aan deze eischen. Ook kan door demping in de ster en het flanel zoo'n staande trilling in het kegelmateriaal zich niet tot storende sterkte ontwikkelen. Maakt men den kegel te klein, dan verkleint daarmee ook het aanlegvlak tegen de lucht, zoodat voor gelijke geluidsuitstraling grooter amplitude noodig wordt. Maakt men den kegel groot, dan wordt hij weer te zwaar en wordt ook de uitstraling der hooge tonen benadeeld (zie verderop). Een diameter van 10 à 15 c.M. blijkt de gunstigste te zijn.

Als resultaat mogen we wel concludeeren, dat het beschouwde electro-dynamische stelsel geen noemenswaardige resonanties bezit, althans niet binnen het hoorbaarheidsgebied. De frequentie-lijn is een vlakke lijn, zonder bergen en dalen.

Nu rest nog de vraag, of de frequentielijn horizontaal loopt — het ideaal! — of dat ze bij hoogere frequenties wellicht oploopt of afloopt. Beschouwen we daartoe nog even den volgende theoretischen grondslag:

Het vermogen der geluidstrillingen, uitgestraald door een klein diaphragma, dat afsluit een kleine opening in een oneindig grooten vlakken wand en in z'n geheel trilt met frequentie n en amplitude a , is evenredig met de vierde macht van n en met het kwadraat van a , dus $\propto C \cdot n^4 \cdot a^2$. Nu is de bewegingsvergelijking van een harmonische trilling: $S = a \sin \omega t$, waaruit volgt:

$$\text{versnelling} = -a \omega^2 \sin \omega t,$$

$$a \omega^2 \sin \omega t,$$

$$\text{dus: kracht } K = \text{massa} \times \text{versnelling} = -m \cdot a \cdot \omega^2 \sin \omega t = K_0 \sin \omega t.$$

Derhalve is de amplitude

$$a = -\frac{K_0}{m \omega^2} = C_1 \cdot \frac{K_0}{n^2}.$$

Het uitgestraalde vermogen wordt dan

$$C \cdot n^4 \cdot a^2 = C \cdot n^4 \cdot \left(C_1 \frac{K_0}{n^2}\right)^2 = C_2 \cdot K_0^2.$$

n valt er dus juist uit, en derhalve zal *het uitgestraald vermogen onafhankelijk van de frequentie zijn*, als K_0 daarvan onafhankelijk is, d.w.z.: als het diaphragma vrij trilt, uitsluitend ingevolgd z'n

traagheid, en aangedreven wordt door een wisselkracht, welke grootte onafhankelijk van de frequentie is.

Bij onzen luidspreker is $K = Hl$; dus moet dan, daar H en l constant zijn, i onafhankelijk van de frequentie zijn. Dit is dus de voorwaarde, waaraan we moeten voldoen, opdat onze luidspreker, die een benadering is van het gestelde theoretische geval, een horizontale frequentielijn zal bezitten.

Onze trillende conus is echter niet voldoende klein, dat de formule $C.n.4a^2$ voor het uitgestraalde vermogen er zonder meer voor geldt. En dit blijkt bij nader onderzoek ten gevolge te hebben, dat voor de hogere frequenties het uitgestraalde vermogen afneemt. We moeten den conus dus vooral niet te groot maken. Voor de aangegeven afmetingen blijkt de invloed daarvan niet dermate te zijn, of de resulterende frequentielijn is toch buitengewoon gunstig, al loopt ze naar de hooge tonen iets af.

Om de uitstraling van de hooge tonen te vergrooten is nog aangebracht de dikke koperen schijf H (zie fig. 1). Deze werkt ten opzichte van het bewegelijke stroomspoeltje als kortgesloten secundaire winding met een weerstand, die praktisch nul is. Hierdoor wordt de impedantie van het spoeltje vooral bij hooge frequenties aanmerkelijk verkleind, des te meer, naarmate het koper vaster met het spoeltje gekoppeld is. Ook het ijzer van kern en deksel werkt trouwens in dezelfde richting, zoodat de impedantie van het spoeltje tot niet veel hoger dan den Ohmschen weerstand gereduceerd wordt. De koperen schijf sluit, eventueel met opneming van een dun lapje vilt tusschen koper en deksel, meteen de luchtspleet links af en voorkomt daardoor mogelijke luchtresonanties. Ze kan trouwens in nog andere opzichten van voordeel zijn.

Uit de formule $a = C_1 \frac{K_0}{n^2}$ volgt, dat de amplitude a van den trillenden conus bij constante kracht K_0 omgekeerd evenredig is met n^2 . Voor tweemaal zoo lage tonen wordt de amplitude dus viermaal zoo groot. Bij weergave van lage tonen (en die worden hier schitterend weergegeven, tot de laagste toe!) voert de conus dan ook sterke slingeringen uit, die bij krachtige partijen wel tot een amplitude van 1 m.M. kunnen oploopen; men houde de vingers maar eens los tegen den kegel aan. Hier blijkt nog eens opnieuw, dat de ster en het flanel zeer buigzaam en slap moeten zijn om die sterke vibraties mogelijk te maken, en dat de kegel zelf in verhouding daartoe hard moet zijn, opdat hij daarbij niet zal doorbuigen. Is hieraan voldaan, dan is het ook werkelijk een genot de weergave der lage tonen door zoo'n luidspreker te hooren; niet

eenig gebrom of dof geluid, dat er wat op lijkt, maar de natuurlijke lage toon. Men vergeet intusschen niet, dat allereerst de zender, maar verder ook de ontvanger en versterker goed in orde moeten zijn. Zoo niet, dan voldoet een minder goede luidspreker gewoonlijk beter, omdat deze electro-dynamische luidspreker de fouten in den ontvanger (slechte transformatoren, overbelaste lampen enz.) al te duidelijk laat hooren.

Dat de hooge tonen niet in het gedrang komen, blijkt uit de keurige weergave van den S klank, de volkomen gaafheid en gemakkelijke verstaanbaarheid van het gesproken woord. Verder vloeit het geluid ook bij de drukste partijen nooit ineen, waartoe allereerst het ontbreken van resonanties meewerkt, maar ook de sterke electromagnetische- en luchtdemping, die het trillend systeem bezit: de eerste als gevolg van de inductie bij de beweging van het stroomspoeltje in het sterke magnetische veld, de tweede als gevolg van de energie-overdracht op de lucht.

De geluidsterkte is, bij goede aanpassing aan de eindlamp, minstens even groot of grooter dan van andere luidsprekers. En de gevoeligheid voor zwakke geluiden (stroompjes) is grooter dan bij electromagnetische luidsprekers, altijd ondersteld, dat we zorgen voor een sterk magnetisch veld in de luchtspleet ($H = 7000$ à 8000).

