HANDLEIDING VOOR RADIO-AMATEURS IN DE TROPEN

DOOR
S. KOSTYURIN
EN H. J. PELS

TECHN. AMBTENAREN
BIJ DE RADIO STUDIO
TE BANDOENG

© R. Marnette

Uitgave: N. V. Mij. Vorkink — Bandoeng

Handleiding

voor Radio Amateurs

in de Tropen

Handleiding

voor

Radio Amateurs in de Tropen

door

S. Kostyurin en H. J. Pels

Technische Ambtenaren b/d Radio Studio
te Bandoeng

1932
Uitgave N. V. Mij. Vorkink
Bandoeng

Telefunkenlampen

voor uw toestel . . . . .

een

Telefunkenluidspreker

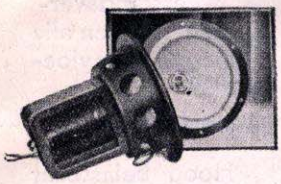
voor uw toestel . . . . .

een

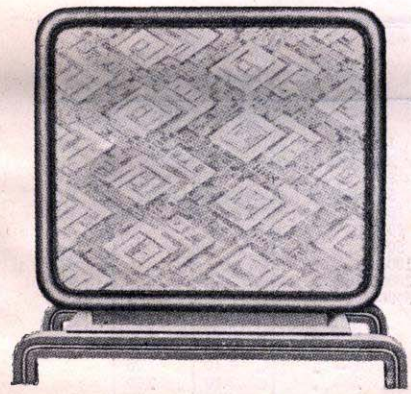
Telefunken pick-up

voor uw gramofoon . . .

TOPPRESTATIES!



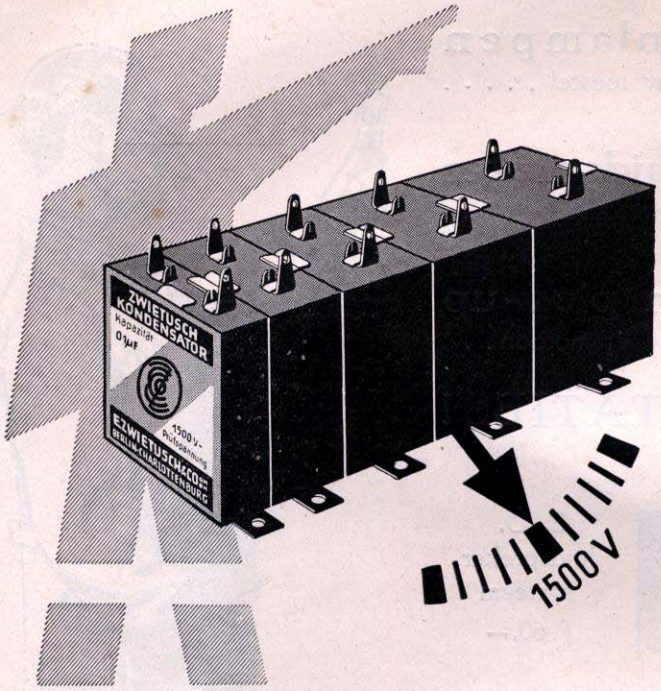
E. D.
luidspreker
systeem
f 60,—



Groote electro-dynamische Luidspreker met ingebouwde veldgelijkrichter en lamp.
f 170.—

Pick-up met toonarm en volumeregelaar.
f 30.—

TELEFUNKEN, vertegenwoordigd door SIEMENS & HALSKE
BANDOENG — SOERABAIA.



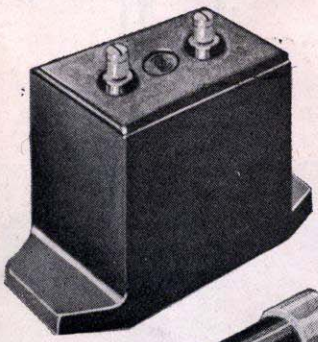
Metalen Beker Condensatoren.

Zwietusch Condensatoren

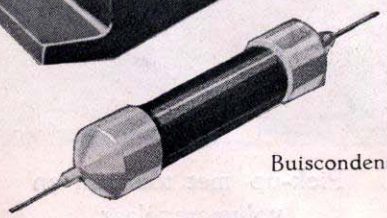
Hooge beproevingsspanning (1500 V =) De metalen-beker- en buiscondensatoren zijn klein en handig, daarom gemakkelijk te monteeren. De beker van rood eshalit, zonder voegen, verleent aan dit type een fraai aanzien en een groot weerstandsvermogen tegen alle mogelijke invloeden.

Siemens Karbowid weerstanden

Hoog belastbaar (2 Watt) zeer betrouwbaar.



Eshalit-Beker Condensator.



Buiscondensator.

Capaciteit.	Metalen beker	Eshalit-beker	Buiscondensatoren
50 cm			f 0.60
100 „			„ 0.60
250 „			„ 0.60
300 „			„ 0.60
500 „			„ 0.60
1000 „			„ 0.60
2000 „			„ 0.60
5000 „			„ 0.60
10000 „			„ 0.70
20000 „			„ 0.80
50000 „			„ 0.90
0,1 u.F	f 1.—	f 1.30	
0,25 „	„ 1 20	„ 1.50	
0,5 „	„ 1.30	„ 1.60	
1.— „	„ 1.40	„ 1.70	
2.— „	„ 2.10	„ 2.50	
3.— „	„ 2.70	„ 3.20	
4.— „	„ 3.60	„ 4.10	
6.— „	„ 5.—		
8.— „	„ 6.50		
10 — „	„ 8.—		

Karbowid-weerstand.

Karbowid weerstanden in waarden van 100 Ohm tot 2,5 Megohm p. st. f 0.90

SIEMENS & HALSKE BANDOENG – SOERABAIA.

VOORWOORD.

Naar hun bescheiden meening hebben de schrijvers getracht met dit kleine boekske eenige grondbegrippen en eene leiddraad te geven bij het monteeren en in elkaar zetten van eeuvoudige kortegolftoestellen en bijbehoorende plaatspanningapparaten op grond van opgedane ervaring.

Dit boekje, in zeer beknopten vorm samengesteld, is alleen bedoeld voor den leek en maakt geen aanspraak op eenigszins volledige behandeling van de zich steeds meer en meer ontwikkelende radio-ontvangtechniek.

Moge het onderstaande iets bruikbaars geven voor den amateur in Indië.

Bandoeng, Juni 1932

DE SCHRIJVERS.

Inhoud.

Voorwoord.

Afkortingsteekens.

Hoofdstuk I Eenige algemeene begrippen. Magnetisme. Natuur en kunstmagneten. Polen van magneten. Magnetische inductie, veld en krachtlijnen. Electromagneet. Electriciteit, Statische inductie, Electrische bron, spanning, stroom, geleiders, niet geleiders, gelijkstroom, wisselstroom, periode, golf, frequentie, E. M. K., geluid, harmonischen, gedempte en ongedempte trilling, draaggolf, modulatie, golflengte, weerstand, capaciteit, zelfinductie, electrische eenheden, vermogen, wet van Ohm, wisselstroom weerstand. . . . . blz. 1

Hoofdstuk II Voorname onderdeelen van een radio-ontvangtoestel. Lamp, condensatoren, spoelen, transformatoren, weerstanden en smoorspoelen. . . . . blz. 16

Hoofdstuk III Toebehooren van een ontvangtoestel. Antenne, koptelefoon, luidspreker, accu, droge batterij, gelijkrichter, plaatspanningapparaat . . . . . blz. 29

Hoofdstuk IV Eigenschappen van de radiolampen. Karakteristiek, steilheid, spanningsversterkingsfactor, inwendige lampweerstand, normale anodestroom, nornale roostervoorspanning, onvervormde versterking, plaatkring- en roosterkringdetectie terugkoppeling, dempingsreductie, genereeren van een lamp . . . . . blz. 42

Hoofdstuk V Eenvoudige schema's voor 3-lampstoestellen. Toestel met „vaste" spoelen, idem met 2 draaibare en 1 vaste spoel, laagfrequentversterking met weerstand en transformatorkoppeling. Beveiliging van luidspreker en koptelefoon . . . . . blz. 63

Hoofdstuk VI. Eenvoudige schema's voor plaatspanningapparaten.
Plaatspanningapparaat met eenzijdige gelijkrichterlamp, idem met dubbelzijdige gelijkrichterlamp. Berekening van weerstanden voor de anodespanningen. blz. 77

Hoofdstuk VII. Parallel en serieschakelingen van weerstanden, condensatoren, zelfinducties, baterijen en accu's. Gebruik van volt- en ampèremeters. . . . . blz. 88

Hoofdstuk VIII. Behandeling van een ontvangtoestel en toebehooren.
Het inschakelen, uitschakelen, beproeven en afstemmen van een toestel. Selectiviteit en sterkte van ontvangst. Onderhoud van accu's. . . . . blz. 98

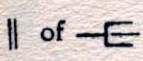
Hoofdstuk IX. Storingen bij ontvangst en storingen in het toestel of toebehooren.
Luchtstoringen, fading, storingen van naburige zenders, zeefkring. Toestelstoringen. Plaatspanningapparaatstoringen. . . . . blz. 110

Slotwoord. . . . . . blz. 119

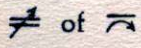
Bijlagen. . . . . I, II, III, IV.

AFKORTINGSTEEKENS

vaste condensator

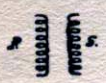


draaibare condensator



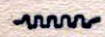
een spoel

hoogfrequent transformator



laagfrequent transformator

inductie vrije weerstand



inductieve weerstand

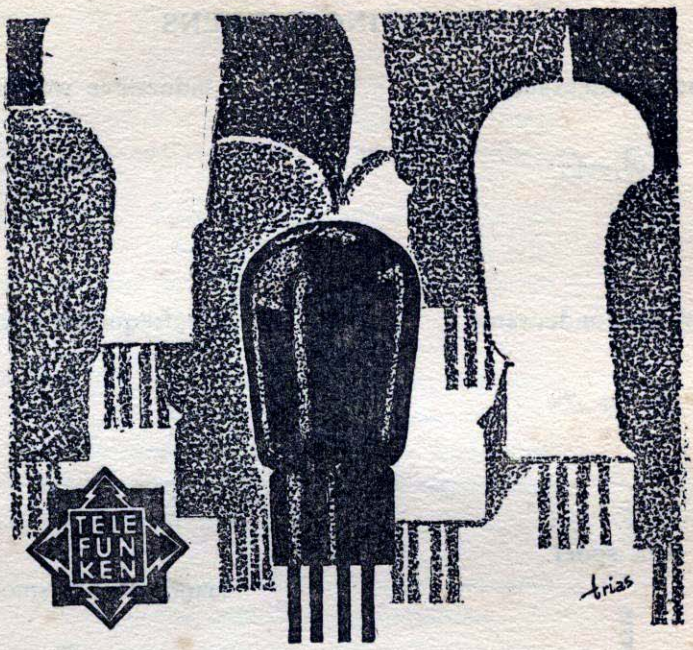
hoogfrequente smoorspoel

laagfrequente smoorspoel

antenne

aarde

koptelefoon



U WENSCHT EEN VOLMAAKTE ONTVANGST.

PLAATST U DAN DE JUISTE COMBINATIE

„TELEFUNKEN" LAMPEN

IN UW TOESTEL.

WIJ STAAN U GAARNE MET VOLLEDIGE INLICHTINGEN TEN DIENSTE

Radio-Luyks Bandoeng

Vertegenwoordigers BATAVIA — DJOCJA — SOEKABOEMI.

Importeurs: SIEMENS EN HALSKE

Voor Radio gaat men naar Luyks

HOOFDSTUK I.

Eenige algemeene begrippen.

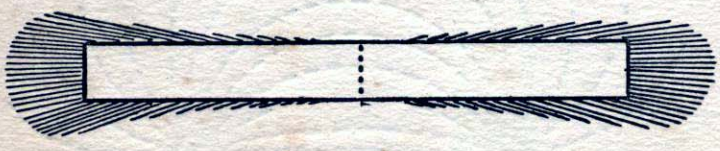
Magnetisme is de eigenschap van ijzeren voorwerpen om andere ijzeren voorwerpen te kunnen aantrekken. Wij onderscheiden naar hun oorsprong natuur- en kunstmagneten. Natuurmagneten zijn ijzerhoudende ertsen, die de eigenschap hebben kleine ijzerdeeltjes aan te trekken.

Kunstmagneten kan men op tweeërlei wijze vervaardigen: door een stalen staaf met geïsoleerd koperdraad te omwikkelen en door dezen draad een gelijkstroom te zenden, waarbij de stalen staaf een zeer sterke magneet wordt; of door een stalen staaf met een kunstmagneet te bestrijken.

Staal heeft de eigenschap de magnetische kracht eenmaal gekregen slechts zeer langzaam te verliezen en daarom noemt men de op bovengenoemde wijzen verkregen stalen magneten *permanente* magneten.

Een ijzeren staaf kan men ook, zooals hierboven is omschreven, magnetisch maken; zoo'n staaf verliest echter na eenige oogenblikken bijna al zijn magnetisme. Kunstmagneten worden in zeer verscheiden vorm vervaardigd zooals b.v. hoefmagneten, staafmagneten, ring- en naaldmagneten enz.

Wanneer we een staafmagneet met ijzervijlsel bestrooien, zullen de ijzerdeeltjes zich zooals in fig. 1 is aangegeven aan den staafmagneet vasthechten. In het midden blijft bijna niets kleven; dit noemt men de neutrale doorsnede of de neutrale lijn.



neutrale lijn

Fig. 1.

Het grootste gedeelte van de ijzerdeeltjes zal zich op de beide einden van den staafmagneet vasthechten. Deze einden noemt men de magnetische polen. Wanneer men een in het mid-

den draaibaren magneet ophangt, dan zal deze magneet zich altijd met dezelfde pool naar 't Noorden richten. Deze pool noemt men de Noordpool en de andere pool de Zuidpool. Een Noord- en Zuidpool trekken elkander aan, twee Noord- of twee Zuidpolen stooten elkaar af. Daarom leert men den volgenden regel: *gelijknamige polen stooten elkaar af en ongelijknamige polen trekken elkaar aan.*

Wanneer we in de nabijheid van een permanenten magneet een ijzeren staaf brengen, dan wordt deze staaf ook magnetisch. Dit verschijnsel noemt men *magnetische inductie.* Hoe weeker het ijzer is, des te sterker komt het onder invloed van magnetische inductie, m. a. w. het ijzer wordt des te sterker magnetisch.

De ijzeren staaf, welke op deze wijze magnetisch is geworden, kan ook weer een ander ijzeren voorwerp magnetisch maken. Verwijderen we onzen permanenten magneet, dan zal het ijzer zijn magnetisme weer verliezen.

De ruimte om de magneet heen, waarin deze zijn werking doet gevoelen, noemt men *magnetisch veld.* De magnetische kracht is het grootst bij de polen van den magneet en neemt bij vergrooting van den afstand tusschen den magneet en een ijzeren voorwerp af.

Wanneer men een stuk carton of papier, waaronder een hoefmagneet is geplaatst, met ijzervijlsel bestrooit en het carton of papier in beweging brengt, zullen de ijzeren deeltjes zich in bepaalde lijnen rangschikken. Deze lijnen noemt men *de magnetische krachtlijnen.* Fig. 2 geeft het verloop van de krachtlijnen aan in een tweepolig magnetisch veld.

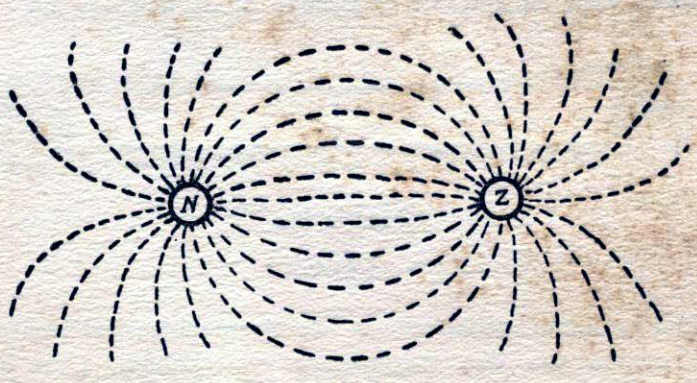


Fig 2

De ijzerdeeltjes hoopen zich het meest op nabij en tusschen de polen, daarom zegt men ook, dat het aantal krachtlijnen nabij en tusschen de polen het grootst is. Wanneer wij nu tusschen de polen van onzen hoefmagneet een stukje weekijzer plaatsen, dan zullen de krachtlijnen zich anders richten en wel zooals fig. 3 aangeeft. Uit fig. 3 is tevens te zien, dat het grootste aantal krachtlijnen nu door het stukje ijzer gaat.

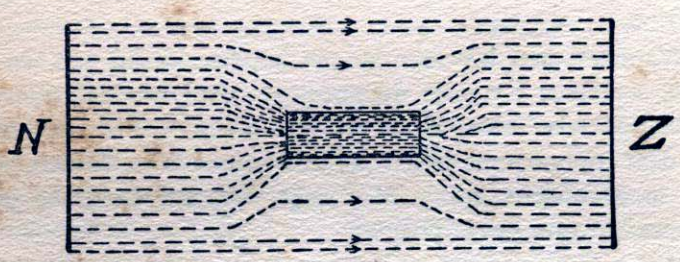


Fig. 3.

Brengen wij inplaats van een stukje ijzer een stukje koper tusschen de magneetpolen, dan zullen de krachtlijnen niet door het koperen stukje gaan, doch ze zullen trachten een anderen weg te vinden n.l. om het koper heen. Men zegt dan, dat koper de magnetische krachtlijnen niet doorlaat, in tegenstelling met ijzer, dat de krachtlijnen, als het ware, in zich concentreert.

De stoffen, die de magnetische krachtlijnen doorlaten, heeten *paramagnetisch* (ijzer, staal, nikkel), terwijl de stoffen, die de magnetische krachtlijnen niet doorlaten, *diamagnetisch* worden genoemd (koper, aluminium, zink).

Wanneer men een ijzeren staaf met geïsoleerd draad omwikkelt, zoodat de staaf zich binnen een draadwinding bevindt, en men stuurt door deze draadwinding (z.g. Solenoide) een gelijkstroom, dan zal de ijzeren staaf magnetisch worden. Verbreekt men echter den stroom, dan zal de staaf zijn magnetisme grootendeels verliezen. Zoo'n bewikkelde ijzeren staaf noemt men *eletromagneet*, die slechts magnetisch is, zoolang door de bewikkeling een electrische stroom loopt. Houdt de stroom op, dan verliest de electromagneet bijna al zijn magnetisme. Het overblijvende magnetisme noemt men *remanent magnetisme*.

Electriciteit is een natuurkracht, die men op verscheidene manieren thans voor allerlei doeleinden weet toe te passen. Volgens moderne theorieën bevindt de electriciteit zich overal, hetzij in rust, hetzij in beweging.

Onder statische electriciteit verstaat men in rust zijnde electriciteit m.a.w. de electriciteit die zich niet openbaart, voorzoover de menschelijke waarnemingsorganen deze kunnen waarnemen.

Echter is het proefondervindelijk geconstateerd, dat ook statische electriciteit een zekere invloed kan uitoefenen op haar omgeving.

Wanneer men b.v. een langen koperen draad aan een sterke batterij verbindt b.v. met de positieve pool van de batterij, dan zal de positieve electriciteit in den draad worden gestuurd en zich daar ophoopen, totdat zij zoo groot is geworden, dat zij weer in evenwicht komt. Men zegt dan, dat de draad geladen is en wel in ons geval positief.

Verbindt men nu de negatieve pool van de batterij aan een anderen langen koperdraad, dan ontstaat er in dezen draad op dezelfde wijze een negatieve lading.

Als wij nu de batterij uitschakelen, dan behouden beide koperdraden hunne positieve respectievelijk negatieve lading. Zijn beide draden op een zekeren kleinen afstand van elkaar vrij in de lucht opgehangen, dan trachten de positieve en negatieve ladingen zich met elkaar te vereenigen en elkaar aan te trekken. Maken wij den luchtafstand tusschen beide draden zeer klein, dan zal de aantrekkende werking zoo sterk worden, dat de positieve en negatieve ladingen zich middels een vonk zullen vereenigen en de beide draden zullen ontladen worden.

Als wij in de nabijheid van een positief geladen voorwerp een ongeladen voorwerp zouden brengen, dan zal dit laatste voorwerp ook electrisch geladen worden en wel in ons geval aan de dichtst bij van het geladen voorwerp zijnde zijde met negatieve electriciteit en aan de verst zijnde zijde met positieve electriciteit. Zoo'n verschijnsel noemt men *statische inductie*. De ruimte waarin een electrisch geladen voorwerp zijn statische werking doet gevoelen noemt men het electro-statisch veld van dit geladen voorwerp.

In de radio-ontvang (en ook zend-) techniek heeft men zeer veel met statische inductie te maken, soms ten voordeele, soms ten nadeele van een gesteld doel.

Een electrische bron is eene batterij, een accumulator, een dynamo enz.

Electrische spanning is het potentiaal verschil tusschen de polen (uiteinden) eener electrische bron. Potentiaal beteekent vermogen, aanwezig, doch zich nog niet uitend (zie verder bij de Electromotorische kracht, kortweg genaamd E.M.K.).

Men onderscheidt de *plus* (*positieve*) en de *min* (*negatieve*) pool bij elke gelijkstroombron en spreekt van positieve en negatieve spanning. Bij een wisselstroombron wisselt de spanning aan de polen beurtelings om, nl. op het eene oogenblik is de eene pool positief en de andere negatief, terwijl op het volgende oogenblik de eerste negatief en de tweede positief is. Deze wisselingen vinden voortdurend plaats. Echter blijft de effectieve waarde van het potentiaal verschil tusschen de polen eener wisselstroombron steeds gelijk, n.l. ca 0,7 van de maximale potentiaal wisseling.

Electrische stroom is een stroom, die ontstaat wanneer de polen eener electrische bron door een leiding worden verbonden, wat men ook galvanische verbinding noemt, of zooals men zegt, wanneer de keten wordt gesloten.

Geleiders zijn stoffen, die den electrischen stroom meer of minder doorlaten, nl. koper, ijzer, aluminium, zink, zilver, goud, platina enz.

Niet geleiders zijn de stoffen, die den electrischen stroom niet doorlaten, nl. lucht, het vacuum **(luchtledige)**, olie, mica, gummi, papier, porcelein, eboniet, marmer enz. Zij worden **isolatie**-stoffen genoemd.

Gelijkstroom is een stroom, die steeds in dezelfde richting vloeit, dus niet van richting verandert.

Wisselstroom is een stroom, welke periodiek van richting en sterkte verandert.

Grafisch voorgesteld is gelijkstroom een rechte lijn en de zg. éénphase-wisselstroom een regelmatige golflijn, zie fig 4 en 5.

Het afkortingsteeken van gelijkstroom is $=$ en van wisselstroom ∞ of $\sim$

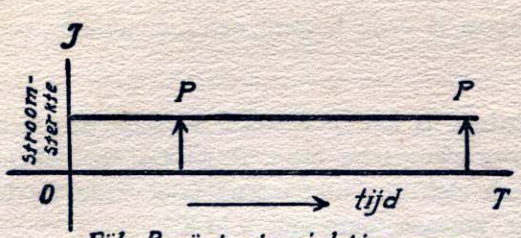


Fig 4.

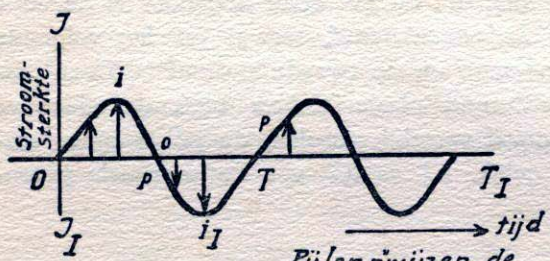


Fig 5.

Om ons een goed begrip te vormen van den wisselstroom gaan wij fig. 5 nader bekijken. Als de verticale (loodrechte) lijn I I_I de stroomsterkte voorstelt en de horizontale lijn OT_I den tijd voorstelt, dan zien wij, dat de wisselstroom in den tijd T eene verandering heeft ondergaan, bij punt O nl. is de stroom begonnen toe te nemen in sterkte tot een zeker maximum i, hierna begint de stroom af te nemen en bereikt bij o de nulwaarde om dan, tusschen o, i_I en T op dezelfde wijze, doch in omgekeerden zin, te verloopen.

Zoo'n volledige verandering in de sterkte en richting als voorgesteld door de lijn $Oioi_IT$ wordt *een golf* genoemd.

De tijdsduur van één golf heet *een periode*. Uit figuur 5 is te zien, dat gedurende één periode de stroom twee maal wisselt van sterkte en richting. De waarde van de stroomsterkte boven de lijn OT_I noemen wij positief, er onder — negatief, terwijl de lijn zelf de nulwaarde voorstelt. Daarom zeggen wij, dat de wisselstroom gedurende één periode verandert van o tot zijn maximale positieve waarde i, weer zijn nulwaarde bij o bereikt om dan tusschen oi_IT op dezelfde wijze in negatieven zin te verloopen.

Het aantal perioden per seconde noemt men de *frequentie*. De frequentie van de wisselstroom, waarmede de electrische verlichting in de stadsnetten wordt gevoed is gewoonlijk 50, dus zoo'n wisselstroom verandert gedurende 1 seconde 100 maal van sterkte en richting. Deze frequentie 50 is juist zoo gekozen, dat onze oogen de eigenlijke wisseling van 100 maal per seconde practisch niet kunnen waarnemen.