Het nadeel van den sterken electromagneet, die hier noodig is, z'n grootte en aanzienlijk gewicht en z'n gelijkstroomvoeding, mag weliswaar niet uit het oog worden verloren, maar de groote voordelen wegen daar mijns inziens wel tegen op. Wat dit sterke magnetisch veld betreft, wensch ik nog zonder nadere bespreking de volgende mogelijkheden aan te stippen:

- 1e. voeding van het veld door het plaatstroomapparaat;
- 2e. voeding van het veld, door den veldmagneet als smoorspoel in het plaatstroomapparaat op te nemen;
- 3e. opwekking van het veld met een permanenten staalmagneet.

De beide eerste mogelijkheden zijn heel goed te vervullen. Wat de derde betreft, er zijn tegenwoordig staalsoorten bekend, die een hooge magnetisatie toelaten en behouden. Hoewel hier een zeer aantrekkelijke oplossing open ligt, vergeet men niet, dat men hooge eischen stelt. Het veld van een draaispoelsysteem heeft gewoonlijk in de luchtspleet een veldsterkte omsteeks 500 à 1000. Uit inlichtingen is mij bekend, dat in de Krupffabrieken uitgebreide proeven zijn genomen om die veldsterkte op te voeren en ons werd medegedeeld, dat men er daar in geslaagd is H tot 3000 op te voeren. Inderdaad is dit reeds een mooi resultaat, en het doet ons hopen, dat men door nog nadere verbetering en vergrooting van H tot een

mooie oplossing van den electro-dynamischen conus luidspreker zal komen.

Een moeilijke kwestie is nog de aanpassing van den luidspreker aan de eindlamp, hetgeen geschiedt door middel van een transformator. Men moet daarbij allereerst vervullen de gevonden voorwaarde, dat i in het bewegelijke stroomspoeltje onafhankelijk moet zijn van de frequentie, maar ook moet men er naar streven, dat de maximum elektrische wisselstroomenergie, die de eindlamp bij de gegeven belasting zonder vervorming kan leveren, in het stroomspoeltje van den luidspreker terecht komt. Daar de lampimpedantie veel hoger is dan die van het stroomspoeltje, moeten we naar beneden transformeeren. De primaire wikkeling heeft dus veel windingen, waardoor de betrekkelijk groote plaatstroom der eindlamp vloeit, dus moet men oppassen voor verzadiging van de transformator-kern. Ik volsta hier met de volgende gegevens voor een transformator, die het goed doet:

open kern transformator; als kern een rond bundeltje dun ijzerdraad (weekijzer), 1 c.M. dik, gestoken in een dun kartonnen kokertje van 9 c.M. lengte. Tusschen de houten blokjes, om beide uiteinden gelijmd, 4 bij 4 c.M. en 1 c.M. dik, dus met tusschenruimte van 7 c.M., wordt eerst de secundaire wikkeling aangebracht, n.l. 500 windingen emaliedraad, 0,5 á 0,6 m.M. dik. Daaromheen, er van gescheiden door een dun isolatielaagje, de primaire wikkeling, bestaande uit 12.000 windingen emaliedraad No. 36, dik 0,127 m.M. In de photo fig. 4 ziet men dezen transformator rechts boven. De secundaire (dikdraad) wikkeling wordt via een klemmenbordje op de uiteinden a en b van het stroomspoeltje van den luidspreker (zie fig. 1) aangesloten. Men gebruike vooral een voldoende ruime eindlamp, die ook in de sterkste partijen de roosterwisselspanning gaaf verwerken kan. Beweging van den milliamp-meter in den plaatkring hoort men direct als vervorming.

De luidspreker kan flinke energieën verwerken. Ik heb hem zelfs als proef opgenomen in den plaatkring van een Philips TB 1/50 lamp met 1000 Volt plaatspanning en 50 Volt negatieve rooster-spanning, plaatstroom 40 m.A. (bij wat te lage gloeispanning), dat wordt 40 Watt plaatgelijkstroomvermogen. Deze lamp was toen 3e lamp = eindlamp van een 3 lampsontvanger en kan daarmee vol worden belast. Dan komt men tot enorme geluidsterkten, en toch blijft het geluid, ook als men vlak bij den luidspreker staat, volkomen gaaf.

De stroomsterkte door het bewegelijke stroomspoeltje blijkt bij

flinke kamersterkte in de sterkste partijen 0,1 à 0,2 Amp. te bedragen; bij voornoemde krachtproef natuurlijk nog aanzienlijk hooger.

Weerstandsversterking blijkt met dezen luidspreker overtuigend superieur aan transformatorversterking, ook met de beste totnogtoe beproefde transformatoren, zooals Pye en Marconi; den nieuwen Philipstransformator heb ik nog niet kunnen beproeven in dit opzicht. Onder omstandigheden kan 1 trap smoorspoel + 1 trap weerstandsversterking de voorkeur verdienen boven 2 trappen weerstandsversterking, waardoor de lage tonen wat verzwakt worden. En met de detectorlamp vooral nooit op den rand van genereeren werken, maar met weinig of geen terugkoppeling.

Sinds eenigen tijd ben ik bezig met het gebruik van den luidspreker als microfoon voor m'n zender. Deze functies dekken elkaar niet, omdat als luidspreker de primaire transformatorwikkeling deel uitmaakt van een gesloten, stroomvoerende keten, en als microfoon deze keten open is en slechts spanning toevoert aan een lamprooster. Dit heeft theoretisch een andere ligging der frequentielijn ten gevolge en wel worden de lage tonen te sterk in verhouding tot de hooge. Door een correctiefilter of op andere wijze moet de naar rechts dalende frequentielijn weer wat worden omhoog gedraaid. De betreffende zendproeven worden nog steeds voortgezet en hebben een, mijzelf zeer bevredigend, verloop. Rapporten worden steeds gaarne tegemoet gezien aan m'n adres:

Dordrecht, Reeweg 110, Radio POB 1.

Metingen over de Qualiteit van Spoelen.

Beoordeeling der bruikbaarheid in verschillende schema's — aanpassing — h.f. transformatoren.

Door Ir. H. MAK.

(Vervolg.)

Wegens ongeschiktheid der methode, werd de meetwijze met wattmeter niet toegepast. Deze is meer geschikt voor lagere frequenties en onscherpe resonanties.

De „dempingsdecrement"-methode leverde resultaten op; echter bleken, bij de goede spoelqualiteiten, de capaciteiten, welke den stroom tot $\frac{1}{\sqrt{2}}$ maal de resonanswaarde reduceerden, zóó weinig van de resonanscapaciteit af te wijken, dat bij een gewonen

roteerenden condensator, de minste paralax bij aflezing, de gevonden waarde van R met meer dan 50 % + of — kon doen variëren. Toch werden hier weerstanden van dezelfde grootteorde gevonden als bij de volgende meetmethoden.