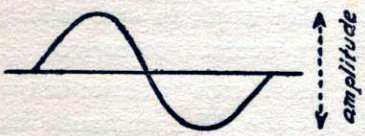
Als men een geleider in een magnetisch veld beweegt, zoodanig dat deze geleider de magnetische krachtlijnen snijdt, dan ontstaat er in dezen geleider een zg. *electromotorische kracht*, kortweg geschreven E. M. K., welk verschijnsel men *inductie* noemt. Uit de benaming E.M.K. blijkt, dat deze een zekere electrische kracht is, nl. de kracht om electriciteit in beweging te brengen, omdat bij het ontstaan van E. M. K. in een bewegenden geleider deze kracht de positieve electriciteit op het eene uiteinde van den geleider brengt en de negatieve op het andere uiteinde. Is de geleider niet gesloten b.v. een recht stuk koperdraad of een doorgesneden cirkel dan ontstaat er op de uiteinden een zekere electrische spanning. Is de geleider gesloten b.v. een gesloten cirkel van koperdraad, dan ontstaat er niet alleen de E. M. K., doch tengevolge hiervan ook een electrische stroom. Daarom kan men zeggen, dat de E. M. K. de bron van den stroom is. Om den electrischen stroom op te wekken moet dus door de electriciteit een zekere arbeid worden verricht. De electriciteit kan deze arbeid alleen verrichten, omdat zij in haar bron eene zekere arbeidsbekwaamheid verkrijgt of, zoo als men zich technisch uitdrukt, een hoogen *potentiaal*.

Als men in een keten den stroom verandert, hetgeen bij wisselstroom van zelf het geval is, dan wordt in een naburige keten een E.M.K. opgewekt of wat men noemt *geïnduceerd*.

Op grond van zoo'n inductie heeft men transformatoren geconstrueerd voor verschillende doeleinden. Men onthoude wel, dat deze inductie *slechts plaats vindt*, als in een keten de stroom verandert, zoodat inductie niet door een zuivere gelijkstroom kan ontstaan.

Het geluid is een uiting van snel op elkaar volgende heen en weer gaande bewegingen van een of ander voorwerp. Deze heen en weergaande bewegingen noemt men trillingen en daarom zegt men ook, dat het geluid is, eene samenstelling van trillingen,, voortgebracht door een of ander voorwerp. Als wij b. v. met een lepel tegen een leeg glas gaan tikken, dan raakt het glas in trilling en kunnen onze gehoororganen, nl. ooren, een geluid waarnemen, dat vrij helder klinkt. Vullen wij hetzelfde glas vol water en tikken met dezelfden lepel en dezelfde kracht er tegen, dan raakt het glas evengoed in trilling en onze ooren kunnen een geluid waarnemen, dat nu vrij dof klinkt. Men noemt zoo'n ver-

schil in helderheid van het geluid toonhoogte-verschil. In het eerste geval was het glas leeg en raakte gemakkelijker in trilling, dan toen dit vol gevuld werd met water, bij het tikken met dezelfde lepel en kracht. In het eerste geval maakte het glas meer trillingen per eenheid v/d tijd, nl. per seconde, in het tweede geval maakte het glas minder trillingen per seconde. Daarom zegt men ook, dat de toonhoogte v/h geluid afhankelijk is van het trillingstal per seconde en wel recht evenredig hiermee. Herhalen wij onze proef nogmaals, maar slaan wij dit maal met grooter kracht, dan merken wij op, dat de toonhoogte dezelfde is gebleven, doch het geluid in sterkte toegenomen is, of als het ware dat de trilling van het glas breeder (wijder) is geworden, door de grootere kracht van slaan. Echter bleef het trillingstal hetzelfde. Men zegt dan ook, dat de sterkte van een toon afhankelijk is van de trillingswijdte, die het geluidgevend lichaam doorloopt. Gewoonlijk noemt men de trillingswijdte — *amplitude* en het trillingstal per seconde — *frequentie*. Grafisch voorgesteld is de amplitude de hoogte van de golving eener trilling en daarom zegt men, dat de sterkte van het geluid afhangt van de hoogte zijner amplitude, n.l. rechtevenredig hieraan; zie fig 6 a, b en c.



Een trilling

Fig 6a.

Een zekere trilling

Fig 6b.

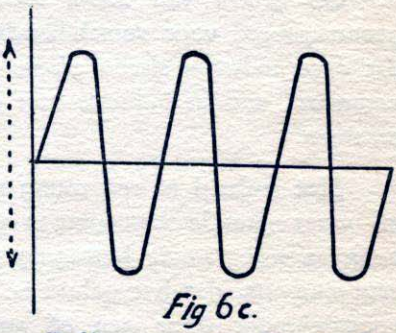


Fig 6c.

Trilling van fig 6b. doch 2 maal sterker in geluid

Echter bestaat een geluid zeer zelden uit één en dezelfde trilling, gewoonlijk hebben de meeste, voora muzikale geluiden,

ook spraakgeluiden (deze worden veroorzaakt door trillingen van de stembanden aanwezig in ons strottenhoofd) een zekere rijkheid van klank, die onze ooren aangenaam aandoen.

Dit noemt men de kwaliteit of de timbre van den toon, terwijl men ook van zoogenaamd gaaf geluid spreekt. Deze rijkheid van klank (ook gaafheid genoemd) vindt haar oorzaak in het volgende verschijnsel. Het voorwerp of lichaam, dat in trilling raakt en zoodoende een geluid veroorzaakt, trilt niet alleen in zijn geheel, maar ook in zijn verschillende deelen. De trillingen van deze deelen hebbende frequenties gelijk aan een veelvoud van de frequentie der trilling van het voorwerp in zijn geheel. Deze laatste trilling noemt men de grondtrilling en de eersten de boventoontrillingen of *harmonischen*.

Men spreekt dan ook van een tweede, derde, enz. harmonische, zijnde de trillingen in tweevoud, drievoud, enz. van de grondtrilling.

Ons menschelijk gehoororgaan, het oor, kan niet alle trillingen als geluid waarnemen. Gewoonlijk nemen wij als geluiden waar de trillingen, wier frequenties tusschen 16 en 16000 liggen. Zulke trillingen noemt men *laagfrequente trillingen*. Alle boven frequentie 16000 liggende trillingen noemt men *hoogfrequente trillingen*.

Men onderscheidt *gedempte* en *ongedempte* trillingen.

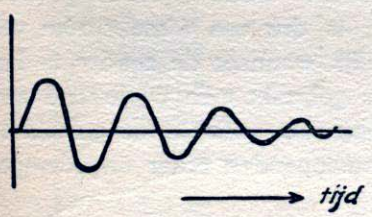


Fig 7a.

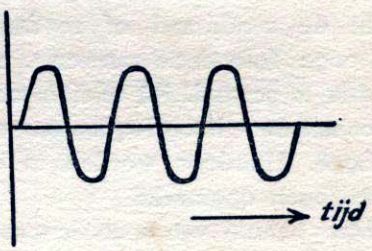


Fig 7b.

Onder gedempte trilling verstaat men een trilling zooals afgebeeld in fig 7a, dat is dus een trilling, waarbij de trillingswijdte (amplitude) met den tijd afneemt, totdat de trilling verdwijnt. Elk spraak- of muziekgeluid is samengesteld uit gedempte trillingen.

Onder ongedempte trilling verstaat men een trilling, waarbij de amplitude onveranderlijk (constant) blijft, zooals uit fig 7b is te zien.

De wereldether is heel fijne ontastbare en onweegbare, door de wetenschap veronderstelde stof, welke zich overal bevindt. Door de aanwezigheid van den ether is het gelukt radioverbindingen tot stand te brengen. Men kwam tot de ontdekking, dat, als men de z.g. antenne van een zender voeden kan met wisselstroom van zeer hooge frequentie, zulks in den omliggenden ether trillingen van dezelfde frequentie (en bolvormigen vorm) opwekt, welke trillingen met een snelheid van 300.000 kilometer per seconde zich in alle richtingen voortplanten.

Wanneer deze ethertrillingen den vangdraad of ontvangantenne ontmoeten, dan veroorzaken zij in den vangdraad wisselstroompjes van dezelfde hooge frequentie als die van de wisselstroom in de antenne van den zender. Deze ethertrillingen moet men niet verwarren met geluidstrillingen.

Men weet uit ondervinding, dat gewone geluidstrillingen of geluidsgolven slechts hoorbaar zijn op een vrij beperkten afstand. Om hieraan tegemoet te komen en de geluidsgolven op groote en zeer groote afstanden te doen hooren, heeft men als middel de electriciteit in hare verschijnselen benut; eerst in den vorm van draadtelefonie en daarna in den vorm van draadlooze of radiotelefonie.

Voor deze laatste gebruikt men een heele combinatie toestellen in zekere schakelingen en produceert een hoogfrequente wisselstroom, waarmede de zenddraad of draden worden gevoed. In de zenddraad of zendantenne is dus een wisselstroom van hooge frequentie aanwezig, natuurlijk wanneer de zender in bedrijf is gesteld. Bij telefoniezenders gebruikt men uitsluitend een constanten hoogfrequenten wisselstroom, grafisch voorgesteld in fig 8. Hierdoor worden in den omliggenden ether ongedempte trillingen opgewekt.

Met behulp van speciale toestellen worden spraak- of muziek geluidstrillingen op de golvingen van dezen constanten hoogfrequenten wisselstroom opgebracht of ingeplant, technisch uitgedrukt gesuperponeerd, wat men *moduleeren* noemt.

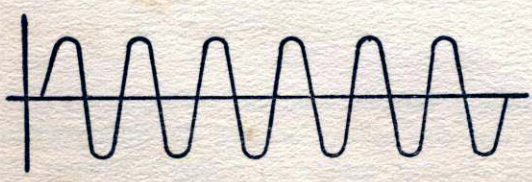


Fig 8.

Daarom noemt men spraak of muziek, die via een zender wordt voortgebracht — *modulatie.*

De in den omliggenden ether, door den hoogfrequenten wisselstroom in de zendantenne opgewekte hoogfrequente trillingen zijn van dezelfde frequentie als de frequentie van den wisselstroom, waarmede de zendantenne wordt gevoed, en in ons voorbeeld, kunnen grafisch voorgesteld worden als in fig 8. Deze ethertrillingen noemt men *draagtrillingen,* omdat zij, als het ware, de dragers zijn van geluidstrillingen, wanneer deze laatste op de eerstgenoemde worden gesuperponeerd. Evenzoo spreekt men van de *draaggolf* van een zender, waaronder men verstaat de golf, welke ontstaat in den ether door de opwekking van de ethertrillingen.

Fig 9.

Als men fig. 9 bekijkt, waarop een geluidsgolf is afgebeeld, en men veronderstelt, dat deze golf op onze draaggolf van fig. 8 wordt gesuperponeerd, dan krijgt men de resultante van deze twee

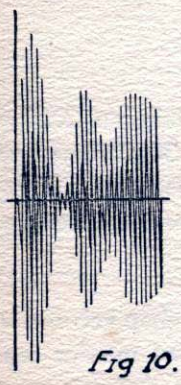


Fig 10.

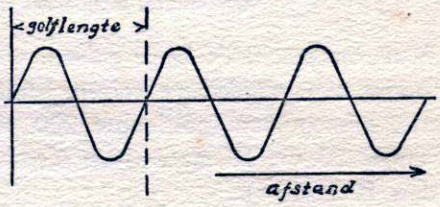


Fig 11.

in fig. 10 te zien, die een grafische afbeelding geeft van een z.g. gemoduleerde golf.

De golflengte is zooals uit de benaming blijkt de lengte van een golf, dus de afstand, waarop de vorming van één volledige golf plaats vindt. Zie fig. 5 en 11.

Onder de golflengte van een radiozender verstaat men den afstand, welke wordt afgelegd door een volledige golf van de

ethertrillingen, veroorzaakt door den hoogfrequenten wisselstroom, waarmede de antenne wordt gevoed. Heeft deze wisselstroom de frequentie N, dan gaan in den ether golven uit in dezelfde frequentie N.

Dit wil zeggen, dat er in den ether per seconde N golven uitgaan en de eerste volledige golf is reeds $\frac{1}{N}$ seconde op weg, wanneer de tweede golf begint.

In $\frac{1}{N}$ seconde legt de eerste volledige golf $\frac{1}{N}$ deel van 300,000 kilometers af, aangezien de snelheid van de voortplanting van ethergolven, zooals eerder vermeld, 300,000 km per seconde is. Voeden wij een antenne met wisselstroom van frequentie 6.000.000, dan legt elke volledige golf per seconde $\frac{300.000\,000}{6.000.000}$ meters af, totdat de volgende golf begint.

In ons voorbeeld is dus de golflengte 50 meters. Tusschen de frequentie en de golflengte bestaat de volgende verhouding:

$$\text{golflengte in meters } \lambda = \frac{300 \text{ millioen}}{\text{frequentie}} \text{ of}$$

$$\text{freguentie} \sim = \frac{300.000.000}{\text{golflengte, uitgedrukt in meters.}}$$

Men onderscheidt *lange golven*, wier golflengten 3000 meters en hooger zijn, *middelbare golven*, (golflengte 3000 meters tot 200 meters), *grens*golven (golflengte 200 tot 50 meters) *korte*golven (golflengte 50 tot 10 meters) en *ultrakortegolven*, (golflengte kleiner dan 10 meters).

Onder weerstand verstaat men de eigenschap van een leiding of lichaam om den electrischen *stroom* meer of minder tegen te houden. Men onderscheidt inductievrije en inductieve weerstanden, wat bij wisselstroom van belang is. Inductievrije weerstand is de weerstand, bij doorloopen waarvan door den wisselstroom zich practisch geen inductieverschijnselen voordoen bv. bij een gloeilamp van onze huisverlichting.

Inductievrije weerstanden beschouwt men ook dikwijls als zuivere gelijkstroomweerstanden en spreekt men van gelijkstroomweerstanden. Inductieve weerstand is de weerstand, bij doorloopen waarvan door den wisselstroom inductie verschijnselen plaats vinden, bv. bij een wisselstroom motor.

Onder capaciteit verstaat men de eigenschap van een leiding of lichaam om een zekere hoeveelheid electriciteit te kunnen opnemen.

Onder zelfinductie verstaat men de bijzondere eigenschap van een leiding of lichaam, zich uitend als volgt: Wanneer door deze leiding of lichaam een electrische stroom loopt, waarvan de stroomsterkte verandert, ontstaat er om deze leiding of dit lichaam heen een in sterkte wisselend magnetisch veld. Dit in sterkte wisselend magnetisch veld induceert op deze leiding of lichaam zelf en heeft tengevolge het ontstaan van de z.g.n. *tegen E.M.K.*, welker richting tegengesteld is aan de E.M.K., die de oorzaak van de door deze leiding of lichaam loopende stroom is. Door het ontstaan van de *tegen E.M.K.* worden de stroomsterkte veranderingen in de leiding of lichaam tegengewerkt of vertraagd ten opzichte van de in de leiding of lichaam heerschende spanningen.

De grootte der zelfinductie is afhankelijk van de vorm en de lengte van de leiding of het lichaam.

Electrische eenheden zijn:

Aard van de grootheid	Naam van de eenheid	Afkorting	Afkortings letter in formules
Spanning	Volt	V	E
Stroomsterkte	Ampère	A	I
Weerstand	Ohm	Ω	R
Capaciteit	Farad	F	C
Zelfinductie	Henry	H	L

Het voorvoegsel mega (M) beteekent 1.000.000 maal,
„ „ kilo (k) „ 1000 „
„ „ milli (m) „ $\frac{1}{1000}$ deel en
„ „ micro (μ) „ $\frac{1}{1.000.000}$ deel.

De eenheid van capaciteit 1 Farad wordt in de practijk zelden gebezigd. Gewoonlijk rekent men in microfarads = μF en in micromicro farads = $\mu\mu$F of millioenste deelen van een μF. Heel dikwijls treft men de capaciteit uitgedrukt in centimeters. 1000 $\mu\mu$F is gelijk aan $\pm$ 900 cm.

Het electrisch arbeidsvermogen is het product van spanning en stroom, dus volt maal ampère. Eenheid van vermogen is

1 Watt = 1 voltampère. Als een zaklantaarnlampje bij 4 volts spanning 0,3 ampère stroom verbruikt, dan zegt men, dat het vermogen van dit lampje 1,2 watt is.

Bij gelijkstroom is het arbeidsvermogen gelijk aan het aantal volts maal het aantal ampères en men spreekt van een vermogen van zooveel watts.

Bij wisselstroom onderscheidt men het schijnbare (ter beschikking zijnde) vermogen, dat altijd in voltampères wordt uitgedrukt, en het afgegeven of geleverde vermogen, dat in watts wordt vermeld. Het afgegeven vermogen is bij wisselstroom bijna altijd kleiner dan het ter beschikking zijnde vermogen, omdat er in de ketens bijna altijd inductieve weerstanden, hoe klein ook, aanwezig zijn, die een tegenwerking veroorzaken, n.l. dat de stroom en spanning niet tegelijkertijd hun maximale respectievelijk minimale waarde bereiken, of zooals men zegt de stroom en spanning niet in phase zijn. De factor van zoo'n tegenwerking noemt men cosinus φ (phi) en deze factor is bijna altijd kleiner dan 1.

Als een motor, met cosinus $\varphi = 0{,}8$ 5 kilovoltampères noodig heeft, dan is hij bij dit cosinus φ in staat slechts 4 kilowatts energie af te geven. Heeft men een verbruiker, welke practisch geen inductieven weerstand bezit, b.v. een verlichtingslamp of strijkijzer, dan is het ter beschikking zijnde vermogen gelijk aan het afgegeven vermogen en wordt dit slechts in watts uitgedrukt.

De wet van Ohm. Volgens deze wet is *voor gelijkstroom*

$$E = I.R.$$

waar E—spanning in volts, I—stroomsterkte in ampères en R-weerstand in ohms is. Hieruit kan men afleiden, dat $I = \frac{E}{R}$ en $R = \frac{E}{I}$. Voor wisselstroom is de verhouding tusschen E, I en R niet zoo eenvoudig en afhankelijk van industrieve hoedanigheid van den weerstand R en de frequentie van den stroom.

In het algemeem geldt voor den wisselstroom de volgende formule:

$$E = I\sqrt{R^2 + \left(2\pi\ NL - \frac{1}{2\pi\ N\ C}\right)^2}$$

waar N — frequentie, L — zelfinductie, C — capaciteit en $\pi = \frac{22}{7}$ is, L in Henry's en C in Farads.

Is de weerstand inductie en capacitief vrij dan is de uitdrukking $\left(2\pi\ N\,L-\frac{1}{2\pi\ NC}\right)^2$ gelijk aan O en blijft over:

$$E=I.\sqrt{R^2}=I.R.$$

De uitdrukking $\left(2\pi\ NL-\frac{1}{2\pi\ N\,C}\right)^2$ heet *reactantie* en de heele uitdrukking

$\sqrt{R^2+\left(2\pi\ N\,L-\frac{1}{2\pi\ NC}\right)^2}$ heet *impendantie* of *schijnweerstand*, ook wel *wisselstroomweerstand.*

De uitdrukking $2\pi\ NL$ stelt voor de inductieve en de uitdrukking $\frac{1}{2\pi\ N\,C}$ de capacitieve hoedanigheid van den weerstand R.

Zooals men uit deze uitdrukkingen ziet, stelt wisselstroomweerstand geen constante grootte voor elken wisselstroom, daar in beide uitdrukkingen een factor N zijnde frequentie van den wisselstroom, is opgenomen.

Hieruit volgt, dat een bepaalde keten voor wisselstroom van zekere frequentie een weerstandswaarde b.v. R1 bezit, terwijl dezelfde keten voor wisselstroom van een andere frequentie een weerstandswaarde b.v. R2 heeft.

HOOFDSTUK II.

Voorname onderdeelen van een radio-ontvangtoestel.

De lamp.

De moderne radio-ontvanglamp is een hoogvacuum (bijna luchtledig) glazen ballon, waarin zich eene draad bevindt, die tot gloeien kan worden gebracht en die *gloeidraad* of *kathode* wordt genoemd.

Fig. 12

Om de kathode heen, in dezelfden ballon, bevindt zich een dradenspiraal, die rooster wordt genoemd terwijl daar omheen een metalen plaat of buis is aangebracht. Deze laatste wordt *anode*, ook dikwijls plaat genoemd.

De uiteinden van den gloeidraad, het rooster en de anode zijn buiten den ballon gevoerd via een isolatiecylinder, de zg. huls, en op de 4 pennen, die in de huls zijn bevestigd, aangesloten. Schematisch voorgesteld, is de lamp in fig. 12 afgebeeld.

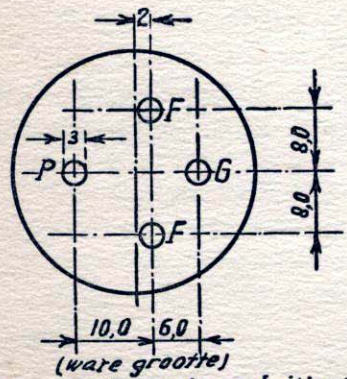


Fig 13

De penaansluitingen van den gloeidraad, het rooster en de anode zijn bij Europeesche lampen genormaliseerd en uitgevoerd volgens fig. 13.

De werking van een lamp is als volgt te verklaren:

Wanneer men de kathode tot gloeien brengt, begint deze gloeidraad zeer kleine electrische negatief geladen deeltjes, genaamd electronen, uit te stooten.

Deze electronen zijn onzichtbaar. Zoolang het rooster en de anode niet onder electrische spanning staan, blijft de gloeidraad de

electronen uitstooten, die nagenoeg allemaal een zekeren afstand bereiken om daarna terug te vallen op den gloeidraad.

Leggen wij de anode aan eene, ten opzichte van den gloeidraad hoogere, positieve spanning, dan worden de electronen hierdoor aangetrokken en vliegen met groote snelheid naar de anode toe. Er ontstaat dus een zekere electronenstroom in het luchtledige van de lamp, van den gloeidraad naar de anode toe, waarvan de hoogere positieve anodespanning de drijfkracht is.

Zulk een verschijnsel noemt men *emissie* en men zegt dan, dat de lampgloeidraad emiteert. Daar het rooster tusschen gloeidraad en anode is aangebracht, moeten de electronen dit passeeren. Als het rooster, alweer ten opzichte van den gloeidraad, eene zekere electrische spanning zou hebben, dan kon deze roosterspanning eene invloed uitoefenen op de hoeveelheid der electronen, die er door kunnen passeeren en de anode bereiken. Uit de algemeene leer der electrotechniek weet men, dat gelijknamige polen elkaar afstooten en tegengestelde polen elkaar aantrekken. Indien het rooster eene, ten opzichte van den gloeidraad, positieve spanning heeft, dan laat het meer electronen door, naar de anode toe, dan wanneer het eene negatieve spanning heeft. Dit komt, omdat in het eerste geval de positieve roosterspanning de hoogere positieve anodespanning mede helpt de electronen aan te trekken, terwijl in het tweede geval de negatieve roosterspanning de electronen (als negatieve deeltjes) terugstoot en dus de aantrekkende positieve anodespanning tegenwerkt. Hierbij dient vermeld te worden, dat de werking van de roosterspanning in sterke mate afhankelijk is van de onderlinge *grootteverhouding* der anode- en roosterspanningen ten opzichte van den gloeidraad en dat een te hooge positieve roosterspanning ertoe kan leiden, dat het rooster zelf alle electronen gaat opnemen, terwijl te hooge negatieve roosterspanning de emissie totaal kan tegenhouden. Wij hebben hierboven met nadruk eenige malen vermeld, dat de omschreven verschijnselen plaats vinden, als het rooster en de anode electrische spanningen hebben *ten opzichte van den gloeidraad*, hetgeen absoluut een vereischte is om een electrische keten te verkrijgen. Ter toelichting geven wij op de volgende bladzijde nog een schema in fig. 14.

Zooals uit fig. 14 blijkt, is de minpool van de anodebatterij aangesloten op de minpool van de gloeistroombatterij.

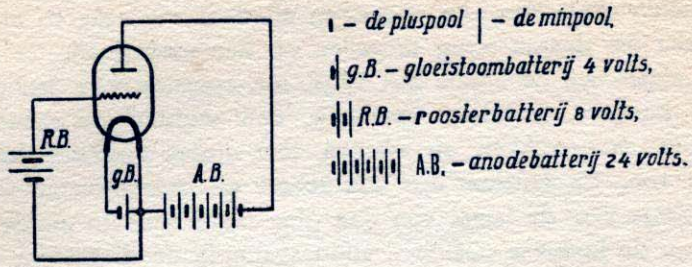


Fig. 14.

De anode heeft dus 24 volts positieve spanning ten opzichte van den mingloeidraad, terwijl de pluspool van de roosterbatterij ook op de minpool van de gloeistroombatterij is aangesloten. Het rooster heeft dus 8 volts negatieve spanning ten opzichte van den mingloeidraad. Door de electronenstroom of z.g. emissie wordt de luchtledige ongeleidende ruimte van de lamp wèl geleidend en er vloeit een gelijkstroom van de plus anodebatterij door de lamp heen naar den gloeidraad toe, waaraan volgens fig. 14 de minanodebatterij is aangesloten, waardoor dus een gesloten keten wordt verkregen. Deze stroom noemt men anode of plaatstroom. De grootte hiervan is afhankelijk van de aan te leggen plus-of minroosterspanning, waardoor de emissie beïnvloed wordt. Door de grootte van den anodestroom te meten bepaalt men hoe groot de emissie is en in hoeverre zij door de roosterspanning beïnvloed wordt. Als men dus op het rooster wisselende spanningen kan aanleggen, dan heeft zulks ten gevolge een in grootte wisselende emissie, omdat de luchtledige ruimte van de lamp meer of min geleidend wordt, naarmate er meer of minder door den gloeidraad uitgestooten electronen de anode bereiken.

Men zij echter indachtig, dat de anodestroom vloeit van de anode naar den gloeidraad (kathode) toe, terwijl de z.g. electromenstroom een beweging van electronen is, uitgestooten door den tot gloeien gebrachte gloeidraad van deze laatste naar de anode toe.

NOOT: Bovengegeven beschrijving is eenvoudigheidshalve gegeven volgens van vroeger af aangenomen theorie, dat de gelijkstroom in de uitwendige keten van de plus naar de minpool loopt.

Condensatoren zijn in letterlijken zin, verzamelaars van electriciteit; het zijn dus toestellen, die een zekere hoeveelheid electriciteit kunnen opnemen, of zoo als men zegt, zich kunnen opladen. Verbindt men na oplading de uiteinden van den condensator met een stuk draad, dan springt er een vonk over en verliest de condensator zijn lading of m.a.w. hij wordt ontladen.

Zoo'n vonk kan men waarnemen bij condensatoren van zekere grootte, bij zeer kleine condensatoren gebeurt de ontlading zonder zichtbare vonk. Men onderscheidt vaste en variabele condensatoren. In het algemeen bestaat elke condensator uit 2 geleiders, waartusschen zich isolatiestof bevindt. De condensatoren worden gemeten naar de grootte hunner capaciteit. De grootte van condensatoren is afhankelijk van de oppervlakte en den vorm van de twee geleiders en van de hoedanigheid van de isolatiestof ertusschen, die tezamen een condensator vormen. Bij ontvangtoestellen worden gebruikt zeer kleine en ook vrij groote condensatoren, b. v. van 100 c.m. = 111 $\mu\mu$F tot 4—8 μF. Er zijn diverse soorten vaste condensatoren n. l. vacuum—,mica—,papiercondensatoren, zoo genoemd naar de wijze van isolatie tusschen de twee geleiders. Een papiercondensator bestaat b. v. uit twee lange strepen bladtin, waartusschen een streep speciaal soort papier is gelegd. Door het bladtin en de papierstrepen zeer lang te maken en het geheel

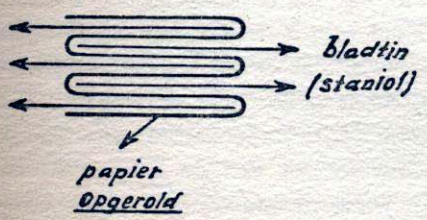


Fig 15 a

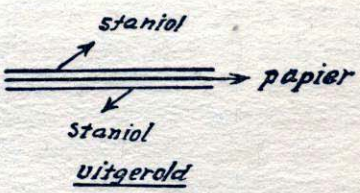


Fig 15 b

in elkaar op te rollen, waarbij gezorgd moet worden, dat de tinbladen steeds van elkaar geïsoleerd blijven, verkrijgt men een condensator van vrij groote capaciteit in betrekkelijk compacten vorm. Fig. 15a en b geven een voorstelling van een papiercondensator in doorsnede.

De meest gebruikelijke variabele (veranderbare) condensatoren zijn draaibare condensatoren, bestaande uit een zeker aantal onbeweegbare (vaste) platen in bepaalden vorm en een aantal platen

zoodanig op een as bevestigd, dat deze laatste platen tusschen de vaste platen kunnen worden bewogen (gedraaid). De isolatiestof, die den technischen naam van *dielectricum* draagt is bij variabele condensatoren meestal lucht, soms wordt ook wel mica of celluloid gebruikt.

Een condensator laat geen gelijkstroom door, m.a.w. biedt aan gelijkstroom een zeer hoogen weerstand. Echter, als men op een uiteinde (z.g. klem) van den condensator een positieve spanning aanlegt, dan krijgt de andere klem van den condensator even hooge negatieve spanningslading als gevolg van de statische inductie.

Bij wisselstroom verandert de spanning van polariteit gedurende elke periode 2 maal. Als men op een klem van den condensator een wisselstroom, dus wisselspanning, aanlegt, dan krijgt de andere klem, alweer als gevolg van de statische inductie, evenhooge doch in polariteit tegengestelde spanningslading. Was op een gegeven moment op de eerste klem de spanning positief, dan werd de andere klem op dat moment negatief geladen. Op het volgende moment wordt de spanning op de eerste klem negatief, hetgeen als gevolg heeft, dat de spanningslading op de tweede klem positief is. Doordat bij wisselstroom de spanning telkens van polariteit verandert, krijgt de tweede klem van den condensator ook telkens van polariteit wisselende spanningsladingen, zoodat, als het ware, op deze tweede klem steeds wisselende spanningen optreden. Daarom zegt men kortweg, dat condensatoren den wisselstroom wel doorlaten. Hierbij dient opgemerkt te worden, dat het doorlaten van den wisselstroom door condensatoren afhankelijk is van *de grootte van een condensator* en van de *frequentie van den wisselstroom*, M.a.w., dat de wisselstroomweerstand van condensatoren afhankelijk is van de grootte der condensatoren en van de frequentie der wisselstroomen. Hieruit volgt, dat de wisselstroomweerstand van condensatoren geen constante grootte, doch een veranderlijke waarde voorstelt, afhankelijk van bovengenoemde factoren. Hoe hooger de frequentie van wisselstroom is, des te kleiner is de wisselstroomweerstand van een zekeren condensator en hoe kleiner de condensator is, des te grooter is zijn wisselstroomweerstand voor wisselstroom van een zekere frequentie. B. v. *voor wisselstroom van frequentie* 50 (als gewoonlijk in de stadsverlichting gebruikelijk) is de wisselstroomweerstand van condensatoren van verscheidene grootte als volgt aangegeven:

4 μF — 800 ohms, 2 μF — 1600, ohms 1 μF — 3200 ohms; voor *wisselstroom van frequentie 50,000*:
1 μF — 3,2 ohms, 0,1 μF — 32 ohms, 0,01 μF — 320 ohms.

Het afkortingsteeken van een vasten condensator is — ‖

of —⊏ en voor een draaibaren ≠ of ⌒

Bij dit laatste teeken is het gebogen pijltje tevens de aanduiding van het stel draaibare platen.

Spoelen. Voor korte- en grensgolfontvangst gebruikt men gewoonlijk cylindrische spoelen van verzilverd koperdraad, dik 1,5—2 m.m., z.g. gespatieerd gewikkeld, dus zoo, dat elke winding door een luchtafstand van 1,5—2 m.m. van elke andere is gescheiden. In den handel zijn deze spoelen overal verkrijgbaar.

Een normale maat van cylinderdoorsnede is 6,5—7 c.m.

Voor een golflengtebereik van 10 tot 100 meters heeft men bij een draaibaren condensator van 250 $\mu\mu$F een stel van 7 spoelen noodig, bestaande uit spoelen 2, 3, 4, 6, 8, 10 en 12, welke getallen het aantal windingen aanduiden. Neemt men een draaibaren condensator van 125 $\mu\mu$F dan moet men nog spoelen 15 en 20 daarbij hebben voor hetzelfde golflengtebereik. Een grooter condensator dan 300 $\mu\mu$F is voor de z.g. roosterkring niet aan te bevelen, omdat men hiervoor een zeer goeden fijnregelknop zou moeten hebben. Voor de z.g. terugkoppeling kan men best een condensator van 250—500 $\mu\mu$F gebruiken met een niet al te mooien fijnregelknop.

Men kan met succes de spoelen zelf maken van geisoleerd montagedraad 1,5—2 m.m. dik (z.g. glazitedraad) en als volgt te werk gaan:

Op een plankje hout zet men een cirkel uit van 8 c.m. doorsnede (diameter of technisch geteekend Ø) en hierbinnen nog een cirkel van 6 c.m. Ø. Beide cirkels zijn van uit hetzelfde centerpunt uit te zetten. Hierna slaat men op elk der cirkellijnen 9 spijkers in op gelijken afstand van elkaar, zooals in fig. 16 is aangegeven. De koppen van de spijkers knipt men tevoren af. Daarna begint men te wikkelen in de richting van een uurwijzer, zoodanig, dat er telkens een spijker op den buiten- en binnen

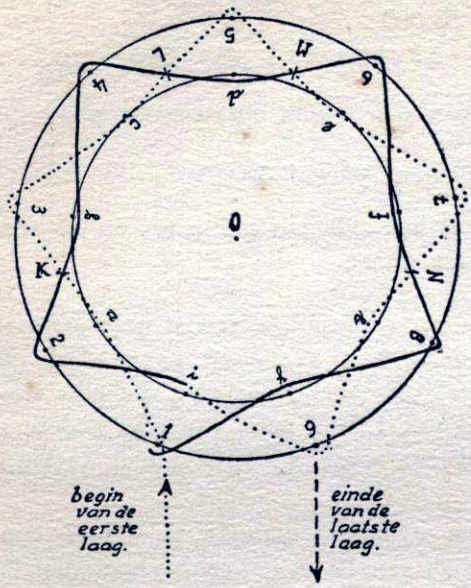


Fig. 16.

cirkel wordt overgeslagen. Door het oneven aantal spijkers per cirkel krijgt men de oneven lagen als geteekend met stippellijn, n.l. om en bij de spijkers 1, a, 3, c, 5, e, 7, g, 9 en i komen de oneven lagen en om en bij de spijkers 2, b, 4, d, 6, f, 8, h en 1 komen de even lagen van de spoel. Als men het noodige aantal windingen heeft gewikkeld, dan worden de lagen op de punten 1, K, L, M, N en 9 met zijdegaren vastgebonden. Hierna trekt men de spoel voorzichtig uit de spijkermal, (hierbij de isolatie van den draad niet te beschadigen), en ontdoet de uiteinden van de spoel bij punten 1 en 9 van de isolatie. Men steekt thans de uiteinden in een normale 2-punts-spoelsteker en zet ze middels de er in aanwezige schroefjes vast. Men lette er op, dat de spoelen van eenzelfde stel allen dezelfde wikkelingsrichting hebben n.l. die van een uurwijzer, en dat, als men den spoelsteker voor zich legt, het begin van de spoel op het linker punt en het einde op het rechter punt van den spoelsteker komt. Ter verduidelijking verwijzen we naar fig. 17.

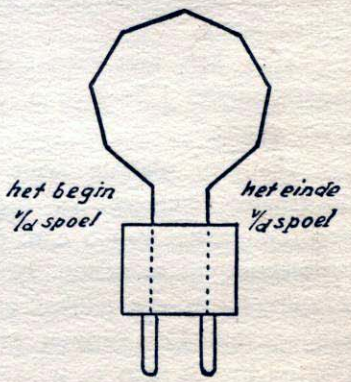


Fig 17

Alhoewel de cylindrische, van verzilverd koperdraad vervaardigde, spoelen beter zijn dan de hierboven beschreven stervormige spoelen, vallen deze laatste toch zeer mee, zelfs bij golven van 14—16 meters. Het golflengte-bereik van deze stervor-

mige spoelen is ongeveer gelijk aan dat van de cylinderspoelen. Hieronder geven wij een benaderend staatje van het golflengtebereik, waarbij de spoelnummers tevens het aantal windingen aanduiden.

Spoel No.	met draaicondensator van 125 $\mu\mu$F	met idem van 250 $\mu\mu$F	met idem van 300 $\mu\mu$F	met idem van 500 $\mu\mu$F
2	10—19 meters	11—26 m.	12—29 m.	13—38 m.
3	12—22 m.	13—31 m.	14—34 m.	15—44 m.
4	15—29 m.	16—40 m.	16—45 m.	17—58 m.
5	18—36 m.	18—50 m.	18—56 m.	19—72 m.
6	21—43 m.	21—60 m.	21—67 m.	22—86 m.
8	25—50 m.	25—70 m.	26—78 m.	27—100 m.
10	32—60 m.	33—84 m.	34—94 m.	35—120 m.
12	40—72 m.	41—101 m.	42—112 m.	43—144 m.
15	47—85 m.	48—119 m.	49—133 m.	50—170 m.
20	55—105 m.	56—145 m.	55—160 m.	58—210 m.

Het afkortingsteeken van een spoel is:

Transformatoren: Een transformator is in het algemeen een toestel, dat de wisselspanningen uit een keten door de z.g. wederkeerige inductie kan overdragen op een andere keten. Hierbij kan de spanning van de eerste keten, of primaire, verhoogd of verlaagd worden in de tweede keten, of secondaire. Zooals in Hoofdstuk I werd vermeld kan de wederkeerige inductie slechts plaats vinden door de stroomveranderingen, waaruit volgt, dat men slechts wisselstroom, dus geen gelijkstroom, kan transformeeren. Gewoonlijk bestaat een transformator uit een ijzeren kern, waaromheen 2 aparte wikkelingen zijn aangebracht, de primaire en de secondaire.

De verhouding tusschen het aantal windingen van de primaire tot die van de secondaire, noemt men de transformatieverhouding. Een transformator van 1 : 4,5 heeft b. v. 4000 windingen primair en 18000 windingen secondair of een transformator van 20 : 1 heeft bv. 5000 windingen primair en 250 windingen secondair.

De ijzeren kern dient voor vergrooting van zelfinductie van de wikkelingen en om betere koppeling tusschen de primaire en secondaire te verkrijgen. Is het aantal windingen van de secondaire grooter dan dat van de primaire, dan worden in de secondaire de

spanningen hooger, of zooals men zegt, zij worden *omhoog* getransformeerd. Leggen wij bv. 6 volts wisselspanning aan de primaire van een transformator van 1 : 4, dan krijgen we 24 volts wisselspanning op de secondaire ; hadden we bv. een transformator van 6 : 1 en sluiten de primaire ervan aan dezelfde 6 volts wisselspanning, dan krijgen we 1 volt wisselspanning op de secondaire. In het laatste geval zegt men, dat de spanning *omlaag* wordt getransformeerd. Hierbij valt op te merken, dat bij transformatie omhoog, de stroomsterkte in de secondaire evenredig aan de transformatie verhouding kleiner wordt en bij transformatie omlaag de stroomsterkte in de secondaire ook evenredig aan de transformatieverhouding grooter wordt.

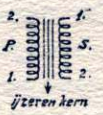
Hadden we in ons eerste voorbeeld bij een transformator van 1 : 4 op de primaire 6 volts wisselspanning bij een stroomsterkte van 4 ampères, dan krijgen wij op de secondaire 24 volts wisselspanning bij een stroomsterkte van 1 ampère en in het tweede voorbeeld bij een transformator van 6 : 1 op de primaire 6 volts wisselspanning bij een stroomsterkte van 1,5 ampère, dan krijgen we op de secondaire 1 volt wisselspanning bij 9 ampères. In het algemeen blijft het vermogen in beide ketens gelijk, d. w. z., volt × ampère primair = volt × ampère secondaire. Echter zijn bovenaangehaalde voorbeelden eigenlijk benaderend zoowel voor spannings als voor stroomtransformaties en kunnen praktisch gelden voor kleine transformatoren ; in werkelijkheid zijn er altijd eenige verliezen in beide ketens, o.a. de z.g. koper en ijzerverliezen, terwijl de hoedanigheid van de koppeling tusschen primaire en secondaire, de wikkelingsmethode en kwaliteit van de ijzeren kern een belangrijke rol spelen. Eenvoudigheidshalve laten wij dit buiten beschouwing.

De ijzeren kernen worden gewoonlijk gebruikt alleen in transformatoren voor laagfrequenten wisselstroom.

Men maakt ook transformatoren voor hoogfrequenten wisselstroom, waarbij geen ijzeren kernen worden toegepast, aangezien de zeer kleine waarden van de zelfinducties der primaire en secondaire voor den hoogfrequenten stroom een belangrijken factor vormen, afgezien nog van vele andere factoren.

Het afkortingsteeken voor een hoogfrequent transformator is :

, en van een laagfrequent transformator :



P en S duiden primaire en secondaire aan, terwijl 1 en 2 het begin, resp. het einde van de wikkelingen voorstellen. Soms vindt men inplaats van 1 en 2 de teekens I en O, wat „input" (Hollandsch—ingang, begin), resp. „output" (Hollandsch—uitgang, einde) aanduidt. Op Engelsche en Amerikaansche transformatoren staat somwijlen „Plate" (einde primaire, plaat, anode) + „HT" (begin primaire, plus hoogspanning) of „P" en „B +", hetgeen dus 2 en 1 vervangt. Op de secondaire staat er dan „Grid" (rooster, uitgang secondaire) en „Grid bias" (rooster batterij, ingang secondaire) of „G" en „C—", hetgeen ook 2 en 1 vervangt.

Op Fransche transformatoren staan soms teekens „e" en „s" (Hollansch—in en uit), terwijl op Duitsche transformatoren dikwijls „e" en „a" (Hollandsch — in en uit) voorkomt.

Weerstand, als onderdeel in het ontvangtoestel is eene leiding in een of anderen vorm, die den stroom meer of minder tegenhoudt.

De weerstanden, die in een ontvangtoestel worden gebruikt zijn van verschillenden vorm en samenstelling bv. vacuum, grafiet, speciale draadweerstanden enz. Ook zijn er z.g. vaste, dus onveranderlijke, en regelbare (gewoonlijk draaibare) dus veranderbare weerstanden. Hoofdzakelijk gebruikt men diverse weerstanden om de benoodigde stroomsterkte en spanningsafval te verkrijgen.

Hebben wij bv. een spanningsbron van 4 volts en moeten we daarmede een lamp voeden, die 0,01 ampère stroom verbruikt bij 3,5 volts, dan moeten we te werk gaan volgens onderstaande formule:

$$\frac{\text{weg te werken volts}}{\text{stroomverbruik in ampères}} = \text{benoodigde weerstand in ohms}$$

In ons voorbeeld dus:

$$\frac{4-3{,}5}{0{,}01} = \frac{0{,}5}{0{,}01} = 50$$

Of anders gezegd: *voor elke milliampère stroomverbruik bedraagt het spanningsafval per elke 1000 ohms voorgeschakeld weerstand één volt.*

Bv. bronspanning 100 volts, het stroomverbruik 4 milliampères, voorgeschakelde weerstand 8800 ohms; het spanningsafval is dus:

$$(4 \times 8{,}8) \text{ volts} = 35{,}2 \text{ volts.}$$

Beide bovengegeven formules zijn afgeleid van de wet van Ohm voor gelijkstroom, immers $E = I \times R$, aldus in het eerste voorbeeld:

$$4 - 3{,}5 = 0{,}01 \times 50,$$

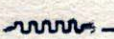
en in het tweede voorbeeld:

$$35{,}2 = 0{,}004 \times 8800 = 4 \times 8{,}8$$

Zooals reeds eerder vermeld, geldt de wet van Ohm *voor gelijkstroom* en *niet voor wisselstroom*, bij welke laatste de inductieve en capacitieve hoedanigheden van een weerstand een voorname factor vormen.

Men onderscheidt dan ook inductievrije en inductieve weerstanden.

Het afkortingsteeken hiervoor is:

 — inductievrije weerstand,

 — inductieve weerstand,

Een smoorspoel is, zooals uit haar naam blijkt, een spoel in een of anderen vorm, bestemd om door haar zelfinductie de stroomsterkteveranderingen tegen te werken of m.a.w. te smoren, d.w.z. niet door te laten.

Bij ontvangtoestellen onderscheidt men de hoog- en laagfrequente smoorspoelen, naar gelang van haar constructie en bestemming. Een goede hoogfrequente smoorspoel bestaat uit een holle geribde isolatiebuis, waaromheen een zeker aantal windingen van emaille of speciaal z.g. weerstandsdraad (draad met een hooge weerstandswaarde per eenheid van lengte, o.a. manganine en constantandraad), dikte ca 0,1 m.m., zijn aangebracht, voor de helft gespatieerd en voor de helft naast elkaar gewikkeld, zooals aangegeven in fig. 18 en 18a.

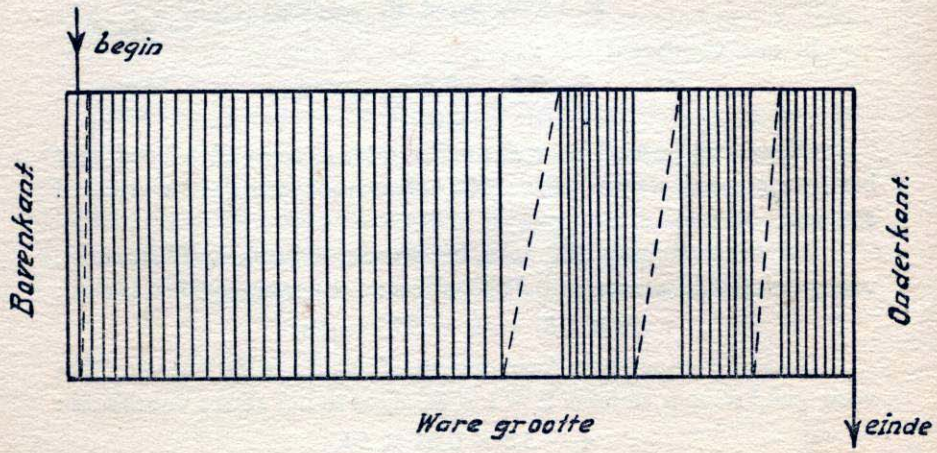
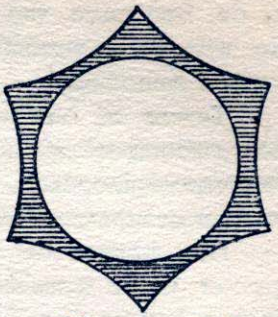


Fig. 18

Aan den boven- en onderkant bevestigt men middels houtschroefjes twee ronde stukjes eboniet, elk van een klemschroefje voorzien, waaronder begin en einde van den draad worden vastgezet.

Voor het golfbereik van 10 tot 150 meters zijn ± 30 gespatieerde en ± 30 naast elkaar, in 3 groepen van 10 gelegde wikkelingen op een buis van ± 40 m.m. doorsnede reeds voldoende.



(Doorsnede) van boven gezien

Fig 18a

Er zijn in den handel verscheidene uitvoeringen van hoogfrequente smoorspoelen te krijgen, soms afwijkende van de hierboven beschreven uitvoering, welke voor den zelfknutselaar werd gekozen van wege haar grooten eenvoud.

Het afkortingsteeken voor een hoogfrequente smoorspoel is:

Een laagfrequente smoorspoel bestaat uit een ijzeren kern, waaromheen een spoel van een groot aantal windingen is aangebracht om de zelfinductie zoo groot mogelijk op te voeren. Soms voorziet men de kern van laagfrequente smoorspoelen van een luchtspleet om de z.g. magnetische verzadiging tegen te gaan en hoogere zelfinductie bij grootere stroomsterkte te bereiken.

Het afkortingsteeken van een laagfrequente smoorspoel is:

spoel ijzeren kern.

In het algemeen kan men zeggen, dat hoe grooter de kern en het aantal windingen, des te grooter de zelfinductie van een smoorspoel is. Echter wordt hieraan toegevoegd, dat de kwaliteit van het ijzer in de kern, het al dan niet aanwezig zijn van een luchtspleet en de wikkelingsmethode een beduidende rol speelt.

Elke smoorspoel biedt aan gelijkstroom slechts haar ohmschen gelijkstroomweerstand, die altijd een zekere constante waarde heeft.

Aan wisselstroom of aan wisselende stroomvariaties biedt een smoorspoel een weerstand, die geen constante grootte heeft, doch die afhankelijk is van:

a) de frequentie van den wisselstroom of de frequentie van de wisselende stroomvariaties en b) de grootte der zelfinductie van de smoorspoel.

Tevens zij hier nog vermeld, dat de eigen zelfinductie van een smoorspoel afhankelijk is van de grootte van den door de smoorspoel loopende gelijkstroom, waarop de stroomvariaties worden gesuperponeerd.

Hoe hooger de frequentie van den wisselstroom is, des te grooter is de wisselstroomweerstand van een zekere smoorspoel en hoe hooger de zelfinductie van een smoorspoel is, des te grooter is haar wisselstroomweerstand voor wisselstroom van een bepaalde frequentie. (Als men het bovenstaande vergelijkt met hetgeen over condensatoren is gezegd, dan merkt men, dat dit precies het omgekeerde is van hetgeen voor condensatoren geldt.

(Vergelijk de formule uitdrukkingen van capacitieve en inductieve hoedanigheden onder reactantie in hoofdstuk I).

Bv. voor wisselstroom van frequentie 50 en 100, of wel voor stroomvariaties van dezelfde frequenties zooals bij plaatspanning-apparaten voorkomt, is de wisselstroomweerstand van zelfinducties van verscheidene grootte als hieronder is aangegeven:

a) frequentie 50,
   1 Henry - 314 ohms, 10 Henrys - 3140 ohms, 20 Henrys - 6280 ohms;
b) frequentie 100,
   1 Henry - 628 ohms, 10 Henrys - 6280 ohms, 20 Henrys - 12560 ohms.

In welke mate de door een smoorspoel loopende gelijkstroom de grootte van zelfinductie beïnvloedt is bv. uit het volgende staatje te zien:

Een Ferranti smoorspoel type BI, maximale toelaatbare stroomsterkte 50 milliampères, bezit de volgende zelfinductiewaarden bij het doorloopen van gelijkstroom:

5 mA. - 50 Henrys, 15 mA. - 40 Henrys, 45 mA. - 25 Henrys; een Görler smoorspoel type D 5 B. maximale toelaatbare stroomsterkte 125 milliampères, bezit idem bij idem:

10 mA. — 45 Henrys, 40 mA. - 30 Henrys, 80 mA. - 15 Henrys;

(Deze opgaven zijn ontleend aan fabrieksbrochures).

HOOFDSTUK III.

Toebehooren van een ontvangtoestel.