Deze methode is echter zeer nauwkeurig bij kleinere waarden van $\frac{L}{R}$, en is door de beide volgende methoden niet te vervangen, wanneer het gaat om het meten van weerstand of decrement van open trillingsketens (antennes). Deze laatste hebben ook in 't algemeen zoodanige grootten, dat de nauwkeurigheid der metingen wél voldoende is. Voor de metingen aan spoelen bleken de twee laatstgenoemde methoden het beste resultaat te geven, en, in gevallen waar de weerstand van den hittedraadmeter klein was t. o. v. den spoelweerstand, werden beide methoden ter onderlinge contrôle benut.

Dit was het geval bij spoelen met een golfbereik boven 400 meter. Daar beneden werd het verschil tusschen totaal weerstand en meterweerstand te gering, en dus te veel onderhevig aan groote afwijkingen als gevolg van relatief kleine waarnemingsfouten.

In het golfbereik 200—500 meter en daar beneden werd dan ook bijna uitsluitend met de serieschakeling gewerkt.

Bij deze methode, waar een keten van geringen weerstand aan den generator gekoppeld wordt, is een zéér kleine koppelspoel gewenscht, ten eerste om „trekken” te vermijden, en ook om de meeste energie in de meetketen te verkrijgen.

Bij de parallelschakeling, waar de koppelspoel gescheiden is van de resonansketen door een weerstand van 10.000 Ω , en de keten zelf, bij resonantie, een weerstand tusschen 20.000 en 200.000 Ω vertegenwoordigt, is een grooter koppelspoel noodig.

In 't gebied λ 200—500 M. is bv. 4 windingen bij de serieschakeling genoeg, terwijl bij de parallelschakeling 15 tot 20 windingen (alles 5 à 8 c.M. diam.) noodzakelijk zijn om voldoende uitslag te verkrijgen.

Zooals reeds medegedeeld, werden de lampvoltmeters steeds voor plaatgelijkrichting gebruikt, teneinde de roosters geen stroom te laten verbruiken.

Er zijn hier nog drie wegen ter keuze, om de spanning af te lezen.

1e. het eens en vooral vastleggen van rooster, gloei- en anodespanning, en het maken van een ijk-kromme, welke verband legt tusschen de grootte van de wisselspanning aan het rooster en de grootte van den anodestroom.

Behalve dat deze werkwijze sterk afhankelijk is van eventueele variaties in batterijspanningen, is, bij de zéér afwijkende spanningen, welke bij de metingen worden waargenomen, niet steeds volledige garantie aanwezig dat de roosterstroom werkelijk nul blijft.

Waar echter hier toch met zeer losse koppelingen moet gewerkt worden en zoowel oscillator als meetketen scherp afgestemd worden, ligt de veronderstelling voor de hand dat de spanningen vrijwel den sinusvorm benaderen. In 't volgende wordt daarvan gebruik gemaakt.

Ten eerste kan, bij een voldoende groote anodespanning, de roosterspanning worden opgezocht, (en op een gelijkstroommeter worden afgelezen) waarbij de plaatstroom = 0 wordt.

Daarna wordt de oscillator in werking gesteld en de juiste instelling gemaakt. Daarna wordt de roosterspanning, met — e volts vermeerderd tot weer de plaatstroom = 0 is. De wisselspanning aan het rooster heeft dan de topwaarde e dus de middelbare waarde $\frac{e}{\sqrt{2}}$.

Nu kan vooraf een bepaalde waarde voor — e worden gekozen, en dan de koppeling zoodanig worden gevarieerd dat $I_a = 0$.

Een andere weg is, om de koppeling constant te houden en de roosterspanning te varieeren waarna we deze variatie weder met een gelijkstroominstrument kunnen meten.

Naar omstandigheden zal nu eens de eene, dan weer de andere wg gevolgd worden, en vaak moet tot combinatie van beide mogelijkheden worden overgegaan, alsook tot het varieeren van het vermogen van den oscillator, ten einde convenabele aflezingen te verkrijgen.

In het golfgebied omstreeks 40 M. is bij de serieschakeling de ketenspanning slechts enkele tienden volts, bij c.a. $\frac{1}{2}$ ampère stroom, daartegenover wordt omstreeks 2000 M. een spanning van circa 10 volt slechts bij sterk werkenden generator verkregen, bij een stroom van enkele tientallen milliampères. Een verbetering in beide methoden is nog, om den anodestroom niet op nulwaarde doch op een klein bedrag b.v. 1 m.A. te baseeren.

Dit heeft het voordeel, dat de methode dan gevoeliger is — n.l. doordat de karakteristiek minder gekromd is, en bovendien is de nulwaarde gevaarlijk, omdat dan heel licht te groote spanning e wordt afgelezen, doordat ook bij kleiner roosterpotentiaal, de meter nog op nul zou staan.

Eenige tabellen, waarin de meetresultaten zijn weergegeven, geven een beeld van de verschillende grootheden.

1e. In het omroepgebied tusschen 300 en 500 meter golflengte; met betrekking tot een goed geconstrueerde spoel (honingraat met vergrootte mazen) van 50 windingen (spoel A).

λ (m)	R (Ω)	L (μ H)	C ₀	$\frac{L}{R} \cdot 10^6$	$\frac{\omega^2 L^2}{R}$ (Ω)
500	11,8	166	9	14	33500
400	12,8	166	9	12,8	47500
300	17,2	166	9	9,7	64000

Wat kunnen we nu met deze gegevens doen?

Voorals de laatste kolom stelt ons bij constructie van h.f. versterkers in staat een zekere lijn te volgen. In het golfgebied 300—500 M., blijkt de blokkeeringswaarde gemiddeld circa 50000 Ω te zijn, zoodat, bij toepassing van de spoel in een „Koomans“-schema we direct zien welke lamp hiervoor (als h.f.) het beste effect belooft.

Dit moet zijn een lamp met zoo groot mogelijke waarde $g \times s$, en een inwendigen weerstand van ongeveer 50000 Ω , zoodat hier de A 430 nogal goed op haar plaats is.

Om den besten h.f. trap met deze spoel te maken, is ten eerste de lamp met den grootsten qualiteitsfactor, dus A 415 vereischt. Daar deze slechts 7500 Ω anodeweerstand heeft, is hier tevens gebruikt te maken van een transformatieverhouding $\sqrt{\frac{50\,000}{7500}}$ = rond 2,5.

Daar in 't eerste geval volledig wordt partij getrokken van de „güte“ van A 430 d.i. circa 15, en in het tweede geval van de overeenkomstige waarde van A 415, d.i. 30 zal hier dan ook belangrijk meer bereikt worden.

Hoe men deze transformatie bereikt, door aftakking of inductieve koppeling, het systeem al of niet van verdere complicaties voorzien, doet er principieel niets toe.

2e. De meting van een spoel voor gebruik in een der courante schermtypen voor 250—550 meter „split primary transformer“, leverde de volgende tabel:

vrije spoel					
λ (m)	L (μ H)	R	$\frac{L}{R} \cdot 10^6$	$\frac{\omega^2 L^2}{R}$	
500	248	6,5	38,1	132000	
400	248	7,5	33,6	184000	
300	248	21,2	11,8	117000	
met scherm					
500	170	4,8	35,5	87000	
400	170	5,3	32	123000	
300	170	15,1	11,2	76000	

We zien hier, dat veel hooger blokkeeringswaarden bereikt worden; zoodat nu, wat gelijkheid van weerstanden aangaat, goede aanpassing wordt verkregen door de spoel zelf, de secundaire dus, vrij van terugkoppel en primaire windingen, in een „Koomans” toe te passen met RE 054 welke 160000 Ω heeft.