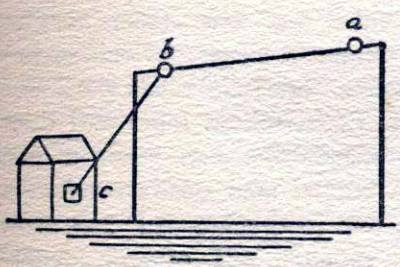
Antenne beteekent vangdraad, dat is dus een draad, waarmede de ethergolven worden opgevangen, wat zeggen wil, dat de aankomende ethertrillingen van een zekere frequentie N in de antenne zeer zwakke hoogfrequente wisselstroompjes van dezelfde frequentie N opwekken.

Een goede antenne is noodzakelijk voor de behoorlijke ontvangst van de zendstations, die buiten de woonplaats van luisteraars zijn gelegen.

Ook voor de ontvangst van een niet te krachtigen plaatselijken zender bewijst een goede antenne ons uitstekende diensten.

In het algemeen bestaat een ontvangantenne uit een of meerdere draden op een zekere hoogte van den grond gespannen en van de steunpunten middels z.g. isolatoren geïsoleerd.

Aan den eenen kant hangt de draad (of draden) vrij in de lucht, dit is het z.g. vrije einde, aan den anderen kant loopt de draad door tot de antenneaansluiting (of aansluitklem) op het ontvangtoestel. Gewoonlijk sluit men de antennedraad op het middencontact van de z.g. antenne - aarde - schakelaar, terwijl de twee buitenste contacten van deze schakelaar met het ontvangtoestel, respectievelijk met „aarde" worden verbonden.



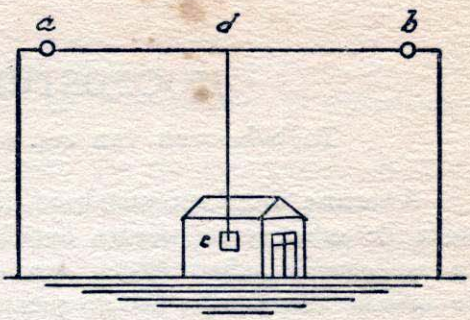
Omgekeerde L antenne

Fig 19a

Er zijn verscheidene vormen van antennes, die namen dragen naar haar uiterlijken constructievorm bv. omgekeerde L antenne. T antenne, schuine antenne, enz., als in fig. 19a, b en c is afgebeeld.

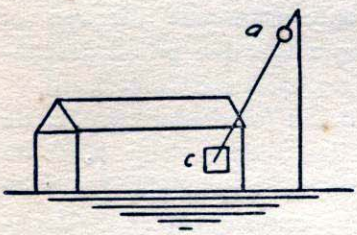
Men zorge ervoor, dat bij omgekeerde L antenne het vrije einde (punt a) minstens even hoog, liefst wat hooger is, dan

punt b en, dat bij een T antenne punt d precies in het midden wordt genomen tusschen punten a en b, die hier evenhoog dienen te zijn. De keuze van een antennevorm hangt ten nauwste samen met de beschikbare erfruimte en de voor het toestel gekozen plaats. Als zeer eenvoudige en toch vrij goede antenne kan in vele gevallen de schuine antenne dienen.



T antenne

Fig 19b



Schuine antenne

Fig 19c

Hiervoor heeft men de minste ruimte, minder steunpunten en minder isolatoren noodig. Met een rechte bamboe van ± 14 meters hoogte, waarvan ± $^1/_7$ deel in den grond komt te staan, zoodat er ± 12 meters boven den beganen grond overblijven, en enkel z.g. litze (zeer soepele uit dunne in elkaar gevlochten koperaders bestaande) draad van 2 – 3 m.m. dikte, schuin ingevoerd door een raamkozijn, een muur of een ventilatierooster naar het toestel, bereikt men goede resultaten. Men trachte de schuine helling de loodrechte lijn zoo dicht mogelijk te laten benaderen en vermijde alle scherpe invoerhoeken.

De hoogte van een antenne is een voorname factor, evenals de isolatiehoedanigheid op het vrije einde, bij afspanning, bij doorvoer in huis, kortom bij alles, waar men een aansluiting met den grond, of technisch gezegd met „aarde", kan veroorzaken. Men houde in het oog, dat zoowel de bamboe, als de muren, kozijnen enz. min of meer geleiders zijn, vooral voor hoogfrequente stroomen, en zoodoende als „aarde" moeten worden aangemerkt.

Het afkortingsteeken voor een antenne is:

en voor „aarde".

Bij zenders gebruikte antennes, hier natuurlijk als zenddraad (draden) gebezigd, zijn van meer ingewikkelden vorm en dikwijls voorzien van speciale inrichtingen, de z.g. „beams" (Hollandsch-z.g. gerichte antennes), opdat voor lange afstanden de ether—golven zich in een bepaalde richting zullen kunnen voortplanten. Ook de groote ontvangstations voorzien hun antennes van speciale „beams". In zulke gevallen dienen de „beams". voor een meer effectieve concentratie der in de antenne opgewekte hoogfrequente stroomen. („Beam" is een Engelsch woord en beteekent straal).

De koptelefoon van een ontvangtoestel bestaat uit een stel van twee telefoons, die zoodanig zijn uitgevoerd en bevestigd, dat men met beide ooren tegelijk kan hooren. Voor de radio ontvangst gebruikt men de z.g. hoogohmige telefoons, gewoonlijk van 2×2000 ohms, in tegenstelling met gewone telefoontoestellen, waar men vrijwel algemeen laagohmige telefoons van $\pm$ 120 ohms gebruikt.

Een telefoon bestaat uit twee op een weekijzeren kern gewonden draadspoeltjes, welke bevestigd zijn op een ring- of een U-vormigen permanenten magneet. Beide spoeltjes zijn op één harer uiteinden met elkaar verbonden, terwijl de andere uiteinden van elk spoeltje op een tweeaderig snoer zijn aangesloten. Dit tweeaderig snoer wordt bij koptelefoons gewoonlijk op een tweepoligen steker vastgezet. Tegen de uiteinden van deze weekijzeren kern met de spoeltjes, welke is vastgezet in een holle cylindrische buis, is een trilplaat of membraan van dun ijzer of blik aangebracht en zoodanig door de oorschelp van het cylinderbuis tegen de opstaande randen ervan aangedrukt, dat zij wordt vastgeklemd op een kleine luchtafstand van de uiteinden van de weekijzeren kern.

Wordt de koptelefoon in een keten geschakeld, waarin wisselstroomen loopen, (alle spraak en muziekgeluiden, die middels electrische toestellen worden verspreid, versterkt of voortgebracht veroorzaken altijd wisselstroomen) dan wordt de koptelefoontrilplaat meer of minder aangetrokken door de sterkteveranderingen

van den wisselstroom, omdat het permanent magnetische veld, gevormd door den magneet en de spoeltjes sterker of zwakker wordt. Door deze sterkte-variatie wordt de trilplaat uit haar ruststand gerukt en zij komt in trilling, overeenkomstig de sterkte-veranderingen van den wisselstroom.

Het trillen van den trilplaat veroorzaakt een geluid, dat gelijk is aan het oorspronkelijk geluid in de keten voortgebracht. Daar men voor het verkrijgen van een hooge ohmsche weerstand in de spoelen van een telefoon meer windingen moet maken, dan bij een lage ohmsche weerstand en de sterkte van een magnetisch veld, gevormd door een magneet en een spoel, bij doorloopen van deze laatste door een en dezelfden stroom, recht evenredig is aan het aantal spoelwindingen, is de hoogohmige telefoon gevoeliger dan de laagohmige.

Een koptelefoon voor beide ooren is schematisch voorgesteld in fig. 20.

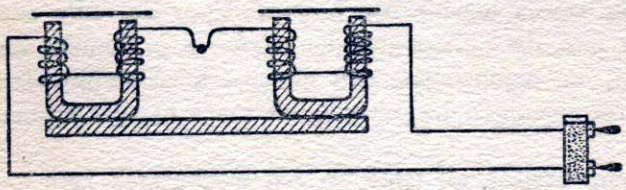


Fig. 20

Het afkortingsteeken voor een koptelefoon is:

De luidspreker is, zooals uit de benaming blijkt, een toestel, dat luid kan spreken.

Men onderscheidt electromagnetische, electrostatische, inductordynamische en electrodynamische luidsprekers naar gelang van de constructieprincipes.

Eenvoudigheidshalve beperken wij ons tot de meest gebruikelijke en ook goedkopere electromagnetische luidsprekers.

Dit soort luidsprekers is in wezen niets anders dan een telefoon in vergrooten vorm. Het instrument bestaat uit een tamelijk grooten permanenten magneet met één of meerdere spoelen, die gewonden zijn op een weekijzeren kern, welke op den permanenten magneet is vastgezet en voorts een trilplaat (membraan) of conus van toepasselijken vorm en grootte.

De conus is niet van ijzer of blik, maar van een speciaal soort papier c.q. linnen. De buitenranden van deze papier-

conus zijn gewoonlijk middels flanel (of zacht leer) tegen het gestel van den luidspreker aangedrukt, gelijmd of op andere manier bevestigd. Het middenpunt van de conus is van een klein stukje ijzer of blik voorzien, dat zoodanig is geconstrueerd, dat het de functie van een trilplaat vervult. Komt dit stukje in trilling, dan trilt tevens de geheele conus mede; hierdoor wordt het geluid weergegeven (gereproduceerd). Deze geluidsreproductie geschiedt op dezelfde wijze als reeds bij de telefoontrilplaat werd beschreven.

Sommige luidsprekers zijn voorzien van een stelschroef, waarmede men den luchtafstand tusschen de uiteinden van den weekijzeren kern en het stukje ijzer of blik kan regelen, daar deze afstand vrij kritisch is.

Door bijzonderen vorm en constructie der luidspreker onderdeelen, (dikwijls afwijkend van het hierboven beschreven systeem, doch dezelfde functies vervullend), heeft men getracht aan de conus een grootere trillingswijdte (amplitude) te geven om de geluiden sterker weer te kunnen geven.

In hoofdstuk I (bij de beschrijving der geluidsverschijnselen) werd aangetoond, dat de sterkte van een geluid afhangt van de amplitude der trillingen.

Accu. Accumulator beteekent letterlijk vertaald: verzamelaar. De meest gebruikelijke accumulator de loodaccumulator, kortweg genoemd accu, bestaat uit z.g. positieve en negatieve op eenigen afstand van elkaar in een bak geplaatste platen. De bak, waarin de platen zijn geplaatst, is met verdund zwavelzuur gevuld. De positieve platen zijn uit loodsuperoxyde vervaardigd en hebben een bruine kleur, terwijl de negatieve platen van sponsachtig lood zijn gemaakt en een licht grijze kleur hebben.

Fig 21

Een stel platen in een bak noemt men een cel. In elke cel is het aantal negatieve platen 1 grooter dan het aantal positieve platen, omdat men de positieve platen tusschen de negatieve plaatst, zooals afgebeeld in fig. 21.

Tegenwoordig gebruikt men loodplaten, die met een papperige massa zijn gevuld (z.g. pasta).

Bij de positieve platen bestaat dit pasta uit loodmenie en zwavelzuur en bij de negatieve platen uit loodglit (loodoxyde) en zwavelzuur. De bovenste uiteinden der platen worden met elkaar verbonden, positieve met positieve en negatieve met negatieve, terwijl op elk dezer onderlinge verbindingen een klemschroef met een moer is aangebracht om de aansluiting op de accu te vergemakkelijken. Per cel vindt men dus een positieve en een negatieve aansluitklem of schroef, welke men respectievelijk de plus- en de minpool van de accu noemt. Het verdunde zwavelzuur in den bak heet *electrolyt*.

De werking van een accu berust op scheikundige (chemische) verschijnselen. Wanneer men een accu met electrolyt gevuld, op een gelijkstroombron aansluit, b.v. op een gelijkstroomdynamo, zóó, dat de pluspool van de dynamo met de pluspool van de accu is verbonden en de minpool van de dynamo met de minpool van de accu, dan onstaat er in de accucel een zekere scheikundige werking, waardoor de accu eene hoeveelheid electriciteit opneemt (verzamelt). Men zegt dan, dat de accu wordt geladen.

Heeft men de accu eenigen tijd onder invloed van de gelijkstroombron laten staan en schakelt men deze bron uit, dan bewaart de accu de opgenomen electriciteit. Verbindt men hierna de accu met een of anderen stroomverbruiker, bv. een radiolamp, dan vindt er door de sluiting van de electrische keten, nl. (plus-accu — gloeidraad — minaccu) afgifte van electriciteit in den vorm van gelijkstroom plaats. Men zegt dan, dat de accu wordt ontladen.

Hierbij vindt in de cel een andere chemische werking plaats, precies tegenovergesteld aan die van de lading. Aangezien elke accu eene bepaalde hoeveelheid electriciteit kan opnemen, beoordeelt men accu's naar hun capaciteit, uitgedrukt in ampère-uren.

De capaciteit van de accu, zoo ook de maximale toelaatbare laad- en ontlaadstroomsterkte en de zuurdichtheid (het soortelijk gewicht) van het electrolyt, wordt door de fabrieken steeds voor elke accu aangegeven. Praktisch gesproken is de capaciteit van een accu recht evenredig aan het gewicht en de oppervlakte van de platen; hoe grooter dus het gewicht en de oppervlakte der platen, des te grooter is de capaciteit.

Als een accu gedurende 24 uren met den stroom van 2 ampère wordt volgeladen, dan zegt men, dat deze accu eene capaciteit van $2 \times 24 = 48$ ampère-uren heeft gekregen.

Per cel bedraagt de spanning van elk loodaccu circa 2 volt. Aangezien de meest gebruikelijke radio-ontvanglampen 4 volt spanning vereischen moet men voor dergelijke lampen een 4 volts accu gebruiken, welke in diverse en soms zeer compacten vorm in den handel verkrijgbaar zijn. Echter bestaat een 4 volts accu altijd uit 2 aparte cellen, waarbij van de eene cel de pluspool en van de andere cel de minpool dikwijls niet op een afzonderlijke klem of aansluitschroef zijn aangesloten, maar even boven de bakken met elkaar zijn verbonden middels een loodenstreep of loodendraad. De overblijvende pluspool van de eene cel en de overblijvende minpool van de andere cel zijn dan, als gewoonlijk, van aansluitklemmen of schroeven voorzien, zoodat men 4 volts spanning op deze laatsten verkrijgt. Over de lading, ontlading en het onderhoud van accu's, zie hoofdstuk VIII.

De droge batterij bestaat gewoonlijk uit een koolstaaf of pluspool en een zinkstaaf of buis — de minpool met een poreuze massa er tusschen, gedrenkt in een vocht van speciale chemische samenstelling. Dit vocht vormt hier een soort droog electrolyt. Sluit men een droge batterij aan een stroomverbruiker, dan ontstaat er door de sluiting van de electrische keten een chemische werking in het inwendige van de batterij en heeft de afgifte van gelijkstroom plaats. Een droge batterij, bestaat evenals een accu, uit één of meerdere cellen, doch kan niet zooals een accu opgeladen worden. Elke cel bezit één plus- en één minpool en een in speciaal vocht gedrenkte poreuze massa. Zijn er bv. 2 cellen op dezelfde wijze als bij een 4 volts accu met elkaar verbonden, n.l. de pluspool van de eene cel met de minpool van de andere cel, (dit noemt men serieschakeling), dan krijgen we een batterij, die de dubbele spanning heeft dan een batterij bestaande uit één cel. Per cel bedraagt de spanning van een droge batterij circa 1,5 volt, zoodat als men bv. 30 volt spanning wil hebben, men 20 cellen met elkaar in serie moet schakelen. In den handel zijn droge batterijen van verschillende spanningen verkrijgbaar, die bestaan uit meerdere in serie geschakelde cellen. Evenals bij accu's beoordeelt men droge batterijen naar de capaciteit, uitgedrukt in milliampère-uren of ampère-uren. Doordat men droge batterijen een compacten vorm en niet te veel gewicht tracht te geven, zijn de afmetingen van positieve, respectievelijk, negatieve staven of buizen, alsook de hoeveelheid van de poreuze massa gewoonlijk vrij klein. Hierdoor is de capaciteit van droge

batterijen zeer beperkt en worden zij thans vrijwel zelden gebruikt voor de voeding van anode's van radio-ontvanglampen. Wel echter voor speciale doeleinden zooals metingen, waarbij men zeer constanten gelijkstroom noodig heeft.

Gelijkrichters. Onder gelijkrichter verstaat men een toestel, dat een wisselstroom in een gelijkstroom omzet. Er bestaan verscheidene soorten gelijkrichters voor allerlei doeleinden en van diverse constructie, vormen en principes, alsook van zeer uiteenloopend gelijkrichtend vermogen. Onder dit laatste verstaat men het product van volt maal ampère maximale te verkrijgen gelijkstroom. De meest gebruikelijke lamp- en droge metaalgelijkrichters voor den radioluisteraar zijn hieronder beschreven.

Een lampgelijkrichter bestaat uit een transformator en een gelijkrichterlamp; soms is hij nog van een of twee z.g. weerstandlampen voorzien.

Deze weerstandlampen zijn niet anders, dan weerstanddraden in een glazen ballon en dienen om de juiste stroom en spanning te verkrijgen.

De primaire wikkeling van den transformator wordt op een wisselstroomnet (stadsverlichtingsnet) aangesloten, terwijl de twee secondaire wikkelingen de gloei- en anodespanningen leveren. Daar de hoogvacuum en ook de met speciaal gas gevulde lampen den stroom slechts in één richting doorlaten, n.l. van de anode naar de kathode (gloeidraad), wordt door deze gelijkrichterlampen de stroom van de op de anode aangelegde wisselspanningen slechts tijdens de positieve spanningshelften doorgelaten en hierdoor wordt de wisselstroom in gelijkstroom omgezet.

De gelijkrichterlampen zijn voor dit doel speciaal vervaardigde lampen. Men onderscheidt hoogvacuum- en gasgevulde lampen. De werking van de eersten is gelijk aan die van de radio-ontvanglampen. De werking van de gasgevulde lampen berust niet alleen op de electronen-emissie, doch ook op de z.g. *ionisatie* van het gas. Volgens de electronen-theorie bestaan de kleinste stofdeeltjes de z.g. moleculen uit atomen, dwz. uit zeer kleine physiek en chemisch ondeelbare deeltjes. Een atoom bevat een positieve kern, genaamd *ion*, waaromheen zich vele negatieve deeltjes de z.g. *electronen* bewegen.

Als men op de anode van een met speciaal gas gevulde lamp een wisselspanning aansluit, dan veroorzaakt de positieve helft van

deze wisselspanning eene beweging van electronen in de atomen van dit gas.

Hierdoor komen de positieve kernen of ionen los en in de gasgevulde ruimte ontstaat, als het ware, eene loop van electronen en ionen. Door deze loop wordt de inwendige weerstand van de lamp zeer klein voor positieve spanningen en oneindig groot voor negatieve spanningen. De stroom tijdens de positieve helften van de op de anode aangelegde wisselspanning wordt dus gemakkelijk doorgelaten van de anode naar de kathode en zoodoende wordt de wisselstroom in gelijkstroom omgezet.

In werkelijkheid is het verschijnsel van ionisatie van het gas van meer ingewikkelden aard, dan hierboven omschreven. Deze omschrijving is alleen gekozen om eenig begrip te geven van de ionisatie.

Men onderscheidt eenzijdige en dubbelzijdige gelijkrichterlampen. Eenzijdige lampen bestaan uit gloeidraad en één anode, zij hebben dus geen rooster; daarom worden zij soms „*dioden*" genoemd, omdat zij twee electroden hebben (gloeidraad of kathode en anode) in tegenstelling met een radio-ontvanglamp, die men „*triode*" noemt (gloeidraad of kathode, rooster en anode).

Dubbelzijdige gelijkrichterlampen hebben gloeidraad en twee anode's, zij zijn ook niet van een rooster voorzien. Echter is bij vele dubbelzijdige gelijkrichterlampen de tweede anodepen op de plaats van de roosterpen van de gewone ontvanglampen aangebracht (zie fig. 13).

Sommige gasgevulde gelijkrichterlampen hebben ook geen gloeidraad, wel 2 anode's en een aansluiting voor de pluspool van de te verkrijgen gelijkstroomspanning.

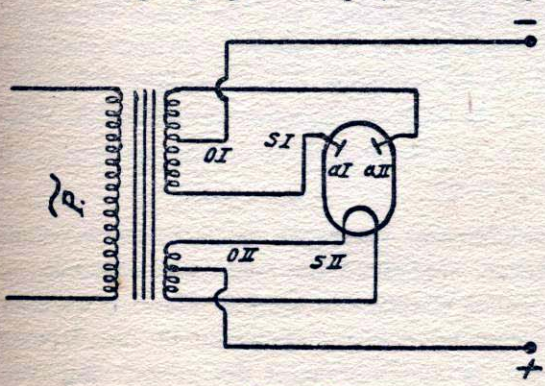


Fig 22

De principeschakeling van een dubbelzijdige gelijkrichterlamp met bijbehoorenden transformator wordt door fig. 22 aangegeven.

Zooals uit fig. 22 is te zien, heeft de transformator 2 aparte secondaire wikkelingen S I en S II, die elk voorzien zijn van middenaftakkingen O I en O II. Door de verhitting van den gloeidraad wordt de ruimte in den ballon van de lamp (electronenemissie) geleidend en kan de stroom van de anode naar den gloeidraad gaan vloeien, wanneer de anode hoogere positieve spanning heeft, wat voor elke der anode's a I en a II telkens bij overeenkomstige halve perioden van den wisselstroom in de secondaire S I het geval is. Er wordt dus beurtelings eerst door anode a I, dan door anode a II, wanneer zij positieve spanning krijgen, stroom doorgelaten naar de kathode. Daar de lamp den stroom slechts in één richting doorlaat n.l. van de anode naar de kathode en slechts dan, wanneer de anode een positieve spanning heeft, is de spanning van den doorgelaten stroom *positief* en krijgen we op het middenpunt O II van de secondaire S II de *positieve* pool. Het middenpunt van de secondaire S I is ten opzichte van de uiteinden ervan (aangesloten op a I en a II) steeds van potentiaal = O (nul), daar op elk moment van de wisselstroomperiode de spanning op het middenpunt O I steeds gelijk is aan de som van de spanningen op de uiteinden der secondaire S I. Aangezien de secondaire S I de spanningen van den wisselstroom voert, is de spanning op het uiteinde a I op een gegeven moment + E, terwijl op hetzelfde moment de spanning op het uiteinde a II — E is.

De som hiervan is voor elk moment gelijk aan nul, zoodat wij kunnen zeggen, dat het middenpunt O I van de secondaire S I de potentiaal nul heeft ten opzichte van de beide uiteinden. Daar de lamp den stroom tijdens de positieve spanningshelften van den wisselstroom op de uiteinden der secondaire S I doorlaat van de anode's naar de kathode, beschouwt men het middenpunt van deze secondaire als de *minpool* van de door gelijkrichting verkregen gelijkstroomspanning.

De middels lampgelijkrichter verkregen gelijkstroom verschilt zeer van een gelijkstroom, afgegeven door een gelijkstroombron bv. een accu, hij is nl. niet constant in sterkte. Hadden we voor gelijkstroom een grafische voorstelling gemaakt in fig. 4, voor den gelijkstroom uit een gelijkrichter geldt de voorstelling van fig. 4 niet, daar deze laatste niet constant in sterkte is, en wordt hij dan ook voorgesteld door een golvende lijn, zooals in fig. 23

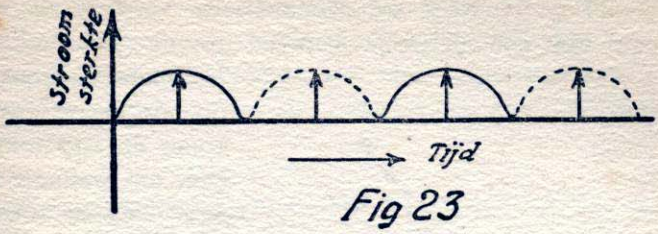


Fig 23

is aangegeven. Hier stelt de zwarte lijn voor den stroom doorgelaten via de ééne anode en de stippellijn via de tweede anode. Men noemt de golvingen van een dergelijken stroom „*impulsen*". Door gelijkrichting verkrijgt men dus een *pulseerenden* gelijkstroom of een gelijkstroom met *rimpel*. Als we ons de grafische voorstelling van een wisselstroom herinneren (fig. 5) dan kunnen we gemakkelijk begrijpen, dat de gelijkgerichte stroom, zijnde ontleend aan den wisselstroom, die in sterkte verandert, als direct gevolg hiervan, gelijke sterkteveranderingen ondergaat, doch niet van richting verandert.

Sluit men een gelijkrichter met dubbelzijdige gelijkrichterlamp aan het stadsverlichtingsnet waar de wisselstroom een normale frequentie van 50 heeft, dan komen er in de gelijkgerichte stroom 50 maal 2 pulseeringen per seconde voor.

Men vergete niet, dat bij wisselstroom van frequentie 50 de spanning op *elk* der 2 anodes 50 maal per seconde positief is en aldus 50 × 2 maal per seconde gelijkrichting plaats vindt. Gebruikt men een éénzijdige gelijkrichterlamp, dan krijgt men slechts 50 pulseeringen per seconde in den gelijkrichten stroom bij een wisselstroomnet als zooeven, dus bij een wisselstroom van dezelfde frequentie 50.

Een droge metaalgelijkrichter bestaat uit een transformator en een metaalgelijkrichter-element, welk element in de plaats komt van een gelijkrichterlamp. Dit metaalelement bestaat uit een combinatie van naast elkaar geplaatste koperen plaatjes. Elk koperplaatje bezit een platten koperen kern, waarvan beide vlakken met koperoxydelagen zijn bedekt, die op hun beurt van een dun koperen huidje zijn voorzien. Koperen huidjes dienen alleen voor het verkrijgen van een goede onderlinge verbinding of technisch uitgedrukt van een goed contact.

Fig. 24 geeft weer de schematische voorstelling van de doorsnede van een dergelijk koperen plaatje. De werking van het metaalelement berust op de eigenschap van koper en koperoxyde lagen, om wanneer zij zich naast elkaar bevinden, zooals in de patentelementen het geval is, den stroom praktisch alleen in één richting door te laten n.l. van het koperoxyde naar de koperen laag toe.

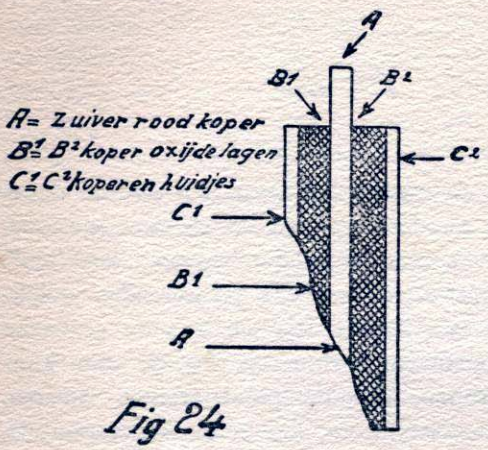


Fig 24

Door een speciale schakeling der koperen plaatjes heeft men op de secondaire van den transformator geen midden aftakking noodig en door het gebruik van een metaalelement vervalt ook de tweede secondaire, die noodig was voor het leveren van gloeistroom bij gelijkrichterlampen, zoodat de transformator voor een metaalgelijkrichter eenvoudiger van uitvoering is. Deze beschrijving geldt voor origineele Kuprox droge gelijkrichters. Er zijn ook andere merken droge gelijkrichters, die volgens ongeveer gelijksoortige principes zijn gebouwd, o.a. Görler, Protos, Westinghouse metaalgelijkrichters. Het is een betrekkelijk nieuwe uitvinding en de droge gelijkrichter heeft ontegenzeggelijk het voordeel dat men geen gemakkelijk breekbare lampen behoeft te gebruiken. Bij gebruik van droge metaalgelijkrichters moet men er voor waken, dat er geen overbelasting kan plaats vinden b.v. door kortsluiting of anderzins. Overbelasting is over het algemeen en voor droge metaalgelijkrichters in het bijzonder zeer nadeelig. Om dit te voorkomen kan men bv. de z.g. „zekeringen" toepassen. Een dergelijke zekering, bestaat gewoonlijk uit een porceleinen of glazen buisje, waarin zich een lood of zilverdraadje bevindt, dat, bij het bereiken van een zekere stroomsterkte in de keten, smelt en het contact verbreekt.

Men gebruikt verschillende gelijkrichters als onderdeel van plaatspanningapparaten, als laadapparaat voor het opladen van accu's en in den laatsten tijd als onderdeel van z.g. gloeistroomapparaten, dus voor het verhitten van de gloeidraden der ontvanglampen inplaats van accu's.

Een plaatspanningapparaat is een toestel, dat voor het voeden van platen of anodes der radiolampen dient, m.a.w. voor het geven van plaatspanningen.

Het is niets anders dan een gelijkrichter, doch door toepassing van speciale schakelingen zoodanig geconstrueerd, dat de pulseeringen van den gelijkrichten stroom praktisch zijn weggewerkt, waardoor een zuivere gelijkstroom wordt verkregen. Deze speciale schakelingen hebben ten doel de rimpel van den gelijkrichten stroom te vervlakken en bestaan uit een combinatie van condensatoren en smoorspoelen. De technische term hiervoor is: afvlakinrichting.

Voor schema's van plaatspanningapparaten verwijzen wij naar hoofdstuk VI. In den handel zijn verscheidene merken plaatspanningapparaten verkrijgbaar. De meeste zijn voorzien van gelijkrichterlampen, zooals die van Ferrix, Körting, Philips, Transforma e.a., terwijl het Ferranti-apparaat van een metaalgelijkrichterelement is voorzien.

Ook kan men een plaatspanningapparaat met succes zelf bouwen, gebruik makende van de daartoe geschikte onderdeelen, die in den handel verkrijgbaar zijn. Eenige eenvoudige plaatspanningapparaten zijn in hoofdstuk VI beschreven, tevens vindt men er een opgave van de benoodigde onderdeelen.

De in den handel verkrijgbare geschikte gelijkrichterlampen voor plaatspanningapparaten zijn o.a. de volgende:
voor eenzijdige gelijkrichting — Loewe lampen 10 NG en 6 NG, Orionlamp GL/0.40 Philipslamp 373, Radio Record lamp 134 en Telefunken RGN 354; voor dubbelzijdige gelijkrichting — Loewe lampen 12 NG, 8 NG, 4 NG en 2 NG, Orionlampen GL 4/1 en GL 4/2. Philips lampen 506 en 1201, Radio Record lampen 234, 240 en 24, Rectron lampen R 220 en R 250, Telefunken lampen RGN 1503, RGN 504, RGN 1054 en RGN 2004. en Tungsramlampen PV 475 en PV 495.

(Volgorde alphabetisch naar de fabrieksmerken).

HOOFDSTUK IV.

Eigenschappen van een lamp en de keuze ervan.

Karakteristiek. Onder de karakteristiek van een radiolamp verstaat men een grafische voorstelling harer eigenschappen.

Om te weten, hoe en waarom een lamp gebruikt kan worden, moet men hare karakteristiek kunnen lezen. Alle fabrikanten van radiolampen voegen bij elke verpakte lamp een karakteristiek, voorzien van verschillende opgaven zooals:

gloeispanning	— afkorting	Vf,
gloeistroom	— „	If,
anodespanning	— „	Va,
maximale anodestroom	— „	Ia_{max},
normale anodestroom	— „	Ia_{norm},
negatieve roostervoorspanning	— „	Vg,
versterkingsfactor	— „	g,
steilheid	— „	S.

Om zich een goed begrip te vormen van de eigenschappen eener lamp, moet men nagaan hoe men de karakteristieke lijnen, kortweg genaamd de karakteristiek in teekening brengt (opneemt) en wat uit een dergelijke teekening is af te leiden.

Gewoonlijk neemt men op de z. g. statische karakteristiek van een lamp, dwz. de grafische voorstelling van de anodestroom bij bepaalde anodespanningen in afhankelijkheid van de aan te leggen roostervoorspanning, zonder opname van een of andere leiding, toestel, of apparaat in de anode,- rooster- en gloeidraadkringen, waardoor eenige verliezen zouden kunnen ontstaan.

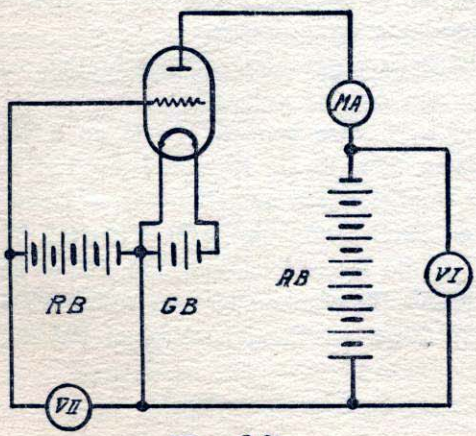


Fig 25

Hiertoe schakelt men een lamp, zooals in fig. 25 aangegeven. Uit deze

figuur kan men zien, dat in den anodekring van de lamp een milliampèremeter MA is opgenomen en wel zoo, dat de anodestroom er door loopt, van de plus anodebatterij AB naar de anode en via de lamp naar de kathode.

Verder zijn over de polen van anodebatterij AB en roosterbatterij RB voltmeters V I en V II geschakeld om de spanningen van deze batterijen te meten.

Op een stuk millimeterpapier trekken wij twee loodrecht op elkaar komende lijnen — R+R en O I. Wij nemen aan, dat punt O op de horizontale lijn — R+R nul roostervoorspanning voorstelt. Links van punt O stelt elke halve centimeter minus 2 volts roosterspanning en rechts van punt O elke halve centimeter plus 2 volts roosterspanning voor, zoodat lijn — R+R de roosterspanning voorstelt. Lijn O I stelt den anodestroom voor, waarbij elke centimeter 2 milliampères anodestroom aangeeft.

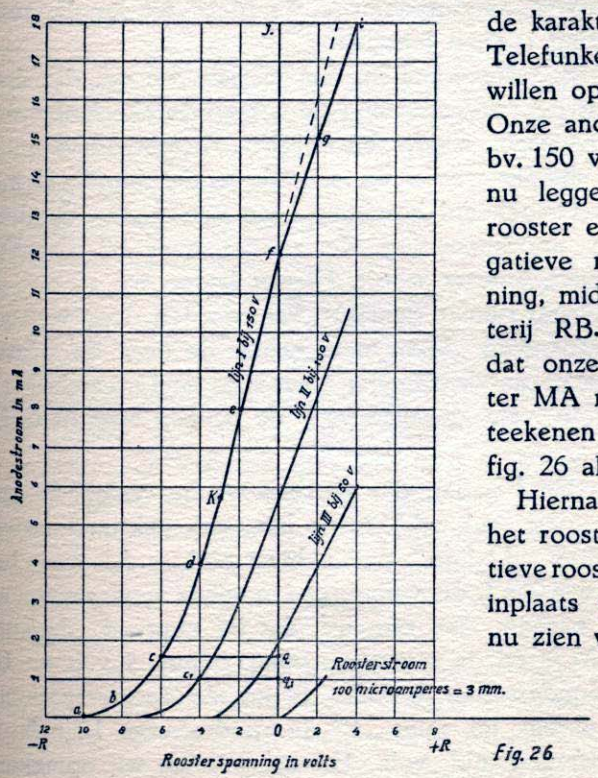


Fig. 26

Veronderstel, dat we de karakteristiek van een Telefunkenlamp RE 084 willen opnemen.

Onze anodebatterij heeft bv. 150 volt spanning en nu leggen we aan het rooster eerst 10 volt negatieve roostervoorspanning, middels roosterbatterij RB. Wij zien dan, dat onze milliampèremeter MA nul aanwijst. Dit teekenen wij aan op onze fig. 26 als punt „a".

Hierna brengen we op het rooster 8 volt negatieve roostervoorspanning inplaats van 10 volt en nu zien we, dat onze milliampèremeter MA thans 0,4 milliampère anodestroom

aanwijst, wat we op fig. 26 als punt „b" aanteekenen. Op dezelfde wijze nemen wij op de anodestroomen bij roostervoorspanningen minus 6, minus 4, minus 2 volt en 0 (nul) volt en teekenen op fig. 26 aan de overeenkomende aanwijzingen van onzen milliampèremeter MA, zijnde respectievelijk 1,6 mA. — punt „c". 4 mA. — punt „d", 8 mA. — punt „e" en 12 mA. — punt „f". Hierna draaien wij de polen onzer roosterbatterij om, dwz. de minpool leggen we op de mingloeistroombatterij GB en we beginnen den anodestroom op te nemen bij roostervoorspanningen + 2 en + 4 volt, waarbij we de respectievelijke aanwijzingen op den milliampèremeter MA aflezen, zijnde 15 mA — punt „g" en 18 mA — punt „i". Als we nu de door ons aangeteekende punten van „a" tot en met „i" met elkaar door een lijn verbinden, dan krijgen wij de karakteristiek van onze lamp bij 150 volt anodespanning (lijn I op fig 26).

Op dezelfde wijze kunnen we de karakteristiek opnemen bij 100 en bij 50 volt anodespanning, waardoor we lijn II, resp. lijn III in teekening kunnen brengen.

Als wij deze 3 lijnen bezien, dan merken we op, dat door vermindering van de anodespanning de karakteristieke lijnen zich naar rechts verplaatsen, zoodat bij dezelfde roostervoorspanning de anodestroom minder wordt, wanneer de anodespanning kleiner wordt genomen. Omgekeerd beschouwd kan men zeggen, dat door verhooging van anodespanning de anodestroom bij dezelfde roostervoorspanning grooter wordt. Hieruit leiden we af, dat de werking van de lamp ruimer gemaakt kan worden door verhooging van anodespanning. Men moet echter de door de fabriek opgegeven maximale anodespanning *nimmer* te veel overschrijden, aangezien zulks in vele gevallen voor de lampen zeer nadeelig kan zijn.

Bezien we lijn I nader, dan merken wij het volgende op: Tusschen de punten „a.b.c.d." is de lijn sterk gekromd terwijl tusschen de punten „d.e.f.g.i." de lijn bijna recht is. Als we in het rechte gedeelte van lijn I, de verhouding tusschen anodestroom en roosterspanning nagaan, dan zien we, dat bij punt „d" de anodestroom 4 mA. is en de roosterspanning minus 4 volt en bij punt „e" de anodestroom 8 mA. is en de roosterspanning minus 2 volt, terwijl bij punt „f" de anodestroom 12 mA is en de roosterspanning nul volt. Hieruit kunnen wij opmaken, dat bij verandering van de roosterspanning van minus 4 tot O

volt, alzoo 4 volts variatie, de anodestroom van 4 tot 12 mA. is gestegen, alzoo 8 mA. variatie. Per één volt roosterspanningvariatie bedraagt de anodestroomvariatie dus 8 : 4 = 2. Men zegt dan, dat de *steilheid* van onze lamp 2 mA pro volt is. Onder steilheid verstaat men dus de helling van het rechte gedeelte der lampkarakteristiek, uitgedrukt in mA. anodestroom pro volt roosterspanning. Daar we voor de bepaling van steilheid de rechte lijn „d.e.f.g" hebben genomen, dus de grootste helling, is de door ons bepaalde steilheid ook het grootst, m.a.w. de aldus bepaalde steilheid stelt *een maximale waarde* voor.

Als we de lijnen I en II met elkaar vergelijken, dan zien we, dat, terwijl de anodestroom bij 150 volt anodespanning en nul volt roosterspanning volgens lijn I — 12 mA bedraagt, deze stroom bij 100 volt anodespanning en dezelfde nul volt roosterspanning volgens lijn II slechts $5^3/_4$ mA bedraagt. Het verschil in den anodestroom bij 150 en bij 100 volt anodespanning is dus $12 - 5^3/_4 = 6^1/_4$ mA. Hetzelfde verschil van $6^1/_4$ mA. zouden we ook verkrijgen, als we bij een anodespanning van 150 volt het rooster inplaats van nul volt roosterspanning, minus 3,2 volt roosterspanning zouden geven, zooals uit punten „k" en „f" op de lijn I te zien is. Wij kunnen dan zeggen, dat, ten opzichte van de grootte van den anodestroom, de roosterspanningvariatie van 3,2 volt, gelijke uitwerking heeft als de anodespanningvariatie van 50 volts. Door de anodespanningvariatie te deelen door de overeenkomstige roosterspanningvariatie bepalen we, in ons geval, de verhouding $= 50 : 3{,}2 = 15^{20}/_{32}$ of circa 16, en zeggen, dat 1 volt roosterspanningvariatie dezelfde uitwerking heeft als de anodespanningvariatie van circa 16 volt. Dit laatste getal noemt men de *spanningsversterkingsfactor* van de lamp, waaronder men verstaat de verhouding tusschen anode- en roosterspanningvariaties, benoodigd voor het verkrijgen van een en dezelfden anodestroom in het rechte deel der karakteristiek.

Uit onze karakteristiek kunnen we nog een derde voorname eigenschap van de lamp afleiden, nl. *den inwendigen wisselstroomweerstand.*

We weten nu, dat onze lamp een steilheid bezit van 2 mA pro volt, alsook, dat 1 volt roosterspanningvariatie een gelijke uitwerking heeft als een anodespanningvariatie van 16 volt. Als wij in de formule volgens de wet van *Ohm*, de ons thans bekende anodespanningvariatie en anodestroomvariatie pro volt rooster-

spanning plaatsen, dan kunnen we den inwendigen lampweerstand bepalen, nl. $E = I \times R$, in ons geval dus $16 = 0{,}002 \times R$ of

$$R = \frac{16}{0{,}002} = 8000 \text{ ohms.}$$

Men moet evenwel goed onthouden, dat de aldus gevonden *inwendige lampweerstand* van 8000 ohms den weerstand voorstelt voor de anodestroomvariatie ten opzichte van de roosterspanningvariatie. Daarom spreekt men van den *inwendigen wisselstroomweerstand* van een lamp of van de *lampimpendantie.*

Aangezien voor de bepaling van lampimpendantie de waarde van steilheid, als deeler is opgenomen en steilheid de maximale waarde voorstelt, moeten we hieraan toevoegen, dat de gevonden lampimpendantie de *minimale* waarde aangeeft.

Behalve deze 3 voorname eigenschappen van een lamp, kunnen we nog uit de karakteristiek afleiden het roosterspanningsbereik, de normale negatieve roostervoorspanning en den normalen anodestroom.

Het roosterspanningsbereik, van een lamp is uit de karakteristiek te zien, als we nagaan, welke roosterspanningen haar uitwerkingen doen gelden in het rechte stuk van de karakteristieke lijn, *vóór de nulroosterspanninglijn O I.*

In ons geval wordt bij de Telefunkenlamp RE 084 het roosterspanningsbereik aangeduid door de lijn „cq". Dit bereik is ca 6 volt bij 150 volt anodespanning. Bij verkleining van de anodespanning bv. tot 100 volt wordt het roosterspanningsbereik ook kleiner (lijn „c I. q I."). Zooals reeds eerder vermeld moet men de door de fabrieken opgegeven maximale toelaatbare anodespanning niet overschrijden, althans bij lampen met een klein roosterspanningsbereik, met het vooropgezette doel dit bereik te verruimen. De verruiming heeft nl. haar grenzen. Ook is de constructie van lampen hier niet op berekend, zoodat men de lampen er zelfs door beschadigen kan.

Onder *normale negatieve roostervoorspanning* verstaat men een zoodanige grootte van de roosterspanning als noodig is om den anodestroom te verkrijgen, wiens grootte in het begin van het rechte gedeelte van de karakteristiek is aangegeven, in ons geval, bij punt „d", overeenkomende met den anodestroom van 4 mA, bij een negatieve roostervoorspanning van ca 4 volt. Practisch kan men zeggen, dat normale negatieve roostervoor-

spanning iets minder moet zijn dan de uitkomst van de aangelegde anodespanning gedeeld door twee maal den versterkingsfactor van de lamp. In ons geval, bij 150 volt anodespanning, dus 150 : (2 × 16) = $4\,{}^{22}/_{32}$ of circa 4 — 4½ volt. Zouden we 100 volt anodespanning toepassen, dan wordt de normale negatieve roostervoorspanning 100 : (2 × 16) = $3\,{}^{4}/_{32}$ of circa 3 volt.

De *normale anodestroom* is uit de karakteristiek te zien, als we nagaan, welke anodestroom overeenkomt met de normale negatieve roostervoorspanning; in ons geval, dus bij 150 volt anodespanning ca 4 mA. Dit noemt men ook weleens den gemiddelden anodestroom.

Uit het voorafgaande zal duidelijk zijn, dat verscheidene eigenschappen van een lamp ten nauwste afhangen van de toegepaste anode- en roosterspanning en dat men bij gebruik van een lamp *niet lukraak* te werk mag gaan.

Als we in de schakeling in fig. 25 nog eene wijziging aanbrengen, nl. in de roosterketen nog een *micro*ampèremeter μA schakelen, zooals in fig. 27 is aangeduid, dan zouden wij bij opname van punten „f, g, i" van onze karakteristieke lijn I (fig 26) een zekeren roosterstroom waarnemen, die zoo klein is, dat hij slechts in microampères gemeten kan worden.

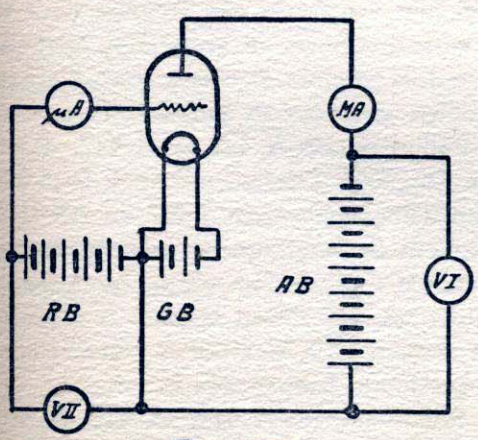


Fig 27

In ons geval, bij de Telefunkenlamp RE 084 begint de roosterstroom te loopen bij een roostervoorspanning van circa plus 0,2 volt. Het punt, waar de roosterstroom begint te loopen is bij diverse lampen gelegen tusschen circa minus 2 volt en plus 2 volt roostervoorspanning.

Doordat de roosterstroom begint te loopen, vertoont onze karakteristieke lijn I (fig 26) over het punt „f" een kleine zwenking van de denkbeeldige stippellijn, die het vervolg van de

rechte lijn „d.e.f." zou zijn. Oorzaak hiervan is de roosterstroom. Het gevolg is, dat de steilheid kleiner wordt.

De aanwezigheid van den roosterstroom bij een bepaalde roostervoorspanning is van veel belang voor de z. g. *detectorwerking* van een lamp en voor de *onvervormde versterking*. Elke radio- ontvanglamp is in wezen een versterkerlamp. De versterking vindt plaats, omdat zooals in hoofdstuk II is vermeld, de anodestroom door de wisselende spanningen op het rooster wordt beïnvloed en hierdoor in *sterkte wisselt* (varieert).

Deze sterktewisselingen van den anodestroom zijn afhankelijk van de spanningswisselingen op het rooster en veroorzaken de wisselingen van anodespanning. De amplitude van de anodespanningswisselingen is zooveel maal grooter, dan die van de roosterspanningswisselingen, als de spanningsversterkingsfactor van een lamp is, zooals wij bij opname van de lampkarakteristiek hebben gezien.

Al naar gelang van een toegepaste schakeling kunnen *bepaalde* lampen worden gebruikt als: hoogfrequentversterkerlamp, de detectorlamp, laagfrequentversterkerlamp en eind- of luidsprekerlamp.

Een hoogfrequentversterkerlamp dient om de hoogfrequente spanningswisselingen, als gevolg van de in een antenne door de ethertrillingen opgewekte wisselstroomen, te versterken. Niet elke willekeurige lamp is voor dit doel geschikt, slechts speciale hiervoor geconstrueerde lampen komen daarvoor in aanmerking, o. a. de Orionlampen S 4 en NS 4, Philipslampen A 442 en E 442, Radio Recordlampen A 2004 en Dn 2004 Telefunkenlampen RES 044, RES 094 en RENS 1204 en Tungsramlampen S 407 en AS 4100.

Een detectorlamp dient om de laagfrequente geluidstrillingen in den vorm van laagfrequenten wisselstroom gesuperponeerd op den hoogfrequenten wisselstroom, van dezen laatsten te scheiden en zoodoende hoorbaar te maken. Ook hiervoor is niet elke lamp geschikt. Voor detector geschikte lampen zijn o. a.:

de Orionlamp H 4, Philipslampen A 414, A 415, A 409, A 425, B 406, Radio Recordlamp M 144 en Telefunkenlampen RE 084, RE 074, RE 144 en RE 134 en Tungsramlampen G 409 en G 411.

Een laagfrequentversterkerlamp dient om de laagfrequente spanningswisselingen, veroorzaakt door de laagfrequente trillingen in den vorm van laagfrequenten wisselstroom, te versterken. Hiervoor gebruikt men o.a. de Orionlampen H 4, W 4, Philipslampen

A 415, A 425, A 409, B 406, Radio Recordlamp M 144, Telefunkenlampen RE 084, RE 074 n, RE 144, RE 034 en Tungsramlampen G 409, G 407, G 410, G 411, G 412, R 406 en R 412.

Een eind- of luidsprekerlamp dient niet alleen als laagfrequent versterkerlamp, doch ook tevens om een zekere energie aan den luidspreker af te kunnen geven voor min of meer luide geluidsreproductie. Hiervoor gebruikt men o. a. de Orionlampen E 4 en L 4, Philipslampen B 409, B 405 en B 403, Radio Recordlamp M 104, Telefunkenlampen RE 114, RE 124, RE 134 en RE 304 en Tungsramlampen L 414, P 410, P 414, P 415.

Hierbij dient aangeteekend te worden, dat we geen bepaalde voorkeur voor het een of andere merk hebben en dat de lampennummers in de alphabetische volgorde der merken zijn vermeld.

Zooals men ziet is de keuze van lampen voor diverse schakelingen vrij ruim, zoodat men niet gebonden is aan een bepaald lampenmerk.

Onder *onvervormde versterking* verstaat men gelijkmatige versterking van roosterspanningswisselingen, dus zoowel van positieve als van negatieve helften hiervan. Een en ander is duidelijk te zien uit fig. 28, waar ongeveer dezelfde karakteristiek als in fig. 26 is opgeteekend. Veronderstel, dat de golfijnen a_1 a_2 en b_1 b_2 de spanningswisselingen op het rooster aanduiden; a_1, a_2 bij minus 8 volt roostervoorspanning en b_1 b_2 bij minus 4 volt roostervoorspanning. Nemen wij aan, dat op de punten a_1 en b_1 de spanningswisselingen maximale positieve potentiaal hebben en op de punten a_2 en b_2 maximale negatieve potentiaal. Wij zien dan, dat de spanningswisseling, als voorgesteld door de lijn a_1 a_2, in het gebogen deel van de karakteristiek haar uitwerking doet gelden en de spanningswisseling, als voorgesteld door de lijn b_1 b_2 in het rechte deel van de karakteristiek haar uitwerking doet gelden; als de roosterspanningswisseling bij a_1 een positieve potentiaal

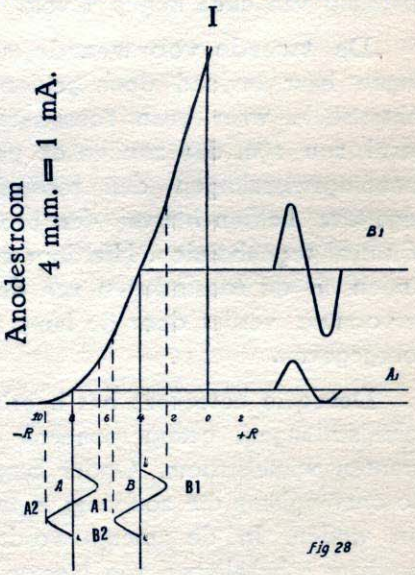


Fig 28

heeft, dan vermindert zij de negatieve roostervoorspanning van 8 tot 6 volt, terwijl bij a_2, waar de potentiaal negatief is, zij de negatieve roostervoorspanning tot ca. 10 volt vergroot. Hierdoor wordt de anodestroom beïnvloed en hij wisselt van 0,4 mA tot 1,4 mA, daalt tot 0,4 mA om hierna tot 0 (nul) terug te loopen en weder op 0,4 mA te komen, wat grafisch door de lijn A 1 is voorgesteld.