De „güte” is hier echter nogal klein. Gebruiken we de spoel op de normale wijze, dan zien we dat toepassing gewenscht is, van een lamp met een anodeweerstand $R_a = \frac{100\ 000}{U^2} = \frac{100\ 000}{16} =$ ongeveer 6250 Ω .

Hier zijn dus, wat aanpassing betreft B 406, A 415, RE 354 en RE 134 op hunne plaats.

De grootste qualiteitsfactor heeft A 415, zoodat de keuze wel hierop valt, als meest geschikte lamp om in combinatie met dit type h.f. transformatoren te worden gebruikt.

Ook zien we den invloed van het scherm. Dit fungeert als een kortgesloten secundaire winding. Naarmate het scherm ruimer om de spoel is gebouwd, is de koppeling ermede minder, de slechte invloed dus geringer. Intusschen doet deze winding de zelfinductie dalen — wat reeds zéér bekend mag heeten.

Schijnbaar heel vreemd, daalt de weerstand; dus ook de verliezen.

Dit is niet juist. — Slechts *de verliezen bij dezelfde stroomsterkte* dalen. Daar ook L daalt, zal echter bij *kleiner* spanning reeds diezelfde stroom worden doorgelaten, zoodat reeds bij die kleinere spanning de verliezen aanwezig zijn.

De spoel is, ingeschermd, dus minder van hoedanigheden, dan vrij, hetgeen duidelijk uit de kolommen voor $\frac{L}{R}$ en $\frac{\omega^2 L^2}{R}$ blijkt, terwijl met scherm toch nog van een zéér goede spoel mag gesproken worden.

Naarmate nu de specifieke weerstand van het scherm kleiner is, is de invloed minder ongunstig, zoodat van naadloos geforceerde of geperste schermen van roodkoper, en voldoende wanddikte, meer succes is te verwachten, dan van andere metalen. Een soldeernaad is echter voldoende om de winst te vernietigen.

Is n.l. de weerstand zeer laag, dan is de stroom in het scherm sterk faze-verschoven, veroorzaakt véél spreiding met de spoel en verbruikt weinig *energie*. Is de weerstand hooger, dan is de schermstroom kleiner, de fazeverschuiving echter minder, bij kleiner spreiding, zoodat hier een „wattbelasting” aanwezig is. Een, voor sterkstroomtechnici duidelijke vergelijking is hier de driefazen in-

ductiemotor in aanlooptoestand. („kortsluitproef”), waar de rotorweerstand denzelfden invloed heeft als hier de schermweerstand.

Plotseling, gedurende de bewerking van dit artikeltje komt (als geroepen) de A 442, resp. C 142 van de Philips fabrieken ons verrassen met een weerstand van 150000 Ω en een qualiteitsfactor 150. Direct past deze lamp (dus zonder transformatie, doch in „Koomans”-schakeling) vrij goed op de spoel uit het laatste voorbeeld, zoodat hier nog wel een 60 à 70-voudige versterking in één trap is te verwachten. Hiermede worden uitteraard de oudere lamptypen weder uitgeschakeld.

Gegevens uit een ander golfgebied zijn ook van interesse. Een spoel van 12 windingen (korte golf-type) leverde de volgende tabel op:

λ	R	L	$\frac{L}{R} \cdot 10^{-6}$	$\frac{\omega^2 L^2}{R}$
47	10		2,31	75000
80	2	20	10	112000
98	1,5		13,3	103000

Ook hier worden dus voor de blokkeeringswaarde (of golfweerstand) bedragen van c.a. 0,1 megohm gevonden.

Teneinde nu niet het geheele betoog te doorspekken met tabellen is het misschien beter enkele getallen te noemen.

In het kortegolfgebied (250—550) leverde een „fieldless coil”

$\frac{L}{R}$ waarden van gemiddeld $47 \cdot 10^{-6}$, en een golfweerstand van 0,2 megohm. Hoewel bij opzetten van het scherm L niet noemenswaard (1 %) veranderde, bleek R zóó te worden aangetast, dat de $\frac{L}{R}$ waarde tot $34 \cdot 10^{-6}$ daalde. De golfweerstand nam tot 0,15 megohm af.

Een geheel ander aspect levert het meten van spoelen in het „lange golf” gebied van den omroep op. Hier varieeren de R waarden tusschen 200 en 1200 Ω , de $\frac{L}{R}$ verhouding wordt slechts c.a. 10, bij een blokkeeringswaarde van rond 30000 Ω (varieerend tusschen 20000 en 45000 Ω). Dit is dus zéér slecht. De aanpassing bestaat slechts voor directe koppeling met A 425 e.d., zoodat van transformatie weinig te hopen is.

Het is mij echter mogelijk gebleken van litze draad een spoel te maken waarbij de golfweerstand tusschen 1000 en 2000 M. rond 0,2 megohm werd. Deze spoel, welke voor vele verdere proeven,

ook praktische, dienst doet, heeft een diameter van 8 centimeter, 200 windingen, in drie lagen bankwikkeling gelegd.

Deze spoel leverde practisch weinig verschillende geluidsterkte op, t.o.v. spoelen met 30.000 Ω golfweerstand, indien op dezelfde transformatieverhouding toegepast.

Dit klopt schijnbaar slecht, doch vergeten we niet, dat in deze keten de terugkoppeling werd gebruikt.

De werking blijkt bij voortgezette proeven schitterend met de metingen overeen te stemmen, d.w.z. indien de spoelen worden toegepast in een versterkingstrap waarbij ze worden gevolgd door een, als *versterker* geschakelde lamp.

Het is dus van 't allerhoogste belang, dat in uw Solodyne de 2e spoel (1e transformator) juist is aangepast aan de 1e lamp. De spoel, welke den detector voedt en die waarop dempingsreductie is toegepast, verkeerden in geheel andere omstandigheden en worden apart beschouwd (bij roosterdetectie).

Alvorens te kunnen overgaan tot deze beschouwingen zal het noodig zijn, eens een lijn te trekken volgens welke niet alleen een relatieve, doch ook een absolute qualiteits-beschouwing mogelijk is.

Absolute maten voor beoordeeling van spoelen.

Voor telefonie ontvangst zullen de volgende punten in 't oog gehouden moeten worden:

1e. De spoel moet zóó goed zijn, dat een aangrenzend telefoniestation (juiste afstand 20.000 perioden, practisch vaak 10.000), niet wordt gehoord.

Rekent men in 't algemeen op twee ketens, dan moeten *beide* tot dit doel bijdragen; bij meer ketens *alle* (indien niet principieel aperiodisch geconstrueerd).

2e. De spoelqualiteit is naar boven begrensd door het feit dat de beide zijbanden van een telefoniestation moeten worden ontvangen met een praktische gelijkmatigheid over een gebied dat dus minstens 5 kiloperioden van de resonantiegolf afwijkt, en dus in z'n geheel circa 10 kiloperioden breed is. Een strengere eisch is, dit gebied tot 20 k.p. uit te breiden.

Het zal blijken, dat deze eisch de basis vormt voor aanpassing bij terugkoppeling.

Met dit hulpmiddel kan men n.l. de demping nul maken, waarbij dus de golfweerstand oneindig wordt.

Een bepaalde demping blijft echter vereischt om goede telefoniequaliteit te verkrijgen. Dit is de grens van terugkoppeling welke mag worden toegepast.

Door bij deze demping den golfweerstand uit te rekenen, komen we tot de mogelijke transformatieverhouding, welke dan meest hooger kan zijn, dan zonder dempingsreductie. Hieruit volgt, dat bij schijnbaar zéér slechte aanpassing, dit toch wel eens kan meevallen — *als men terugkoppelt.*

Hierdoor is ook de mogelijkheid te verklaren, dat men b.v. met RE 054 (160000 Ω) zéér goede resultaten heeft bereikt bij honingraatspoelen welke, afzonderlijk gemeten een golfweerstand van 30000 Ω opleveren.

Zeker is echter, dat men in zoo'n geval ook zéér sterk het effect van het terugkoppelen bemerkt, terwijl, indien reeds zonder dempingsreductie een behoorlijke aanpassing bestaat, men van het terugkoppelen véél minder succes heeft.

Indien een keten aan een lamp met roosterdetectie is verbonden, zal hierdoor als 't ware een bepaalde sluiting over de keten worden gezet. Heeft de keten dus een zekeren eigen golfweerstand, dan moeten we, om den resulterenden toestand te kennen, den weerstand van de parallelschakeling van twee takken becijferen waarvan de golfweerstand den eenen tak vormt, terwijl de tweede tak wordt bepaald door lek en roostersteilheid.

Werd hier de lijn aangegeven voor absolute beoordeeling, in 't volgende zal hieraan met enkele cijfers meer vaste vorm worden gegeven.

(Wordt vervolgd.)

De Raytheon lamp.

Door Drs. M. HELLINGMAN.

Onder verwijzing naar een betreffend artikel in het Jan. en Febr. nummer van dezen jaargang zal ik in het volgende nog enkele ervaringen met en gegevens over de Raytheon lamp mededeelen.

Bij onderzoek van een defecte lamp bleek de inwendige bouw inderdaad bijna geheel overeen te stemmen met fig. 4 op blz. 38. Slechts bezitten de buisjes q inwendig een kleine vernauwing, waar de uiteinden der metalen buisjes p en der glasbuisjes r tegen aan rusten. Hierdoor wordt o.a. voorkomen, dat de buisjes q naar beneden kunnen zakken. Verder eindigen de metaaldraden a_1 en a_2 niet iets onder, maar ongeveer 1 m.M. boven den bodem b der doos. De metaaldraden a_1 en a_2 bleken 1.75 m.M. dik te zijn, terwijl de inwendige diameter der metaalbuisjes p 3,5 m.M. bedroeg, zoodat de luchtruimte tusschen beide ongeveer 0.9 m.M. dik was (zie

blz. 40). De metaalbuisjes p staken 2,5 m.M. onder den bodem der doos uit.

Bij chemisch onderzoek van het electroden-materiaal bleek de hoed uit vrijwel zuiver ijzer te bestaan; gevonden werd 99,50 en 99,25, dus gemiddeld 99,4 % Fe. Daarentegen waren de metaaldraden a_1 en a_2 van zeer zuiver nikkel vervaardigd; gevonden werd 99,62 en 100,24, dus gemiddeld 99,9 % Ni, terwijl tevens bij het kwalitatieve onderzoek uiterst geringe sporen Fe (waarschijnlijk t.g.v. verstuiving) en Co werden aangetoond. — Dit klopt in zoverre met onze waarnemingen in de tabel op blz. 37, dat de normale kathodeval voor ijzer-helium inderdaad kleiner is dan die voor nikkel-helium. Intusschen blijft de op blz. 39 bovenaan geconstateerde moeilijkheid, dat we de electrodenspanning dan te laag vinden. Waarschijnlijk hangt het feit, dat we den kathodeval hier lager vinden dan gewoonlijk, samen met de omstandigheid, dat de afsluiting der ontladingsruimte door den hoed en mede de gasdruk gunstig zijn voor het optreden van metastabiele atoomtoestanden met vrij grooten levensduur. Daar deze metastabiele heliumatomen veel gemakkelijker te ioniseeren zijn dan de gewone atomen, vergemakkelijkt dit het ontladingsverschijnsel zoozeer, dat het reeds bij aanmerkelijk lagere electrodenspanning zich voltrekt (natuurlijk komt dit aan de werking der lamp ten goede). Hierover zijn onderzoekingen verricht op het natuurkundig laboratorium der Philips-fabrieken; men zie het artikel: „De levensduur van metastabiele toestanden van neon, argon en helium” door Dorgelo en Washington in de Verslagen der Kon. Ak. v. Wet. Amsterdam 35 No. 8, 1926.

Wat den levensduur der Raytheon lamp betreft, ben ik persoonlijk wel eenigszins teleurgesteld. Mijn eigen ervaringen en die, waarvan ik kennis nam in m'n naaste omgeving, zijn niet zoo gunstig als ik gehoopt had. Mogelijk zijn de tegenwoordige lampseries beter, maar de door mij indertijd gebruikte lamp heeft het kort na mijn publicaties begeven, bij de belasting van 60 m.A., waarvoor de lamp gegarandeerd was. Oorzaak was het onzuiver worden der gasvulling (zie blz. 40 en 41).

Het terugloopen der werking speelt zich als volgt af, welk verloop ik ook bij anderen waarnam. Geladen werd een 120 V. anode accu batterij door dubbel filter heen met 60 m.A. Gaandeweg liep de laadstroom terug, langzaam maar zeker. De transformator liet een geleidelijk sterker wordend zoemend geluid hooren, dat langzamerhand overging in het snorrend geluid als van een motor. Dit wees op een stijgen van de doorslagspanning. De transformator-

spanning overtreft die oplopende doorslagspanning dan slechts gedurende een steeds korter wordend tijdsdeeltje der halve periode en levert in dat moment dan een korten, krachtigen stroomschok, die den stroomloozen toestand gedurende den overigen tijd goed moet maken. Aldus krijgt men 100 steeds korter wordende stroomimpulsen per seconde, dus een steeds scherper uitgesproken brommen van den transformator in de toonhoogte 100. Eindelijk is door vrijgekomen gassen het edelgas zoozeer verontreinigd, dat de doorslagspanning in de buurt der piekspanning van den transformator komt te liggen. Dan blijft de ontsteking zoo nu en dan uit, en terwijl de laadstroom voortdurend zakt tot 20 en 15 m.A., hoort men den bromtoon van den transformator in een lageren, scherp knortoon van steeds lager frequentie overgaan, gelijkend op de explosies van een benzine-motor. Eindelijk wordt die toon korte tijdsmomenten onderbroken en valt de milliamp. meter op nul om zoo nu en dan weer eens even aan te slaan, totdat ten slotte geen enkele ontsteking meer optreedt, de transformator zwijgt, de meter rust op 0, en de lamp haar veelbelovend maar helaas te kort leven heeft geëindigd.