Men kan hieruit zien, dat de positieve helft van de roosterspanningswisseling *meer* versterkt wordt dan de negatieve helft. Als wij de roosterspanningswisseling, voorgesteld door b_1 b_2, nagaan, dan zien wij, dat zoowel de positieve als de negatieve helft van deze roosterspanningswisseling den anodestroom in gelijke mate beïnvloedt en dat zij daardoor gelijkmatig wordt versterkt.

De eerste voorwaarde voor de onvervormde versterking is dus het aanleggen eener passende negatieve roostervoorspanning op het rooster van de lamp. Hierdoor worden de roosterspanningswisselingen gedwongen haar invloed te doen gelden in het rechte deel van de lampkarakteristiek, waarbij een gelijkmatige versterking van positieve en negatieve helften der roosterspanningswisselingen wordt verkregen, in ons geval bij roostervoorspanning van circa minus 4 volt.

De tweede voorwaarde is, dat de roosterspanningswisselingen haar invloed doen gelden in dàt rechte deel van de karakteristiek, waar geen roosterstroom loopt. Want, als dit het geval zou zijn, dan zouden de positieve helften van de roosterspanningswisselingen den roosterstroom vergrooten, terwijl de negatieve helften hiervan den roosterstroom zouden verminderen of totaal tegenhouden. Hierdoor zou de vervorming reeds plaats vinden in de roosterketen van de lamp, met het gevolg, dat de vervorming verder door de lamp in versterkte mate zou worden doorgegeven.

Detectie beteekent het hoorbaar maken van de laagfrequente geluidstrillingen, gesuperponeerd of gemoduleerd op hoogfrequenten wisselstroom. Onder lampdetector verstaat men een radio-ontvanglamp die zoodanig is ingeschakeld, dat detectie plaats kan vinden. In de practijk wordt detectie verkregen door twee gangbare schakelingen van hiertoe geschikte ontvanglampen.

Men onderscheidt *plaatkringdetectie en roosterkringdetectie.*

Fig. 29 toont de principeschakeling voor de *plaatkringdetectie.*

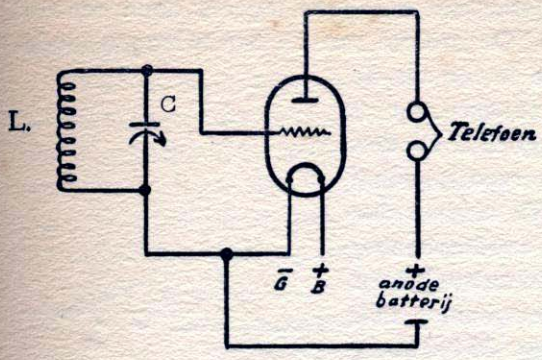


Fig 29

De werking hiervan berust op de uitwerking van de kromming der lampkarakteristiek, zie fig. 26 en 28. Door de lamp te laten werken in de kromming „a.b.c." (fig. 26), krijgt men de ongelijkmatige versterking van positieve en negatieve helften der roosterspanningswisselingen (fig. 28 lijnen a_1 a_2 en AI). Veronderstel, dat in de spoel L door de aankomende ethertrillingen hoogfrequente wisselstroompjes worden opgewekt. Als gevolg hiervan ontstaan er op de uiteinden van de spoel L, aangesloten op het rooster en den mingloeidraad, hoogfrequente spanningswisselingen tusschen het rooster en den mingloeidraad van de lamp.

Wanneer de lamp zoodanig wordt gevoed, dat haar gemiddelde anodestroom een waarde bereikt, die gelegen is tusschen de punten „b.c." in fig. 26, dan zeggen wij, dat de lamp in de kromming (bocht) harer karakteristiek werkt. Zooals we uit fig. 28 hebben gezien, ontstaat er in dit geval in de lamp eene omvorming van de hoogfrequente spanningswisselingen. Oorzaak hiervan is de ongelijkmatige toename van den anodestroom tijdens positieve ladingen van de op het rooster aankomende hoogfrequente spanningswisselingen, ten opzichte van de afname van den anodestroom tijdens negatieve ladingen dezer wisselingen, als in fig. 28 aangegeven.

De onevenredige toe- en afname van den anodestroom veroorzaakt een soort gelijkrichting, waardoor men in de telefoon een geluid waarneemt, dat overeenkomt met de gemiddelde anodestroomtoename, aangeduid door de vette lijn „ab" in fig. 30. Deze gemiddelde toename stelt, als het ware, voor de afgescheiden laagfrequente spanningswisseling, welke het gevolg is van de geluidstrilling in den vorm van laagfrequenten wisselstroom, die op den hoogfrequenten stroom werd opgebracht.

Om de lamp te laten werken in de kromming van haar karakteristiek, zonder aparte roostervoorspanning, moet men niet

de maximale anodespanning aan de anode leggen, doch een veel kleinere waarde hiervan. De grootte van de aan te leggen anodespanning is ook af te leiden uit de karakteristiek, als wij bedenken, dat bij het verbinden van de spoel L op den mingloeidraad de roostervoorspanning nul is, zie fig. 29. Wij moeten dus door verlaging van de anodespanning de kromming van de karakteristiek doen plaats vinden bij roosterspanning nul.

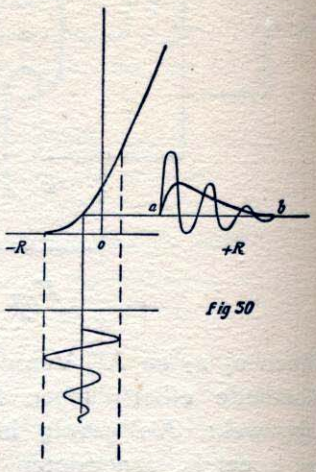


Fig 30

Als wij lijn III van fig. 26 bekijken, dan zien we, dat bij deze lijn de kromming plaats heeft bij een roostervoorspanning van ca. minus 1 volt, verlagen wij de anodespanning tot circa 40 volt, dan zal de kromming overeenkomen met roostervoorspanning van ca. nul en dit is juist, wat we noodig hebben.

Tevens kunnen we uit de karakteristiek zien, dat de gemiddelde anodestroom bij een anodespanning van 40 volts en een roostervoorspanning van nul circa 1 1/4 mA is, wat we later noodig hebben voor de bepaling van den anodeweerstand voor de detectorlamp.

De beste detectiewerking is op dàt punt van de karakteristiek, waar de kromming in de rechte lijn overgaat; hierdoor wordt de grootste steilheidsverandering benut.

Daarom hangt de kwaliteit van plaatkringdetectie zeer af van de juiste anodespanning. De verlaging van de anodespanning zal ons ook van dienst zijn voor het verkrijgen van het z.g. gemakkelijk genereeren van de detectorlamp, welk onderwerp iets later in dit hoofdstuk wordt behandeld.

Roosterkringdetectie

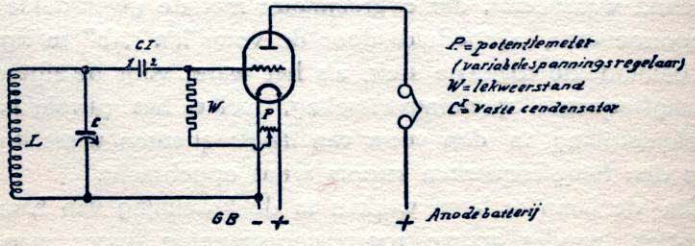


Fig 31

Fig. 31 toont de principeschakeling voor de roosterkring-detectie.

De werking hiervan berust hoofdzakelijk op het kunstmatig ontstaan van den roosterstroom. Zooals fig. 31 te zien geeft, is de roosterspoel L eenerzijds aangesloten op den mingloeidraad en anderzijds op den condensator C I, waardoor de roosterketen voor den gelijkstroom is onderbroken. Er kan geen roosterstroom gaan loopen, zoolang in de spoel L geen spanningswisselingen optreden. Verder is de andere zijde van den condensator C I, met het rooster verbonden en tevens met een inductievrijen weerstand W. Deze weerstand wordt hier *lekweerstand* genoemd en hij is aangesloten op het variabele contact van den spanningsregelaar P of den z.g. potentiometer, die over de polen van de gloeistroombatterij geschakeld is en dient voor het instellen van het rooster op de juiste voorspanning. De waarde van den lekweerstand is vrij groot, nl. tusschen 0,3-3 Megohms. Deze waarde wordt zoo groot gekozen, opdat de roosterstroom hierdoor een groote tegenwerking zal krijgen, mocht hij gaan loopen.

Wanneer in de spoel L door de aankomende hoogfrequente ethertrillingen hoogfrequente wisselstroompjes worden geïnduceerd, heeft zulks ten gevolge, dat op de uiteinden van de spoel L hoogfrequente spanningswisselingen plaats vinden, nl. tusschen den mingloeidraad en zijde 1 van den condensator C I. Zijde 1 van dezen condensator (gewoonlijk groot 200-300 $\mu\mu$F) wordt aldus beurtelings positief en negatief geladen. Is op een gegeven moment zijde 1 van den condensator C I positief geladen, dan krijgt zijde 2, als gevolg van de statische inductie, negatieve lading en wordt op het rooster even hooge positieve lading afgestooten. Het rooster wordt dus positief en trekt zelf electronen aan, zoodat er nu een zekere roosterstroom gaat loopen van het rooster naar den gloeidraad.

Hierdoor ontstaat er vermindering van den anodestroom in de lamp. Door het aantrekken van electronen verliest het rooster zijn positieve lading en keert tot zijn ruststandpotentiaal (ruststandvoorspanning) terug.

Het volgende moment krijgt zijde 1 van den condensator C I negatieve lading, zijde 2 door statische inductie positieve lading, terwijl het rooster met evenhooge negatieve lading, afgestooten door zijde 2, wordt opgeladen. Het rooster wordt dus meer negatief, dan in zijn ruststand, en hierdoor ontstaat er nog groo-

tere vermindering van den anodestroom in de lamp. Het proces herhaalt zich telkens opnieuw tijdens elke positieve en negatieve helft van de hoogfrequente spanningswisselingen op de uiteinden van spoel L, waarbij dus steeds ongelijkmatige afname van den anodestroom plaats vindt n.l. tijdens de positieve helft van deze hoogfrequente spanningswisselingen in geringere mate dan tijdens de negatieve helft.

Hierdoor onstaat alweer een soort gelijkrichting, als gevolg van gemiddelde anodestroomafname, aangegeven door de vette lijn „ab" in fig 32.

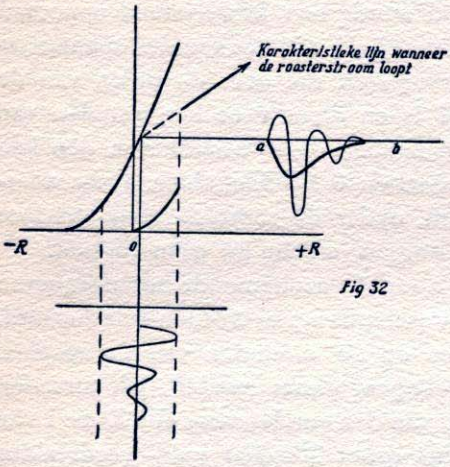


Fig 32

Deze gemiddelde anodestroomafname is van laagfrequenten aard en dus in onze telefoon hoorbaar in den vorm van afgescheidene laagfrequente spanningswisseling. Het doel van den lekweerstand is, om de ladingen op het rooster te doen wegvloeien (lekken) en het rooster de gelegenheid te geven zich van elke ladingswisseling te ontdoen, of zooals men zegt zich te kunnen ontladen. Anders zou het rooster telkens meer en meer negatief worden en den anodestroom tenslotte totaal tegenhouden.

Het spreekt van zelf, dat de grootte van den condensator C I en de waarde van den lekweerstand W van invloed zijn op de goede detectiewerking van de lamp, die men, *om te kunnen werken in een punt van de karakteristiek, waar de roosterstroom begint te loopen*, een regelbare roostervoorspanning dient te geven via den lekweerstand, waartoe de potentiometer zich uitstekend leent. Het variabele (draaibare) contactarmpje van den potentiometer kan zoodanig ingesteld worden, dat men aan het rooster de juiste voorspanning geeft, nl. net zoo groot, dat bij positieve lading op het rooster de roosterstroom gaat loopen.

Zooals bij plaatkringdetectie heeft ook bij de roosterkringdetectie de beste werking plaats, op dàt punt van de karakteristiek, waar de kromming in de rechte lijn overgaat, m.a.w. waar de grootste steilheidsverandering wordt benut. In verband hiermede

en voor het gemakkelijk laten genereeren van de lamp, gebruikt men ook bij roosterkringdetectie een verlaagde anodespanning, in ons geval, bij Telefunkenlamp RE 084 ca. 50 volts; de anodestroom bedraagt dan, zooals uit de karakteristiek (fig. 26) is te zien, circa $1^1/_2$ mA.

Resumeerende kunnen wij over de plaatkring- en roosterkringdetectie zeggen, dat de eerste in hoofdzaak berust op de uitwerking van de kromming der statische karakteristiek van den anodestroom, waardoor we bij het optreden op het rooster van gemoduleerde hoogfrequente spanningswisselingen een gemiddelde anodestroomtoename van laagfrequenten, dus van frequentie van hoorbaren, aard verkrijgen, terwijl de tweede in hoofdzaak berust op de uitwerking van den roosterstroom, onderbroken door den roosterblokcondensator (CI fig. 31), waardoor we een gemiddelde anodestroomafname van laagfrequenten aard verkrijgen.

Plaatkringdetectie is iets minder gevoelig dan de roosterkringdetectie, omdat zij hoofdzakelijk door de positieve helften van de roosterspannigswisselingen tot stand wordt gebracht, terwijl bij roosterkringdetectie, zoowel de positieve, als de negatieve, helften aan het tot stand komen van detectie in gelijke mate medewerken.

We moeten hieraan nog toevoegen, dat bij detectie voorkomende verschijnselen in wezen van meer ingewikkelden aard zijn, dan hierboven omschreven, doch eenvoudigheidshalve volstaan we met de bovengegeven beschrijving.

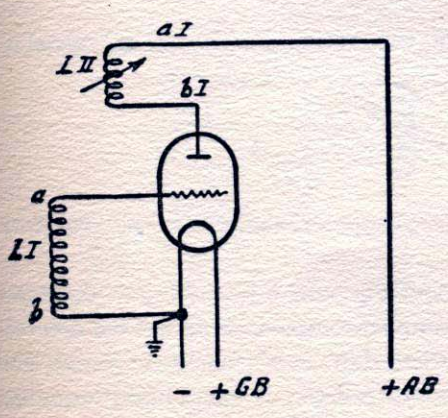


Fig 33

Bovendien moeten we hier nog met nadruk vermelden, dat door toepassing van detectie alléén, dus zonder hulpapparaten of hulphandelingen, men slechts de *gedempte* gemoduleerde trillingen hoorbaar kan maken, zoodat als men de *ongedempte* trillingen zou willen hooren, men of hulpapparaten of hulphandelingen moet toepassen c.q. verrichten.

Onder *terugkoppeling* verstaat men een schakeling, als afgebeeld in fig. 33.

Hier is in de roosterkring, tusschen het rooster en den gloeidraad een zelfinductiespoel L I opgenomen, waarvan het begin, gemerkt „a", op het rooster is aangesloten, terwijl het einde, gemerkt „b", met den gloeidraad is verbonden.

In den anodekring is een zelfinductiespoel L II opgenomen, waarvan het begin (a I) op de anodebatterij AB en het einde (b I) op de anode van de lamp is aangesloten. De spoelen L I en L II zijn op een vrij kleinen afstand naast elkaar geplaatst en wel zoodanig, dat de doorsnedevlakken van de spoelen òf evenwijdig òf onder een zekeren hoek komen te staan. Zoo'n plaatsing van spoelen noemt men *koppeling*. Heel dikwijls maakt men den spoelhouder van de spoel L II draaibaar (variabel), zoodat men door het draaien van den spoelhouder de koppeling *vaster* of *losser* kan maken door de spoel L II dichterbij (vaster) of verder af (losser) te brengen. Ter toelichting geven wij een paar voorbeelden in fig. 34, waar de doorsnede-vlakken van de spoelen zijn aangegeven.

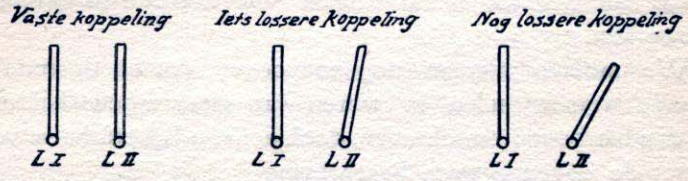


Fig 34.

Het afkortingsteeken voor een variabele (draaiba re) spoel is

De werking van de terugkoppelschakeling is als volgt te verklaren:

Door de aankomende hoogfrequente ethertrillingen ontstaan er in de spoel L I hoogfrequente stroompjes, en als gevolg hiervan ontstaan er eveneens op de uiteinden „a b" van deze spoel, dus tusschen het rooster en den gloeidraad van de lamp, hoogfrequente spanningswisselingen. De spanningswisselingen op het rooster worden door de lamp versterkt, waarbij tevens in den anodestroom, die

door de spoel L II loopt, stroomwisselingen ontstaan, als gevolg van spanningswisselingen op het rooster. Door deze stroomwisselingen in den anodestroom ontstaan er op de uiteinden van spoel L II ten opzichte van de spanningswisselingen op het rooster overeenkomstige, doch versterkte spanningswisselingen tusschen a I b I.

Als gevolg van stroomwisselingen in de spoel L II ontstaat er een zekere inductiewerking van spoel L II op spoel L I en de versterkte spanningswisselingen in de spoel L II worden, als het ware, ten deele teruggegeven aan spoel L I, welke deze, ten deele teruggegeven, spanningswisselingen opnieuw overdraagt op het rooster van de lamp. Daarom noemt men een dergelijke schakeling *„terugkoppeling"* en spoel L II-„terugkoppelspoel". Men dient te onthouden, dat de uiteinden van spoelen L I en L II *niet willekeurig* op het rooster, den gloeidraad, de anode en de anodebatterij zijn aangesloten, doch zoodanig, dat het begin van roosterspoel L I op het rooster komt en het einde van de terugkoppelspoel L II op de anode van de lamp is aangesloten. Zulks is noodzakelijk om door inductie de versterkende werking van spoel L II op spoel L I te verkrijgen, of, zooals men het technisch uitdrukt, om de stroomen en spanningen in de spoelen L I en L II *in phase* te doen zijn. Dit beteekent, dat de stroomen in beide spoelen in dezelfde richting loopen en tegelijkertijd hun maximale en minimale waarde bereiken, waardoor ook de spanningswisselingen in beide spoelen tegelijkertijd haar grootste en kleinste waarde bereiken. Als men een van de spoelen anders schakelt, dan ontstaat er evengoed een inductieve

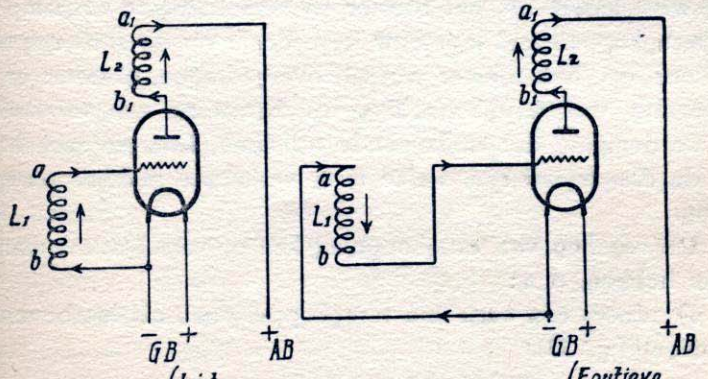


Fig. 35 a (Juiste schakeling)

Fig. 35 b (Foutieve schakeling)

werking van spoel L II op spoel L I, doch in dit geval werkt de inductie niet versterkend, maar verzwakkend, omdat de stroomen en spanningen in beide spoelen in *tegenphase* zijn. Ter toelichting geven we een schematische voorstelling in fig. 35 *a* en *b*, alsook een schema van spoelhoudersverbinding in fig. 35 c.

De pijltjes op fig. 35 a en b wijzen de stroomrichtingen aan in beide spoelen. Men ziet uit deze figuren, dat in het geval „a" de stroomen in beide spoelen in dezelfde richting loopen, dus in phase zijn, waardoor ook de spanningswisselingen in phase zijn, terwijl in het geval „b" de stroomen in beide spoelen tegen elkaar zijn gericht en dus in tegenphase zijn.

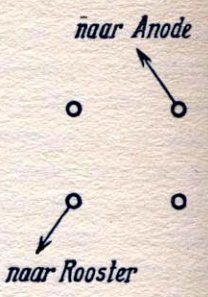


Fig. 35 c

Fig. 35 c. Zooals men hieruit ziet, komen de verbindingen van spoelhouders met het rooster en de anode kruiselings te staan.

De terugkoppeling stelt ons in staat de z.g. *dempingsreductie* te verkrijgen en brengt tevens de lamp tot *genereeren*.

We hebben reeds eerder vermeld, dat alle spraak en muziekgeluiden eigenlijk samengesteld zijn uit gedempte trillingen. Komen op spoel L I (fig. 33) de hiermede gemoduleerde hoogfrequente trillingen, dan worden in de spoel L I hoogfrequente stroompjes geïnduceerd en ontstaan er op de uiteinden van deze spoel, dus tusschen rooster en gloeidraad, spanningswisselingen, die tijdens elke aparte klank in grootte telkens afnemen, omdat wij hier met gedempte gemoduleerde trillingen te doen hebben. Daar door de terugkoppeling de spanningswisselingen op het rooster na versterking in de lamp door de terugkoppelspoel opnieuw ten deele op de roosterspoel en hierdoor op het rooster worden overgedragen, ontstaat er door toepassing van terugkoppeling, als het ware, een vermindering van de demping der aankomende trillingen. Daarom spreekt men van de *dempingreductie*, welke is te verkrijgen middels terugkoppeling.

De regeling van terugkoppeling kan op verscheidene manieren plaats hebben, o. a :

1) door een variabele terugkoppelspoel, als hierboven omschreven (fig. 33).

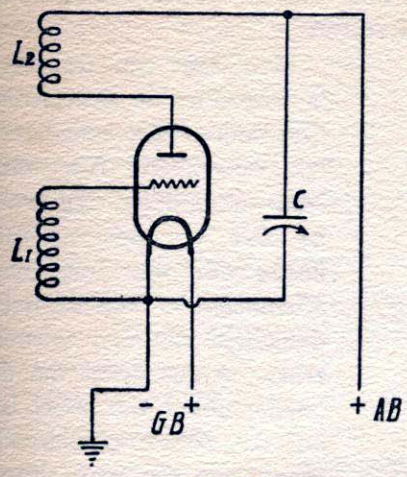


Fig.36

2) door een variabelen condensator in den anodekring van de lamp, als in fig. 36 aangegeven.

Hierbij kan de terugkoppelspoel een onbeweegbare (vaste) spoel zijn. Door het draaien van den condensator C, dus door het varieeren van de condensatorgrootte, verkrijgt men meer of minder sterke (vaste) koppeling tusschen de beide spoelen L I en L II en

3) door plaatsing van een vasten condensator in den anodekring van de lamp en het aanbrengen van een variabelen weerstand, als potentiometer, op de terugkoppelspoel, als in fig. 37 aangegeven.

Hierbij wordt door het varieeren van het weerstandcontact „p" meer of minder vaste koppeling tusschen beide spoelen verkregen.

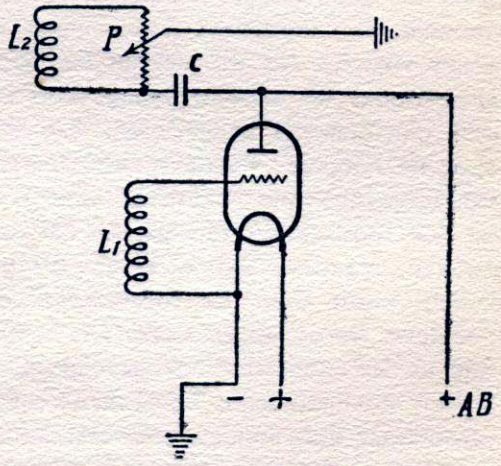


Fig.37

Als we de schakeling van fig. 33 nog aanvullen met een koptelefoon en een condensator C, zooals in fig. 38 is aangegeven, en de variabele terugkoppelspoel L II, die bv. eerst onder een grooten hoek ten opzichte van spoel L I stond, beginnen dichterbij te brengen (dus de koppeling vaster maken), dan zullen we bij een zekeren stand van spoel L II in de telefoon een tik (een klik) hooren, vergezeld van een zacht rui-

schend geluid, zeer gelijkend op het ruischen van boombladeren of op het geluid van een verre waterbron.

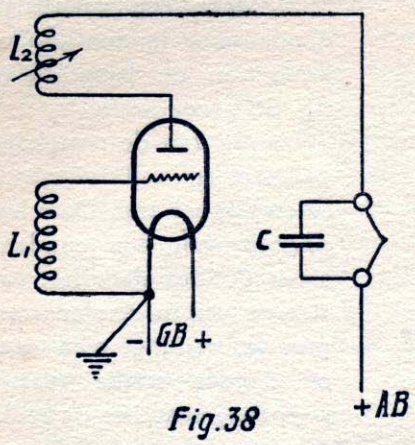


Fig.38

Men zegt nu, de lamp is begonnen *te genereeren*. Genereeren beteekent eigenlijk opwekken. Als onze lamp genereert, dan wekt zij zelf ongedempte trillingen op, wier frequentie afhankelijk is van de hoedanigheid van den roosterkring, in ons geval van de hoedanigheid van spoel L I en de rooster-gloeidraadruimte van de lamp, alsook in zekere mate van de hoedanigheid van den anodekring, in ons geval van de hoedanigheid van spoel L II, condensator C en de anode-rooster-gloeidraadruimte van de lamp.

Toen we de koppeling van de terugkoppelspoel vaster maakten, werd bij een zekeren stand van deze spoel een capacitieve koppeling verkregen tusschen de beide spoelen L I en L II. (Capacitieve koppelingen ontstaan door spanningen, terwijl, als eerder vermeld, de inductieve koppelingen door stroomveranderingen plaats vinden). Als wij niet uit het oog verliezen, dat de terugkoppelspoel de anodespanning voert en dat de roosterspoel aan den gloeidraad is aangesloten, dan is het te begrijpen, dat er door de hoogere positieve anodespanning bij een zekeren stand van terugkoppeling statische inductie van den terugkoppelkring op den roosterkring ontstaat en dat de roosterspoel hierdoor een zwakke negatieve lading krijgt. Als gevolg van deze negatieve lading wordt door de roosterspoel op het rooster evenhooge positieve lading afgestooten. Dit heeft een plotselinge verandering in den anodestroom tengevolge. Deze plotselinge verandering in den anodestroom is hoorbaar als een klik in de telefoon. Tevens veroorzaakt deze anodestroomverandering, gepaard met spanningswisseling op de uiteinden van de terugkoppelspoel, een inductieve werking van de terugkoppelspoel op de roosterspoel.

Hierdoor ontstaat op de uiteinden van de roosterspoel een spanningswisseling, die ook op het rooster komt. De spannings-

wisseling op het rooster veroorzaakt opnieuw anodestroomwisseling, waardoor op de uiteinden van de terugkoppelspoel opnieuw een spanningswisseling ontstaat. Door de anodestroomwisseling ontstaat er weer inductieve werking van de terugkoppelspoel op de roosterspoel, met het gevolg, dat op het rooster opnieuw spanningswisseling komt. Zoodoende ontstaat er wederom anodestroomwisseling in de terugkoppelspoel met haar inductieve gevolgen.

Het verschijnsel herhaalt zich telkens opnieuw, zoodat er steeds op het rooster spanningswisselingen ontstaan, die op haar beurt stroom- en spanningswisselingen in den anodekring ten gevolge hebben.

De lamp wekt in zoo'n toestand constante hoogfrequente stroomen op, wier frequentie afhankelijk is van de grootte der zelfinducties en van de capaciteiten van rooster- en anodekringen. Deze toestand van de lamp beschrijft men door te zeggen, dat de lamp genereert.

Tijdens het genereeren werkt de lamp tevens als detector, doch aangezien zij de hoogfrequente stroomen opwekt, zijn de door deze hoogfrequente stroomen veroorzaakte hoogfrequente trillingen *niet hoorbaar* in de telefoon. Wat in de telefoon hoorbaar is, als een zacht ruischend geluid, is niets anders dan de *inconstantheidverschillen* van de hoogfrequente trillingen, welke verschillen door de detectie als gemiddelde anodestroomvariaties van laagfrequenten aard in de telefoon hoorbaar zijn.

De sterkte van dit ruischend geluid varieert van vrij duidelijk sissen tot onhoorbaar toe en hangt af van de constantheid van de aangelegde anode-en gloeispanning en van de kwaliteiten van rooster en anodekringen. Maken we de terugkoppeling nog vaster, dan bemerken we, dat de toon van het ruischend geluid hooger wordt naarmate de koppeling vaster is, totdat bij een te vaste koppeling krassende en soms gillende geluiden ontstaan. Deze zijn het gevolg van te vaste terugkoppeling, waardoor de spanningsladingen op het rooster zoo sterk worden, dat de anodestroom telkens wordt onderbroken, als het rooster te negatief wordt. Men noemt dit het *„dichtslaan"* van de lamp. Wel is waar, duurt het dichtslaan een zeer kort oogenblik, doch direct daarna als het rooster zich ontlaadt, ontstaat er opnieuw een te sterke spanningslading van het rooster, waardoor de lamp wederom dichtslaat.

Het overgaan in genereeren kan ook veroorzaakt of vergemakkelijkt worden, doordat tijdens het draaien van de terugkoppelspoel (als in fig. 38) of het draaien van den condensator (als in fig. 36), of van den potentiometer (als in fig. 37), een mechanische schok (trilling) ontstaat, of, doordat er in den anodekring kleine weerstandsveranderingen plaats vinden, bv. door vastere of lossere contacten van den draaienden spoelhouder, waardoor eene kleine anodestroomsterktewisseling in de terugkoppelspoel op de roosterspoel induceert enz.

Doordat de lamp genereert of hoogfrequente stroomen opwekt, ontstaan er in den omliggenden ether hoogfrequente trillingen, die, al zijn ze vrij zwak, toch de buren van den luisteraar kunnen hinderen bij ontvangst. Daarom *mag men niet* genereerend ontvangen, alhoewel men voor het zoeken naar een zwak of vèrafgelegen station genoodzaakt is de detectorlamp even te laten genereeren, omdat de dempingsreductie op den rand van genereeren het grootst is, n.l. even voordat de lamp uit genereeren raakt of zooals men zegt zij „*afslaat*" Het uit genereeren brengen van de lamp geschiedt door de maat van de terugkoppeling losser te maken, bv. middels lossere koppeling van de terugkoppelspoel (fig. 38): door het draaien van den condensator (fig. 36 — condensator kleiner maken—uitdraaien) of door den potentiometerarm te verplaatsen (fig. 37).

Niet elke radio ontvanglamp is geschikt als detectorlamp, bovendien is het proefondervindelijk gebleken, dat gemakkelijk (zonder te harde tik of soms klap) overgaan in en uit genereeren niet bij maximale, doch bij een aanzienlijk verlaagde anodespanning plaats vindt. Daarom sluit men detectorlampen aan bijna minimale toelaatbare anodespanning, ook in verband met de omstandigheid, (zooals reeds vermeld bij de beschrijving van de plaatkring- en de roosterkringdetectie), dat men geen aparte negatieve roostervoorspanning behoeft te bezigen, maar het uiteinde van de roosterspoel bij de plaatkringdetectie aan den mingloeidraad en bij de roosterkringdetectie aan het draaibare armpje van den over de gloeistroombatterij geschakelde potentiometer verbindt.

HOOFDSTUK V.

Eenvoudige schema's voor 3-lampstoestellen

Toestel met „vaste" spoelen.

Fig. 39 geeft het schakelschema aan voor een 3-lampstoestel met niet beweegbare, of zooals men het dikwijls uitdrukt „vaste" spoelen.

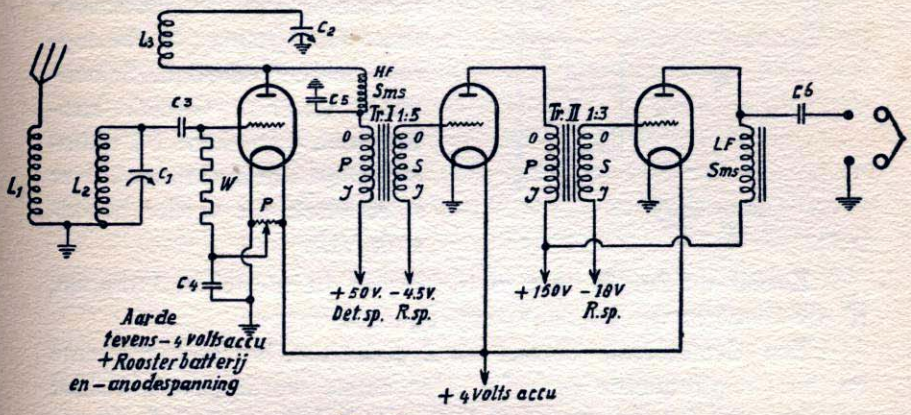


Fig 39

Over het algemeen gebruikt men thans bij 3-lampstoestellen 3 spoelen, nl. antenne-, rooster- en terugkoppelspoel. Door de antenne op een aparte spoel, de z.g. antennespoel, aan te sluiten, als in fig 39, verkrijgt men de z.g. *inductieve* antennekoppeling met den roosterkring (ook soms afstemkring genaamd). De inductieve koppeling heeft de volgende voordeelen:

Ten eerste wordt de antennekring meer *aperiodisch*. Aperiodisch beteekent zonder periode, zonder eigen afstemming, m.a.w. de antenne kan door het verwisselen van antennespoel vrijwel willekeurig verlengd of verkort worden, waardoor de eigenlijke bepaalde antennelengte, die zooals elke leiding, bestaande uit zelfinductie en capaciteit, een eigen frequentie en aldus een eigen golflengte bezit, voor een vrij groot golflengtebereik geschikt wordt gemaakt.

(De eigen golflengte van een ééndraadsantenne is ongeveer 4 maal zoo groot als de lengte van den antennedraad in meters).

Ten tweede zou de antenne, indien zij als in fig. 40 met den roosterkring werd verbonden (wat men *directe* koppeling noemt), het genereeren van de detectorlamp te veel beïnvloeden, nl. zeer bemoeilijken, soms totaal tegenwerken.

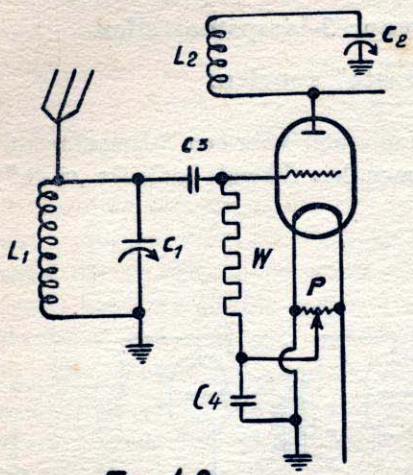


Fig 40

Ten derde wordt de z. g. *selectiviteit* van het toestel door toepassing van de inductieve antennekoppeling in belangrijke mate verhoogd. Selectiviteit, letterlijk vertaald kiesbaarheid, beteekent bij radio-ontvangst storingsvrijheid. Over selectiviteit zie verder hoofdstuk VIII.

Zooals uit fig. 39 te zien is, bestaat dit toestel uit 3 trappen, nl. de detectortrap en twee laagfrequente trappen.

Een detectortrap bestaat uit 2 gedeelten, het hoogfrequente en het laagfrequente gedeelte. Het eerste wordt gevormd door antennespoel L 1, roosterspoel L 2, variabelen rooster of afstemcondensator C 1, vasten roosterblokcondensator C 3, lekweerstand W, potentiometer P, vasten blokcondensator C 4, terugkoppelspoel L 3 en variabelen terugkoppelcondensator C 2.

Het tweede gedeelte wordt gevormd door de hoogfrequentsmoorspoel HF Sms, vasten blokcondensator C 5 en laagfrequent transformator Tr I.

De detectorlamp zelve behoort, voor zoover zij de detectie tot stand brengt, tot het hoogfrequente gedeelte en, voor zoover zij de gedetecteerde laagfrequente stroom- en spanningswisselingen overdraagt c.q versterkt, tot het laagfrequente gedeelte.

Van de werking van de detectorlamp hebben we reeds uitvoerig melding gemaakt in hoofdstuk IV.

Alleen zijn de daarbij behoorende figuren niet voorzien van den condensator C 4, die geschakeld is over den draaibaren arm van den potentiometer P en „aarde" (minus 4 volts accu).

Deze condensator vervult de volgende functie.

Zooals in hoofdstuk IV is vermeld, is de lekweerstand W bestemd om de ladingen op het rooster van de detectorlamp te doen wegvloeien en het rooster de gelegenheid te geven zich van elke ladingswisseling te ontdoen.

Als lekweerstanden gebruikt men uitsluitend inductievrije weerstanden, voornamelijk vacuumweerstanden. De afvloeiing der ladingen dient naar „aarde" te geschieden, terwijl de lekweerstand op het draaibare armpje van den potentiometer P is aangesloten.

De potentiometer is geen inductievrije weerstand en kan hierdoor een zekere tegenwerking voor het afvloeien van ladingen op het rooster via den lekweerstand veroorzaken. Door de plaatsing van den condensator C4 als boven omschreven, wordt aan de hoogfrequente ladingswisselingen een gemakkelijken weg naar „aarde" gegeven, zoodat de tegenwerking van potentiometerwikkeling, als inductieve weerstand practisch wordt uitgesloten.

Behalve de in hoofdstuk IV gegeven beschrijving van de detectie en van de daarbij voorkomende verschijnselen, alsook het hierboven vermelde over den condensator C4, moeten we er nog aan toevoegen, dat de detectorlamp, als elke radio-ontvanglamp, tevens een versterkerlamp is en dat zij tijdens detectie tevens de laagfrequente trillingen (in den vorm van laagfrequente stroomvariaties, gepaard met spanningsvariaties) versterkt.

In het laagfrequente gedeelte doet bij den eersten blik de aanwezigheid van een hoogfrequentsmoorspoel en een vasten blokcondensator C5 vreemd aan. Als we echter bedenken, dat de hoogfrequente stroomen niet in het laagfrequente gedeelte behoeven te komen, ja zelfs hierin verhinderd moeten worden, om geen moeilijkheden te veroorzaken, dan zullen we begrijpen, dat de hoogfrequentsmoorspoel een stootblok voor de hoogfrequente stroomen vormt, waardoor deze stroomen gedwongen worden door den variabelen condensator C2 naar „aarde" te gaan.

Aangezien men geen „absolute" smoorspoelen kan maken lekt elke smoorspoel, al is het soms ook in zeer geringe mate, zoodat er toch eenige hoogfrequente stroomen in het laagfrequente gedeelte zouden doordringen. Om dit te voorkomen schakelt men achter de hoogfrequente smoorspoel nog een vasten blokcondensator C5 en wel tusschen smoorspoel en „aarde". Deze condensator biedt aan de doorgelekte hoogfrequente stroomen een gemakkelijken weg naar „aarde", zoodat men hiermede, al-

thans practisch, alle hoogfrequente stroomen uit het laagfrequente gedeelte kan houden.

De eerste laagfrequenttrap bestaat uit een laagfrequentversterkerlamp en een transformator Tr. II, terwijl de tweede laagfrequenttrap, in ons geval ook de eindtrap, uit een eindlamp, een laagfrequente smoorspoel LF Sms en condensator C 6 bestaat.

Alvorens iets omtrent de werking van de laagfrequente trappen te zeggen dient eerst vermeld te worden, dat het doel van de laagfrequentversterking is, *de spanningswisselingen zoo hoog mogelijk op te voeren*, teneinde in de eindlamp de grootst mogelijke stroomvariaties te verkrijgen en hierdoor een flinke energieoverdracht aan den luidspreker mogelijk te maken.

Hiervoor gebruikt men bij transformator-koppeling, zooals in fig. 39, de laagfrequent transformatoren Tr I en Tr II (met spanningstransformatie omhoog), dus transformatoren, waarvan het aantal primairewindingen kleiner is dan het aantal secondairewindingen, zooals in hoofdstuk II reeds vermeld werd.

De gemiddelde anodestroomvariaties, ontstaan door de detectie in de anodekring van de detectorlamp, doorloopen de primaire P van den transformator Tr I en veroorzaken laagfrequente spanningswisselingen op de uiteinden O en I van de primaire wikkeling. In de secondaire S van den transformator Tr I worden de spanningswisselingen omhoog getransformeerd. Zij komen te staan op het rooster en den mingloeidraad van de eerste laagfrequentversterkerlamp.

(Men verlieze niet uit het oog, dat het uiteinde I van de secondaire S op minus 4,5 volts van de roosterbatterij is aangesloten, terwijl de plus van deze roosterbatterij tezamen met minus 4 volts accu aan „aarde" ligt, waardoor de electrische keten gesloten is).

De spanningswisselingen op het rooster van de eerste laagfrequentversterkerlamp worden door de lamp versterkt en veroorzaken anodestroomvariaties in den anodekring van deze lamp, waarmede gepaard gaat het ontstaan van versterkte spanningswisselingen op de uiteinden O en I van de primaire P van den transformator Tr II. Ook hier worden spanningswisselingen in de secondaire S omhoog getransformeerd en komen thans te staan op het rooster en den mingloeidraad van de laatste of eindlamp.

Ook door deze lamp worden de spanningswisselingen versterkt en veroorzaken vergroote anodestroomvariaties in den anodekring

van de eindlamp. Deze stroomvariaties worden door de laagfrequentsmoorspoel LF Sms tegengehouden, terwijl condensator C 6 aan deze stroomvariaties een gemakkelijken weg geeft naar de koptelefoon of luidspreker, waarvan het eene uiteinde met „aarde" is verbonden en waardoor de electrische keten wordt gesloten.

De koppeling tusschen de laatste lamp en koptelefoon, respectievelijk luidspreker, middels smoorspoel en condensator, noemt men smoorspoelkoppeling. Deze dient tevens voor beveiliging van de koptelefoon en den luidspreker, welk onderwerp later in dit hoofdstuk wordt behandeld.

Bijlage I is het werkschema van dit eenvoudig toestel en het behoeft weinig toelichting. Tevens is daarbij gevoegd een lijstje met de marktprijzen van de benoodigde onderdeelen.

De bodemplank van het toestel en de achterkant van de frontplaat zijn met dun koperenplaat bekleed ter vermijding van „handeffecten" (men moet niet verzuimen de *draaibare* platen van condensatoren C 1 en C 2 met „aarde" te verbinden) en voor het gemakkelijk aanbrengen van aardverbindingen, daar de minaccuverbinding, rechtstreeks op deze koperen plaat is gesoldeerd en we onze aardedraad op *minaccu* aansluiten. Men lette wel op, dat alle lampvoetjes en andere onderdeelen zooals bv. de potentiometer niet met de koperen plaat in contact kunnen komen. Men isoleere deze door er een stukje mica onder te leggen.

Bij gebruik van een variabelen roostercondensator, groot 300 $\mu\mu$F (ca 300 cm.) heeft men voor het golflengte bereik van 12 tot 100 meters 7 stuks spoelen noodig, nl. spoelen 2, 3, 4, 6, 8, 10 en 12, welke getallen tevens het aantal windingen ervan aangeven.

Als lampen kunnen b.v. worden gebruikt:

detector — Orion H 4. Philipslamp A 414, Radio Recordlamp M 144 of Telefunkenlamp RE 084,

1ste laagfrequentversterkerlamp — Orion H 4. Philipslamp A 415, Radio-Recordlamp M 144 of Telefunkenlamp RE 084.

eindlamp — Orion E 4. Philipslamp B 405, Radio-Recordlamp M 104 of Telefunkenlamp RE 124.

Aangezien het wenschelijk kan zijn de koppeling tusschen antenne en roosterspoelen losser of vaster te maken, is hierin voorzien door het aanbrengen op het werkschema van een 4-tal telefoonbusjes, gemerkt A en A_1.

Bij het insteken van de antennespoel in de bussen gemerkt A A komt deze spoel op 7,5 cm afstand van de roosterspoel (dus losse koppeling), terwijl bij het insteken van de antennespoel in de bussen gemerkt A_1 A_1 deze spoel op 4,5 cm afstand van de roosterspoel komt te staan (dus vaste koppeling).

Een toestel volgens dit bouwschema is zeer eenvoudig in de bediening, nl. door middel van de knoppen van de variabele condensatoren C 1 en C 2 en van den potentiometer P, in totaal dus slechts 3 knoppen.

Over de behandeling van dit toestel zie verder in hoofdstuk VIII.

Toestel met 2 draaibare en 1 vaste spoel. Fig. 41 geeft het schakelschema aan van een 3 lampstoestel met 2 draaibare spoelen en 1 vaste.

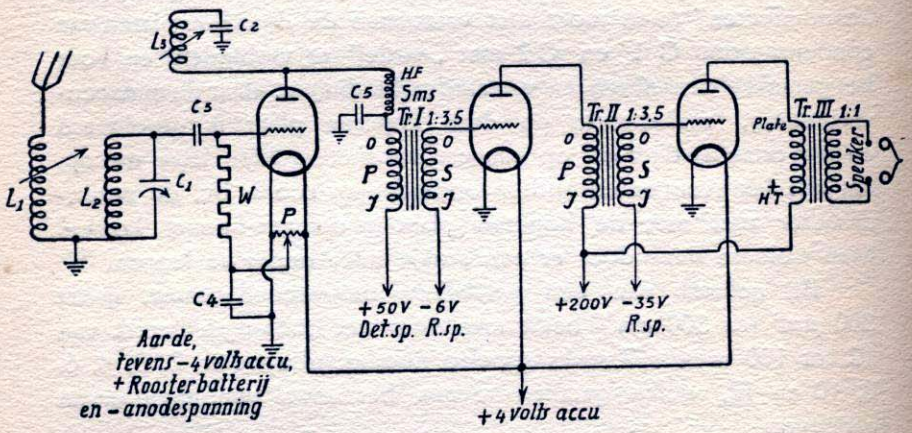


Fig 41

Dit toestel heeft een draaibare antenne- en terugkoppelspoel, terwijl de roosterspoel onbeweegbaar is. Door toepassing van de draaibare antennespoel is het mogelijk de antennekoppeling naar believen te regelen, terwijl door gebruik van een draaibare terugkoppelspoel de variabele terugkoppelcondensator C 2 in fig. 39 door een vaste terugkoppelcondensator C 2 (fig. 41) vervangen kan worden.

Het toestel, afgebeeld in fig 41, bestaat uit 3 gelijksoortige trappen, als een toestel met vaste spoelen. (fig 39). Alleen is hier de smoorspoelkoppeling van de laatste lamp met de koptele-

foon of de luidspreker vervangen door transformatorkoppeling, middels een z.g. uitgangstransformator Tr III.

De beschrijving van de werking van dit toestel laten we hier achterwege, om niet telkens in herhaling te vervallen.

Bijlage II is het werkschema voor dit toestel.

Het is voorzien van een lijstje der benoodigde onderdeelen met marktprijzen. De bodemplank en de achterkant van de frontplaat zijn om dezelfde reden als bij het voorgaande schema (fig. 39) ook met dun koperen plaat bekleed. Men zorge er dus wel voor, dat de blanke, niet geisoleerde aansluitingen der onderdeelen niet in contact kunnen komen met de koperen plaat.

Bij gebruik van den variabelen roostercondensator van 300 $\mu\mu$F (ca. 300 cm) heeft men voor het golflengtebereik van 12 tot 100 meters, hetzelfde aantal spoelen noodig als bij het toestel, afgebeeld in fig 39.

Als lampen kunnen hier bv. worden gebruikt:

detector-Orion H 4. Philipslamp A 414, Radio Recordlamp M 144 of Telefunkenlamp RE 074 n.

1ste laagfrequent versterkerlamp — Orion H 4. Philipslamp A 415, Radio Recordlamp A 415 of Telefunkenlamp RE 084.

eindlamp-Orion L 4. Philipslamp B 403, Radio-Recordlamp M 104 of Telefunken RE 304.

Een toestel met 2 draaibare spoelen en 1 vaste is ook zeer eenvoudig te bedienen. Er zijn slechts 4 knoppen noodzakelijk, n.l. voor den variabelen roostercondensator C 1, de variable antenne- en terugkoppelspoelen en voor het armpje van den potentiometer.

De behandeling van een dergelijk toestel vindt men beschreven in hoofdstuk VIII.

Wellicht ten overvloede zij hier nogmaals met nadruk vermeld, dat bij het samenstellen van de onderdeelenlijsten en bij de keuze van lampen voor de hier beschreven toestellen en de in het volgende hoofdstuk beschreven plaatspanningapparaten de schrijvers geen bepaalde voorkeur hebben gegeven aan het een of andere fabrikaat, doch de bedoeling heeft voorgezeten alles zoo zuinig mogelijk te koopen. Van zelfsprekend was een eerste vereischte de degelijkheid van de in den handel verkrijgbare onderdeelen.

Men kan natuurlijk ook andere en duurdere onderdeelen gebruiken en andere lampen. Echter dient men rekening te houden met de benoodigde ruimte en met de karakteristieke eigenschappen der lampen. Voorts dient men acht te geven op de ingangs- en

uitgangsverbindingen van de primaires en secondaires van de laagfrequente transformatoren. In het algemeen wordt er hier nog op gewezen, dat zoo *kort mogelijke verbindingen* in het hoogfrequente gedeelte van de detectorlamp voor de goede werking op het gebied van korte en grensgolven *een vereischte* is. Zie hiervoor de werkschema's als bijlagen I en II aangeven.

Laagfrequentversterking met weerstandskoppeling. In beide toestelschema's (fig. 39 en 41) hebben wij gebruik gemaakt van laagfrequentversterking middels transformatorkoppelingen, aangezien deze het meest effectief zijn. Men kan echter ook met succes de z.g. weerstandskoppeling in de laagfrequentversterker toepassen, al gebruikt men dan inplaats van 2 trappen transformatorversterking gewoonlijk 3 trappen weerstandsversterking, of eerst 2 trappen weerstandsversterking en daarna 1 trap transformatorversterking.