Daar remplaceering der lamp lang op zich liet wachten en ten slotte door omstandigheden zelfs uitbleef, heb ik de rol der Raytheon lamp laten overnemen door 2 Philips 373 lampen (tweezijdige gelijkrichting). Deze kosten te samen even duur als de Raytheon-lamp, maar vereischten natuurlijk de toevoeging van een kleinen gloeistroomtransformator aan het overigens gehandhaafde Raytheonapparaat. Het resultaat was zelfs nog een belangrijke winst. Niet alleen kon met 1 filter worden volstaan, maar ook de output nam toe. Het toestel bestond nu uit: Ferrix GP550, 2 Philips 373 lampen met gloeistroom transformator, 4 μ F., smoorspoel Ferrix G50, 4 μ F. Ik laad er mee bij herhaling een 220 V. anode accubatterij met ongeveer 60 m.A.; aan het eind der lading bedroeg de spanning b.v. 268 Volt bij 62 m.A., hetgeen een gelijkstroomvermogen van *ruim 16 Watt* beteekent! en dat aan het einde van een 14-urige, ononderbroken lading. Verder is het apparaat in geregeld bedrijf voor voeding van een Marconi LS 5 als eindlamp en levert aldus reeds maanden lang zonder enig terugloopen 360 V. plaatspanning bij 27 m.A. plaatstroom en 31 V. neg. roostersp., dat is bijna 10 Watt, wat de LS 5 juist hebben kan. De beide Philips 373 lampen verrichten haar functie niettegenstaande de hooge belasting reeds ongeveer een half jaar op voortreffelijke wijze, zonder enig terugloopen der emissie (gloeidraadspanning 2½ à 3 Volt).

De nieuwe gelijkrichtlamp RGN van Telefunken kan de gelijkrichtfunctie der beide Philips 373 lampen evenzoo vervullen, en, hoewel volgens Telefunken die lamp niet voor laden van anode-accus mag worden gebruikt, zie ik voor mij op grond mijner metingen, beschreven in het Februari nummer, geen enkel bezwaar daartegen, mits men natuurlijk een goed filter tusschen de gelijkrichtlamp en de te laden batterij opneemt. Alleen zonder filter leidt het laden eener anodebatterij tot vergrootte lampbelasting, zooals uit de aangehaalde onderzoekingen ook proefondervindelijk bleek.

Ten slotte nog een opmerking over het gebruik van een glimlamp voor het meten van wisselspanningen, zooals in het Februari nummer beschreven. Bij deze meetmethode is stilzwijgend ondersteld, dat de piekspanning van een wisselstroom, noodig voor het inleiden der glimontlading (voor den eersten doorslag), gelijk is aan de z.g. statische doorslagspanning, dat is de doorslagspanning bij belasting der lamp met zuiveren gelijkstroom. Hieraan is inderdaad voldaan, zoolang de frequentie van den wisselstroom lager blijft dan 10^6 , dus zelfs voor frequenties, die het gebied der hoorbare frequenties (tot $\infty 10^4$) nog ver te boven gaan. Zelfs bij een frequentie 5×10^6 , overeenkomend met hoogfrequente aethertrillingen van 60 M. golflengte, konden door E. O. Hulburt (Phys. Rev. 20, 127, 1922) nog geen merkbare afwijkingen worden aangetoond. Wanneer de frequentie echter hooger wordt dan 10^7 , dus voor golven van 25 M. en lager, blijkt de voor de inleiding der ontlading benodigde piekspanning sterk af te nemen, dus aanzienlijk kleiner te worden dan de statische doorslagspanning. Bij metingen, door Penning verricht op het natuurkundig laboratorium der Philips fabrieken, bleek bij een wisselstroomfrequentie van ongeveer 3×10^7 (golflengte 10 M.) in neon de topspanning zelfs te kunnen dalen tot 10 à 11 Volt, dat is minstens 6-maal zoo laag als de minimum statische doorslagspanning, die in neon bij het gunstigste electrodenmateriaal kan optreden. Merkwaardig is, dat deze topspanning zelfs lager ligt dan de ionisatiespanning van neon.

Op de theoretische verklaring van een en ander zal ik nu maar niet verder ingaan; belangstellenden verwijs ik naar het artikel „De hoogfrequente glimontlading” door Penning in Physica, No. 3, 1927. Ik wilde er slechts op attent maken, dat men met betreffende metingen met behulp der glimlamp, b.v. van roosterwisselspanningen, voorzichtig met z'n conclusies moet zijn, als hoogfrequente wisselspanningen met frequentie 10^7 en grooter aanwezig kunnen zijn. Ook volgt uit het bovenstaande, dat het oplichten van een

edelgaszekering tusschen antenne en aarde bij sterke luchtstoringen op korte golflengte reeds kan plaats vinden bij spanningen van enkele tientallen Volts, aanzienlijk lager dan de statische doorslagspanning.

Nogmaals: Schema Schaaper.

Door ERIK SCHAAPER.

(Vervolg van bladz. 287.)

De hoogfrequentlamp is wel een der meest belangrijke deelen van den ontvanger. Daar de hoogfrequentenschakeling een transformatorschakeling is, komt het er vooral op aan dat de lamp voldoende energie leveren kan, hoofdzaak is dan ook niet dat de lamp een zoo hoog mogelijken versterkingsfactor bezit, maar wel het product van steilheid en versterkingsfactor zoo hoog mogelijk is.

Bij het schema Koomans bijv. komt alles op den versterkingsfactor aan, als het toestel van goede kwaliteit is, daarom geven vaak lampen als de RE 054 en A 430 in dergelijke toestellen de beste resultaten. Voor ons doel zijn deze lampen echter minder aan te bevelen, wegens hun te hoogen weerstand, die bij beide minstens 150.000 Ohm bedraagt. Van de A 430 wordt weliswaar 100.000 Ohm opgegeven maar deze lagere waarde bereikt men pas bij 200 tot 250 Volt plaatspanning en een zwakke positieve roosterspanning. Die hooge plaatspanning doet de lamp naar mijn ervaring geen kwaad; wie dus over een plaatspanningsapparaat beschikt, dat die spanning kan leveren, kan met succes zijn A 430 die hogere spanning geven; dat maakt nog vaak heel veel aan geluidsterkte uit, en dan wordt zij ook eenigszins geschikt om in het schema Schaaper gebruikt te worden.

Als we voor den laagfrequentversterker weerstandversterking gaan gebruiken, dan hebben we van zelf die hogere plaatspanning, en levert die voor de A 430 ook geen bezwaren meer op, wat dit aangaat. De hooge weerstand van die lamp heeft bovendien nog een aanmerkelijk vergrootte selectiviteit tengevolge, wat in sommige gevallen geen kwaad kan. Om bovendien het volle voordeel van de geringe eigencapaciteit uit te nutten, doet men goed, de lamp zoo te monteeren, dat het kapje direct bij de plaataansluiting van de secundaire spoel komt te zitten, en de bovenste aansluitschroef direct met den spoelhouder kan worden verbonden. Men kan dan met succes den heelen neutrodyne condensator weglaten, waarbij

natuurlijk ook de terugkoppeling vervalt, wat echter bij een eenigszins groote antenne geen verschil van beteekenis maakt. De heele neutrodyne wikkeling op de spoel vervalt dan natuurlijk ook.

Maar, zooals gezegd, deze lampen zijn over het algemeen voor ons doel niet erg geschikt; de lampen met een hooger kwaliteitscijfer zijn veel beter, en dan valt ons oog direct op de Philips A425. Deze lamp bezit bij een steilheid van 1 m.A./Volt een versterkingsfactor 25 wat met een Güte van 25 overeenkomt. De Schrack OE 4 bereikte 30 maar is jammer genoeg nooit in den handel gekomen. Deze lamp was ook uitermate geschikt voor weerstandsversterkingslamp, omdat een groot deel der karakteristiek links van de nullijn volkomen recht was, wat voor een vervormingsvrije versterking van groot belang is, en wat de A425 jammer genoeg niet heeft. Daar is de heele karakteristiek in het heg. roosterspanning gebied een schitterend gebogen kromme lijn, net zooals bij de A 430. We zijn echter tot onzen spijt op de A 425 aangewezen, wat zoo heel erg niet is, want als we deze 150 Volt geven en geen negatieve roosterspanning, dan komt er toch nog wel wat van terecht. Roosterstroomen treden pas bij 0,4 Volt positief op, zoodat het weglaten van de negatieve roosterspanning er niets toe doet. De signaalspanningen in de antennespoel loopen zelden boven 0,1 Volt op.

De nieuwe Philips lampen kunnen tegenwoordig alle zonder bezwaar op de volle 4 Volt van den accu aangesloten worden, zoodat de gloeistroomweerstand weggelaten kunnen worden. Daar geen enkele lamp volkomen gelijk is aan een andere, is het ook om deze reden gewenscht op elk toestel de gunstigste aftakking der plaat op de spoel zorgvuldig uit te probeeren, aangezien de aftakking bijna uitsluitend van den inwendigen weerstand der lamp afhangt. Bovendien verandert de selectiviteit ook met de plaats der aftakking en wél zal men bij het probeeren der verschillende aansluitingen vinden, dat er twee gunstigste punten zijn, en wel een voor grootste geluidsterkte, en een voor de grootst mogelijke selectiviteit. Voor een grootere selectiviteit moet het aantal windingen tusschen plaat en hoogspanningaansluiting op de secundaire spoel, kleiner gemaakt worden, door de aansluiting van de plaat iets in de richting der aansluiting van hoogspanning te verplaatsen. Men kan de selectiviteit zoodoende theoretisch oneindig hoog opvoeren, en van de goede toestelconstructie hangt het nu af, of daarbij de geluidsterkte niet al te veel achteruit gaat. Is de selectiviteit van het toestel onvoldoende, dan heeft de constructeur dat aan zich zelf te wijten. Met lampen, met een hooger inwendigen weerstand zooals de A 430 kan, zooals gezegd, ook een verhooging der selectiviteit

bereikt worden; men doet dan eigenlijk hetzelfde als door verplaatsing der aftakking, alleen blijft de koppeling der spoelgedeelten onderling vaster, wat niet altijd aan te bevelen is. Men doet daarom toch altijd beter, meer versterkende lampen te nemen en de aftakkingen dienovereenkomstig in te richten. Daarop komen we nog terug.

Telefooncondensator. Als telefooncondensator kan vrijwel iedere voor dit doel in den handel gebrachte condensator dienen, capaciteiten van 500 tot 5000 $\mu\mu\text{F}$. zijn bruikbaar, 2000 $\mu\mu\text{F}$. is misschien wel de gunstigste maat. Men zij er op bedacht dat de condensator de volle anodenspanning heeft uit te houden, en dus ook niet de eerste de beste mag zijn, die men bijv. op de markt kan opscharrelen. Van op de markt gekochte condensatoren heb ik er zelfs gezien, waarvan het „eboniet” zelfs in het geheel niet isoleerde. Dergelijke dingen kan men ook in verschillende rijwielen-, radio-, electriciteitwinkels krijgen. Gelukkig komt dat echter in den laatsten tijd niet meer zooveel voor.

De Detectorlamp. Als detectorlamp kan men iedere goede voor dat doel in den handel gebrachte gebruiken. Neemt men Philips lampen, die zeker wel van de besten zijn, dan gebruike men na een A 425 als hoogfrequentlamp een A 115 als detector. Van belang is, dat de detectorlamp een tamelijk ruime karakteristiek bezit, want zij moet de geheele hoogfrequente spanningsamplitude in het negatieve roosterspanningsgedeelte kunnen opnemen en dit zijn vaak spanningen van 5 tot 10 Volt. Verder moet de detectorlamp op den laagfrequenttransformator aangepast zijn, of eigenlijk omgekeerd de laagfrequenttransformator op de detectorlamp. Voor een vervormingsvrije weergave is voorts de juiste instelling van den potentiometer over den gleidraad van belang, terwijl ook sommige lampen kritisch zijn voor grootte van den lekweerstand, zoowel voor maximale geluidsterkte als zuiverheid; de grootte van den lekweerstand is ook weer afhankelijk van de grootte van den roostercondensator. Bovendien staat de lekweerstand nog parallel op de secundaire spoel, en vormt dus een niet onaanzienlijke demping; men neme dezen weerstand dan ook niet kleiner dan voor een goede reproductie noodzakelijk is, en vooral niet kleiner dan 1 à 2 meg. Ohm, en zeker geen honderdduizend Ohm of iets dergelijks, wat soms ook wel eens gebeurt.

De detectorlamp krijgt hare spanning of van een aftakking der anode batterij, of van de detectoraftakking van het plaatstroomapparaat; een spanning van meer dan 60 Volt is meestal net goed, tusschen 40 en 60 Volt ligt vrijwel steeds het gunstigste punt. Bij

een plaatstroomapparaat kan men natuurlijk moeilijk meten; daar is het uitsluitend probeeren, wat trouwens heel eenvoudig gaat. Men stelle de verschillende regelingen van de detectorlamp, dus potentiometer, lek en plaatspanning, liefst op een zwak station in, en regele dan steeds tegelijker tijd de geheele afstemming van het toestel bij, want het wil wel eens voorkomen, dat bijv. door de verwisseling van den lekweerstand, en de daarmee gepaard gaande belastingverandering van de hoogfrequent spoel, de afstemming iets verandert, en hoofdzak is, alle verschillende mogelijkheden systematisch door te probeeren, dat kost soms wel eens een heelen avond, maar men zal dan direct merken, hoeveel het uitmaakt voor de ontvangst van meer afgelegene stations. Is het den constructeur echter alleen te doen om de sterkere stations, dan stelle hij natuurlijk daar op in, wat betrekkelijk gauw gebeurd is.

De laagfrequent transformator kan van ieder goed merk zijn, bijv. Marconi, General Radio, Pye, Rauland etc. Gebruikt men een A 415 detectorlamp dan is een transformatieverhouding van 1 : 6 wel het gunstigst, gebruikt men een A 425 (zoowat de eenige detectorlamp, die tot 100 Volt plaatspanning verlangt) dan neme men een verhouding 1 : 3; op de eerste wijze bereikt men nog een vervormingsvrije versterking van ongeveer 90 voudig, op de tweede manier van 75 voudig.

De negatieve roosterspanning batterij dient een spanning van maximaal ± 30 Volt te hebben, en bestaat het beste uit groot capaciteit cellen. Op het oogenblik bezit ik nog een Pertrix batterijtje, van ongeveer 3 jaar oud, dat nog altijd zijn 1,6 Volt per cel heeft. Men kan met zulke batterijtjes een algeheel wisselstroom toestel nemen, en de negatieve roosterspanning door batterijtjes laten leveren zonder dat men er ooit last van krijgt.

De eindlamp. Om onze Philips lampenserie te completeeren, kunnen we als eindlamp wel het beste de nieuwe B 406 nemen, die een ruststroom heeft van 32 m.A. bij 150 Volt plaatspanning; de negatieve roosterspanning probeere men uit. De eindlamp en de hoogfrequent lamp geeft men het beste de maximale spanning, dat is 150 Volt; dat geeft ook verreweg het meeste effect.

(Wordt vervolgd.)

Reflex.

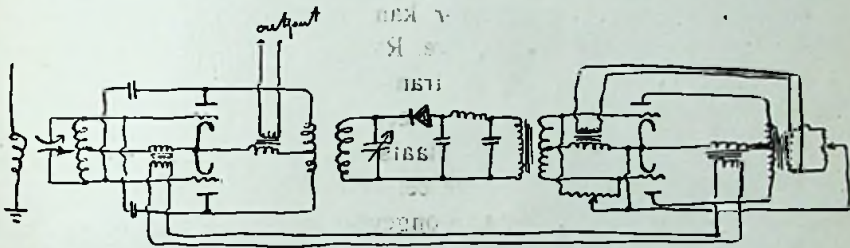
Door A. DE HAAS.

Het schijnt dat een artikel van mij in Radio-Nieuws Juni j.l. een misverstand heeft doen ontstaan, gezien het artikel van den heer Jonker in het daaropvolgende nummer.

In verband daarmee stel ik er prijs op te verklaren, dat uiteraard het reflexen van een 30 KP super verwerpelijk is, doch dat in géén geval bedoeld is hetzelfde te betoogen ten aanzien van 100 KP supers e.d.

Inderdaad is in dit laatste geval reflex met behoud van de hoogste kwaliteit wèl mogelijk.

Ondertusschen meen ik goed te doen, de aandacht te vestigen



Gecombineerde hoog en laagfrequente reflex-balans. Batterijen etc. zijn voor een betere „leesbaarheid” weggelaten. Alle transformatoren Marconi Ideal of „afgeleiden” daarvan. Lampen B 406 met 200 volt plaatspanning. Voor rustige omroepontvangst nog niet aan te bevelen.

op de door Ir. Jonker aangegeven reflex balansschakeling, daar deze evenals de door mij aangegeven zgn. symmetrische schakeling, een neutrodyniseering bezit welke onafhankelijk van de frequentie is.

Het nadeel der extra lamp weegt wel op tegen de voordeelen die de balansschakeling juist in dit geval bezit, n.l. dat eventueele onregelmatigheden, uithoofde van de balansschakeling zelve, worden onderdrukt.

Ondertusschen houde men in het oog, dat de balansschakeling geldt voor het hoogfrequente deel, zoodat toch n. m. m. behoorlijk ruime lampen hier op hun plaats zijn.

Deze schakeling is nog geprobeerd in aansluiting op de zeer merkwaardige laagfrequente reflex-schakeling van Körting en Matthiesen waarop de heer Jonker in R.-N. November 1926 de aandacht vestigde.

Voor het uitbalanceeren der steeds aanwezige kleine verschillen

in lampen en transformatorhelften, werd een differentiaal-weerstand gebezigd (waarvoor een Owin hoogohmige potentiometer zeer geschikt bleek).

De voor deze schakeling noodige transformatoren werden gevonden door eenige Marconi Ideals te ontmantelen. De wikkeling dezer transformatoren welke in een aantal schijven (primair 3 en secundair 4) is uitgevoerd maakt ze voor dit doel zeer geschikt.

Met een dergelijken omgebouwdens transformator lukte het ook den tusschentransformator uit te sparen. Zoowel voor de symmetrische als voor de pushpull werden goede resultaten verkregen, doch aan hoogste kwaliteitseischen voldeed het niet: er zat in den regel een tendenz voor den a.s. giltoon in.

Het geheel dat op die manier wordt verkregen, is echter wel zeer merkwaardig.

Tenslotte een enkel persoonlijk woord tot den heer Jonker, die zoo en passant mij even het kleinigheidje van „blijkbaar onbekend met de 3000 M supers” en „niet op de hoogte van de moderne techniek” in de schoenen schuift.

In trouwe, een dergelijke wijze van debatteeren past niet in het kader van Radio-Nieuws.

Het feit dat door mij voor den ontvangdienst alhier ten behoeve van de telefonieontvangst reeds supers met 150 KP middelfrequentie waren aangemaakt lang vòòr dat mijn artikel werd geschreven, moge den heer Jonker de overtuiging schenken, dat het neerschrijven van dergelijke kwalificaties nog niet hetzelfde is als ze waar te maken.

Mochten er in mijn eerste artikel enkele uitdrukkingen of stellingen voorkomen welke den heer Jonker wat te scherp klinken, ik neem die dan bij dezen terug.

Doch laten we elkaar niet met phrasen te lijf gaan.

Vereenigingsnieuws.

Bibliotheek.

Goudenregenstraat 202, den Haag.

De leestijd is verkort tot *veertien dagen*.

Aangekocht werden:

R. Hell, Bildfunk. Anleitung zum Selbstbau eines Bildempfängers. 1927. 114 blz.

K. W. Pohl, Einführung in die Elektrizitätslehre. 1927. 256 blz.