Fig. 42 geeft het schakelschema aan van een 4-lampstoestel, waarbij de detector en de 1ste laagfrequentversterkerlamp middels weerstanden zijn gekoppeld, terwijl de 2de laagfrequentversterkerlamp middels een transformator is gekoppeld. Bij gebruik van weerstandskoppeling van de detectorlamp wordt in het algemeen de plaatkringdetectie toegepast, waardoor een zuivere reproductie van het geluid wordt verkregen.

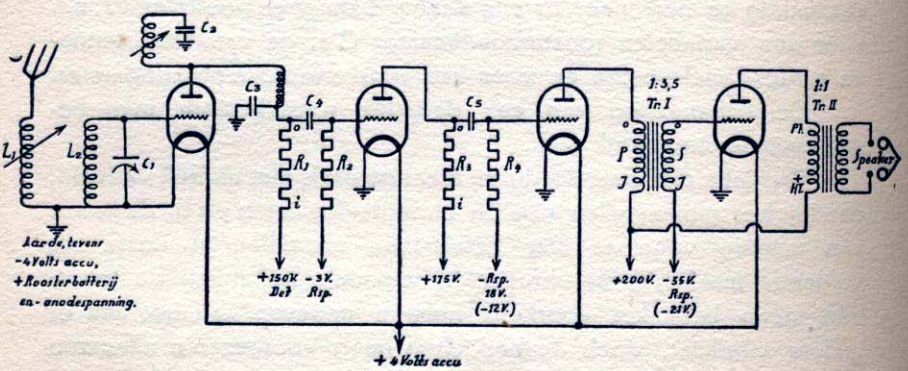


Fig 42.

Als lampen kunnen hiervoor worden gebruikt bv.: detector — Philipslamp A 425 of Telefunkenlamp RE 034,

1ste laagfrequentversterkerlamp — Philipslamp A 425 of Telefunken RE 034,

2de laagfrequentversterkerlamp — Philipslamp B 406 of Telefunken RE 134,
laatste of eindlamp — Philipslamp B 403 of Telefunken R 304.
Als weerstanden kunnen we aanbevelen bv.:
R 1 — 0,15 megohm, R 2 — 1 megohm, R 3 — 0,1 megohm en R 4 — 0,5 megohm.
Als koppelingscondensatoren bv.:
C 4 — 0,025 μF (ca. 25000 cm.) en C 5 — 0,05 μF (ca. 50000 cm.)

Een laagfrequentversterking met weerstandskoppeling behoeft een z.g. *aanpassing* van den inwendigen lampweerstand op den anodekoppelingsweerstand. Philips weerstandsversterkerlamp A 425 is ongeveer gelijk aan de Telefunken weerstandsversterkerlamp RE 034, ten minste wat de karakteristieke eigenschappen betreft. Beide lampen hebben een inwendigen weerstand van ca. 21000 ohms. Gewoonlijk neemt men de anodekoppelingsweerstand 4 maal zoo groot, (of soms nog meer), als de inwendige lampweerstand. De grootte van de koppelingscondensatoren C 4 en C 5 is niet zoo bijzonder critisch en zij kan varieeren tusschen 0,001 — 0,1 μF of ca 1000 — 100000 cm. Echter hangt de grootte van deze condensatoren in zekere mate af van de grootte der anodeweerstanden R 1 en R 3, terwijl ook de grootte der roosterweerstanden R 2 en R 4 afhankelijk is van de grootte der koppelingscondensatoren.

Ten eerste moet de koppelingscondensator aan de wisselstroomen van zeer lage frequentie bv. 50 of 100 een kleinere wisselstroomweerstand bieden, dan de ohmsche weerstand van den anodeweerstand.

Ten tweede moet de koppelingscondensator niet te groot zijn om de lamp door te sterke ladingen op het rooster niet dicht te slaan (of de anodestroom totaal tegen te houden), wat bij te sterke negatieve ladingen plaats zou vinden.

Ten derde moeten de roosterweerstanden, hier gebruikt als lekweerstanden voor het ontladen van het rooster, niet te groot en ook niet te klein zijn. Men neemt de roosterweerstanden gewoonlijk eenige malen grooter dan de anodeweerstanden.

Voor anode- en roosterweerstanden gebruikt men *uitsluitend inductievrije* weerstanden bv. Loewe vacuum-weerstanden, Hoka karbowidweerstanden of andere speciale draadgewonden weerstanden.

We geven de voorkeur bij het gebruik van de lampen A 425 of RE 034 aan de volgende waarden:

R 1 — 0,2 megohm of 0,15 megohm of 0,1 megohm,
R 2 — 1,5 „ „ 1,0 „ „ 0,5 „
C 4 — 0,015 μF „ 0,025 μF „ 0,05 μF.

Over de werking van de weerstandskoppeling moge het volgende dienen:

De anodestroomvariaties in den anodekring van de detectorlamp veroorzaken spanningswisselingen op de uiteinden „o" en „i" van den anodeweerstand R 1 (fig. 42). Door statische inductie, die in den koppelingscondensator C 4 plaats vindt, worden de spanningswisselingen op het uiteinde „o" overgedragen op het rooster van de volgende lamp, zoodat dit rooster spanningswisselingen krijgt, die tevens de gelegenheid krijgen om weg te lekken via den roosterweerstand R 2.

De spanningswisselingen op het rooster worden door de lamp versterkt en veroorzaken anodestroomvariaties in den anodekring van deze lamp (als eerste laagfrequentversterkerlamp geschakeld). Tevens ontstaan hierdoor de versterkte spanningswisselingen op de uiteinden van den anodeweerstand R 3. Hier herhaalt zich de overdracht weder naar het rooster van de 2de laagfrequentversterkerlamp, die verder middels een transformator is gekoppeld.

Men zal zich allicht afvragen, wat er over blijft van de anodespanningen, bv. van + 150 en + 175 volts op de anodes van de lampen, aangezien er zulke hooge weerstanden als bv. 0,15 resp. 0,1 megohm tusschen zijn geschakeld, ook rijst de vraag, wat er over blijft van de minus 3 resp. 18 volts roostervoorspanning aangelegd op de roosters via nog grootere weerstanden van bv. 1 resp. 0,5 megohm.

Wat de eerste vraag betreft dient vermeld te worden, dat de spanningsafval afhankelijk is van de grootte van den stroom. In de schakeling, zooals fig. 42 te zien geeft, bedraagt de gemiddelde anodestroom van de lamp A 425 of RE 034 ca. 0,8 milliampere, zoodat op de anode van de detectorlamp nog ca. 30 volts spanning komt te staan en op de anode van de eerste laagfrequentversterker lamp ca. 95 volts.

Immers 0,8 mA = 0,0008 A; 0,0008 × 150000 = 120 volts spanningsafval en 0,0008 × 100000 = 80 volts spanningsafval.

Aangaande de tweede vraag moet men niet vergeten, dat spanningsafval wordt veroorzaakt als er door den weerstand een stroom loopt. Zooals in hoofdstuk IV werd aangetoond is de eerste voorwaarde voor onvervormde versterking, dat er geen roosterstroom mag loopen.

Als er geen roosterstroom loopt, dan is er ook geen spanningsafval. Men moet echter niet probeeren de spanning op de roosters van de lampen met een gewone voltmeter te meten. Zoo'n voltmeter heeft altijd een zeker stroomverbruik, zoodat bij het inschakelen van den voltmeter tusschen het rooster en de + roosterbatterij, door den lekweerstand een bepaalde stroom gaat loopen, waardoor de voltmeter geen spanning op het rooster meer aanwijst. Zoolang de voltmeter ingeschakeld blijft is dit ook zoo. Nemen we den voltmeter weg, dan loopt er geen stroom meer en het rooster krijgt weer dezelfde negatieve spanning als vóór den lekweerstand.

Als practische wenk bij het monteeren van een toestel met weerstandskoppelingen geven we den volgenden raad: Bouw het toestel wat de afmetingen betreft *niet te krap*, en zorg er vooral voor, dat de roosterleidingen vrij ver van de anodeleidingen komen te staan.

Laagfrequentversterking middels transformatorkoppeling.

Ook bij deze manier van laagfrequent versterking is het noodzakelijk, dat de primaire van den transformator *aangepast is* aan den inwendigen lampweerstand van de lamp.

De aanpassing bestaat hier in, dat de wisselstroomweerstand (impedantie) van de primaire van den transformator eenige malen grooter moet zijn, dan de inwendige weerstand van de lamp. In het algemeen dient men de impedantie van de primaire van den transformator 2 of meer maal grooter te nemen dan de inwendige weerstand van de lamp. (Impedantie van de primaire van den transformator bij een frequentie van 200 zooals de Ferrantifabriek aanneemt).

Sommige fabrieken geven aan, op welke lampen hun transformatoren zijn aangepast. Weer andere fabrieken vermelden den inwendigen weerstand der lampen, passende bij een bepaalden transformator.

Bv. Philips laagfrequenttransformator is aangepast op de lampen A 414, A 415, RE 074 n en RE 084;

Erres Junior transformator op dezelfde lampen; Ferranti AF 4 en AF 8 transformatoren- op de lampen van ca 10000 ohms inwendige weerstand, nl. A 414, A 415 RE 074 n, RE 084;

Ferranti AF 3 transformator — op de lampen van ca 19000 ohms inwendige weerstand, nl. A 425 en RE 034;

Ferranti AF 5 transformator — op de lampen van ca 17000 ohms inwendige weerstand, b.v. RE 144, A 425, RE 034.

Over het algemeen gebruikt men in de eerste trap de transformatoren met hoogere spanningstransformatie omhoog, dus 1 : 6, 1 : 5 of 1 : 4, en in de tweede trap met minder hooge transformatie omhoog bv. 1 : 3,5 1 : 3 of 1 : 2. Daar men echter als eerste laagfrequentversterkerlampen de lampen met hooge spanningsversterkingsfactoren gebruikt in vergelijking met de eindlampen, die vrijwel alle een lage spanningsversterkingsfactor hebben, voldoet ook het gebruik van transformatoren met gelijke verhoudingen in de eerste en de tweede trap uitstekend.

Men verlieze niet uit het oog, dat het doel van den laagfrequentversterker is, de spanningswisselingen zoo hoog mogelijk op te voeren, teneinde in de laatste lamp (deze bezitten allen een vrij groote steilheid) zoo groot mogelijke anodestroomvariaties te verkrijgen, zoodat deze den luidspreker voldoende energie zullen kunnen overdragen. Dit is de reden waarom in de eerste trappen lampen met een hooge spanningsversterkingsfactor worden gebruikt, en in de eindtrap lampen met groot roosterspanningsbereik en groote steilheid.

Beveiliging van de koptelefoon en van den luidspreker.

Onder de beveiliging van de koptelefoon en van den luidspreker verstaat men een schakeling, waarbij de gelijkstroom voor de voeding van de anode der laatste lamp niet door de spoeltjes van beide instrumenten loopt, wel echter de anodestroomvariaties veroorzaakt in de laatste lamp, waardoor zooals reeds vermeld geluidsreproductie plaats vindt. Gewoonlijk gebruikt men daartoe òf de smoorspoelkoppeling, zie fig. 43 (ook LF Sms en condensator C 6 in fig. 39) òf de transformatorkoppeling, zie fig. 44 (ook uitgangstransformator Tr III fig 41).

Uit beide figuren is duidelijk te zien, dat de gelijkstroomloop is gescheiden van de koptelefoon of van den luidspreker.

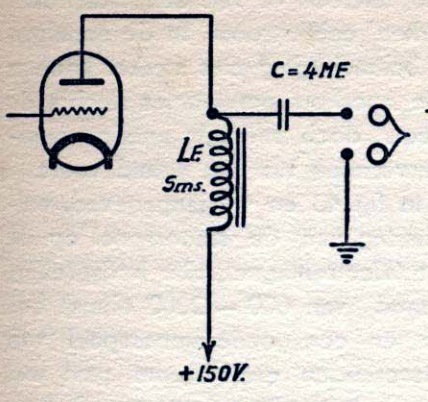


Fig. 43.

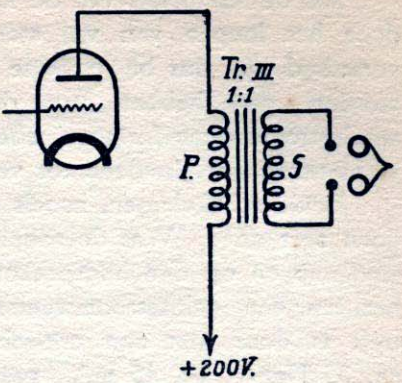


Fig. 44.

De anodestroomvariaties ondervinden in de laagfrequente smoorspoel te grooten weerstand en zij kiezen den gemakkelijken weg door condensator C (men neme deze niet kleiner dan 2, liefst 4 μF) en via de koptelefoon of den luidspreker naar de „aarde", zooals aangegeven in fig. 43.

Bij de transformatorkoppeling (fig. 44) worden de anodestroomvariaties in de secondaire S getransformeerd en op de koptelefoon of den luidspreker overgedragen.

Het gescheiden doen loopen van den voedingsgelijkstroom geeft de volgende voordeelen:

a). de vrij kleine magneten in de koptelefoon of den luidspreker worden niet verzadigd, verzwakt of omgepoold,

b). de zeer dunne draad in de spoeltjes van de koptelefoon of den luidspreker staat niet onder deze vrij grooten anodegelijkstroom der eindlampen (deze is doorgaans 10—20 mA), waardoor de kans op doorsmelten vermeden wordt,

c). de busjes, waaraan de koptelefoon of de luidspreker wordt aangesloten, staan niet onder de vrij hooge anodespanningen van + 150, + 200 volts, waardoor het gevaar, dat anders bij aanraking zou bestaan, wordt voorkomen.

Daar de ijzeren kern van de smoorspoel of van den transformator grooter is dan de magneten van de koptelefoon of van den luidspreker, is zij ook niet zoo spoedig door den gelijkstroom verzadigd. Tevens wordt vermeden, dat bij verzadigde magneten van de koptelefoon c.q. luidspreker mogelijke vervorming plaats vindt.

Als de magneten van de koptelefoon of van den luidspreker door het loopen van vrij sterken gelijkstroom in de spoeltjes verzadigd zijn, dus bij grootere bekrachtiging niet sterker kunnen worden, dan hebben van de anodestroomvariaties slechts de anodestroomverminderingen effect, doch niet de anodestroomvermeerderingen, hetgeen tot vervorming van het geluid voert.

Beide schakelingen, zooals in fig. 43 en 44 aangegeven, voldoen zeer goed. Wat de aanpassing van de smoorspoel op de eindlamp en op den luidspreker (electromagnetische luidsprekers bezitten een gelijkstroomweerstand van 600 — 2000 ohms) betreft is deze niet zoo critisch en een goede smoorspoel van ca. 35 Henry bij 15 mA. passeerenden gelijkstroom past wel aan op elke eindlamp met lagen inwendigen weerstand, o.a. B 403, B 405, RE 124, RE 134 enz.

Men neme hiervoor bv. Ferranti B I, of Ferrix C 2 of Görler D 3 B smoorspoel.

Als een universeelen uitgangstransformator neme men bv. Ferranti OPM I. Zijn primaire is zoowat aangepast op elke eindlamp met lagen inwendigen weerstand, terwijl secondair de volgende transformatieverhoudingen omlaag ter beschikking staan: 1 : 1, 1,6 : 1 en 2,7 : 1.

Deze transformatie verhoudingen voldoen op elken electromagnetischen luidspreker van 2000 — 600 ohms gelijkstroomweerstand.

Wij willen nog aan het bovenstaande toevoegen, dat een smoorspoelkoppeling, bij gebruik van een goede smoorspoel, practisch kan worden beschouwd als een transformatorkoppeling met een transformatie-verhouding van ca 1 : 1.

HOOFDSTUK VI.

Eenvoudige schema's voor plaatspanningapparaten. Plaatspanningapparaat met een enkelzijdige gelijkrichterlamp.

Elk plaatspanningapparaat, zooals eerder vermeld, bestaat uit een gelijkrichter en een afvlakinrichting. Deze laatste dient om in den gelijkgerichten stroom de z.g. rimpel zooveel mogelijk weg te werken.

Fig 45 is het schema van een plaatspanningapparaat met een enkelzijdige gelijkrichterlamp.

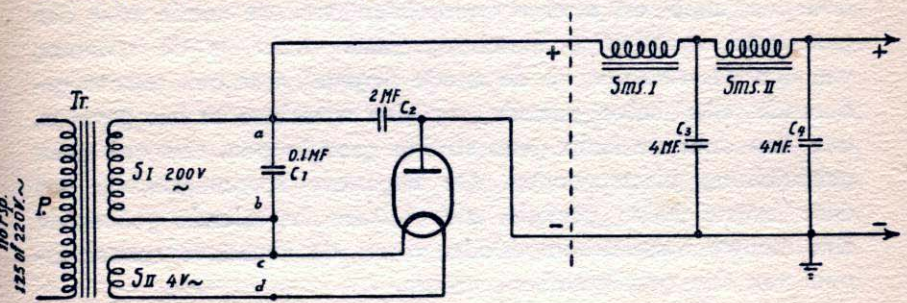


Fig. 45.

Het linker gedeelte tot de stippellijn stelt grafisch den gelijkrichter, het rechter gedeelte — de afvlakinrichting voor. In ons geval bestaat deze inrichting uit 2 laagfrequente smoorspoelen Sms I en Sms II en 2 condensatoren van 4 μF elk. Zooals men uit fig. 45 ziet, is zoo'n plaatspanningapparaat zeer eenvoudig van constructie.

De primaire P van den transformator Tr wordt aangesloten (middels een gewoon 2-aderig gummiadersnoer, z.g. pendel-lampensnoer, en een tweepolige steker) op het stopcontact van het plaatselijk verlichtingsnet van 110, respectievelijk 125 of 220 volts wisselstroom. In de secondaire S I wordt een wisselstroom van ca. 200 volts geinduceerd en in de secondaire S II — een wisselstroom van 4 volts. De gloeidraad van de eenzijdige gelijkrichterlamp wordt rechtstreeks op de secondaire S II aangesloten. Het eene uiteinde van de secondaire S I wordt met een uiteinde van de secondaire S II verbonden, terwijl het tweede uiteinde

van de secondaire S I via een condensator C 2 van 2 μF op de anode van de lamp is aangesloten. Over de beide uiteinden van de secondaire S I is een condensator C I van 0,1 μF geschakeld. Deze condensator dient om de soms optredende antennewerking van het verlichtingsnet uit te sluiten. De wisselstroom van ca. 200 volts, geinduceerd in de secondaire S I, komt dus te staan op den gloeidraad en anode van de lamp via een condensator van 2 μF, welke voor de wisselstroom van de in de verlichtingsnetten gebruikelijke frequentie 50 slechts een weerstand van 1600 ohms biedt.

Wanneer de spanning van den wisselstroom op de anode van de gelijkrichterlamp positief is, wat telkens gedurende elke halve periode van den wisselstroom het geval is, dan wordt door de lamp de stroom doorgelaten van de anode naar den gloeidraad, waardoor gelijkrichting plaats vindt. Is de spanning van den wisselstroom op de anode negatief, wat ook telkens gedurende elke halve periode van den wisselstroom het geval is, dan kan door de lamp geen stroom gaan loopen, dus ook geen gelijkrichting plaats vinden. De negatieve spanningslading van deze laatste halve periode, zich telkens herhalende gedurende elke nieuwe wisselstroomperiode, vormt de negatieve spanningspool van den gelijkgerichten stroom.

De gelijkgerichte stroom doorloopt nu de secondaire S I in de richting „c, b, a" en komt op het begin van de smoorspoel Sms I, terwijl de condensator C 2 van 2 μF hem den weg afsluit naar de anode van de lamp. Smoorspoel Sms I biedt aan de wisselstroomrimpel, overgebleven na gelijkrichting, zeer grooten weerstand, waardoor deze rimpel in groote mate wordt tegengehouden. Tegelijkertijd biedt de condensator C 2 van 2 μF aan deze rimpel een veel kleineren weerstand en hierdoor kan de rimpel eenigszins naar de „aarde" afvloeien. De gelijkgerichte stroom loopt dan door de smoorspoel Sms I en komt op het begin van de smoorspoel Sms II. De wisselstroomrimpel doorgedrongen via smoorspoel Sms I ondervindt in smoorspoel Sms II alweer een zeer grooten weerstand, terwijl de condensator C 3 van 4 μF voor deze rimpel een vrij kleinen weerstand biedt, waardoor de rimpel voor de tweede keer gelegenheid krijgt af te vloeien.

De gelijkgerichte stroom doorloopt verder de smoorspoel Sms II en bezit thans practisch geen rimpel meer, terwijl aan de overblijfselen van de rimpel door den condensator C 4 van 4 μF

voor de derde keer de gelegenheid open staat naar „aarde" af te vloeien. De condensatoren C 2, C 3 en C 4 worden tevens gedurende elke halve periode, wanneer gelijkrichting plaats vindt, dus wanneer de spanning van den wisselstroom bij „a" positief is, opgeladen en zij dienen tevens als stroomreservoir tijdens elke halve periode, wanneer de gelijkrichting geen plaats kan vinden, nl. wanneer de spanning van den wisselstroom bij „a" negatief is.

Aangezien door toepassing van smoorspoelen en condensatoren de wisselstroomrimpel, als het ware, afgevlakt wordt, draagt zoo'n schakelinrichting den naam van *afvlakinrichting*, zoo ook noemt men de condensatoren C 2, C 3 en C 4 *afvlakcondensatoren*.

Als we in onze secondaire S I wisselstroom van 200 volts hebben, dan bedraagt de spanning van den gelijkgerichten stroom, bij gebruik van bovengenoemde grootte der afvlakcondensatoren, ongeveer 140 pct. van 200 volt, dus ca. 280 volt. Men moet echter niet vergeten, dat de spanning van ca. 280 volt een z. g. *openketenspanning* is, zoolang het apparaat niet belast is, dus zoolang er *geen stroom* wordt afgenomen; wordt het apparaat voor de voeding van anode's van een ontvangtoestel gebruikt, dan wordt dit dus belast en loopt de spanning dadelijk terug, naar mate de belasting of de stroomafname grooter is. Hieruit volgt, dat *de spanning van een plaatspanningapparaat geen constante waarde heeft*, daar zij afhankelijk is van de stroomafname.

Van zelfsprekend hebben de transformator en de gelijkrichterlamp *geen onbeperkt vermogen*, integendeel, zoowel de transformator als de lamp zijn voor een bepaald vermogen berekend en geconstrueerd.

Mocht men trachten het door de fabriek opgegeven vermogen te overschrijden, dan daalt de spanning zeer snel, terwijl de stroom toeneemt, waardoor en de transformator en de lamp niet alleen beschadigd, doch zelfs vernield kunnen worden. Met nadruk wordt er op gewezen, dat de plus en de minpool van een plaatspanningapparaat *nimmer* met elkander in contact mogen komen, waardoor een volle kortsluiting zou kunnen ontstaan.

Plaatspanningapparaat met dubbelzijdige gelijkrichterlamp.

Fig. 46 geeft het schema van zoo'n plaatspanningapparaat, eveneens bestaande uit een gelijkrichter en een afvlakinrichting, soms ook genaamd afvlakkring.

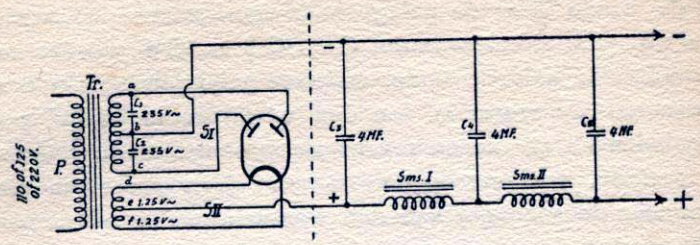


Fig 46.

Dit apparaat is, evenals het apparaat schematisch voorgesteld in fig. 45, vrij eenvoudig van constructie en bestaat uit transformator Tr, dubbelzijdige gelijkrichterlamp en afvlakinrichting. De primaire P van den transformator Tr moet aangepast zijn aan de spanning van het plaatselijke verlichtingsnet. De secondaire S I van den transformator Tr is zoo geconstrueerd, dat er een wisselstroom van 2 × 235 volts spanning wordt geinduceerd, of tusschen de punten „a" en „c" 470 volts, terwijl de middenaftakking „b" ten alle tijde potentiaal 0 (nul) heeft ten opzichte van beide uiteinden „a" en „c".

De secondaire S II is op het induceeren van 2 × 1,25 volt wisselstroom berekend, of tusschen de punten „d" en „f" 2,5 volts. Evenals bij secondaire S I heeft de middenaftakking „e" ten alle tijde potentiaal nul ten opzichte van beide uiteinden „d" en „f". Over de werking van zoo'n gelijkrichter hebben we reeds uitvoerig melding gemaakt in hoofdstuk III, terwijl wat de werking van de afvlakinrichting betreft deze van denzelfden aard is, als beschreven bij het plaatspanningapparaat met eenzijdige gelijkrichterlamp.

Daar men hier, als het ware, een tweedeelige secondaire S I heeft, zijn hier ter vermijding van antennewerking van het verlichtingsnet 2 condensatoren van 0,1 μF, nl C 1 en C 2 over de secondaire S I geschakeld. De eerste afvlakcondensator C 3 is hier 4 μF genomen, dus 2 maal grooter dan condensator C 2 in fig. 45.

Als wij in de secondaire S I wisselstroom van 2 × 235 volt spanning hebben, waarvan telkens gedurende elke halve periode de helft, dus een wisselstroom van 235 volt wordt gelijkgericht, dan bedraagt de *openketenspanning* van den gelijkgerichten stroom, bij gebruik van afvlakcondensatoren van de in fig. 46 aangegeven grootte 140 pct. van de 235 volt, dus ca. 330 volt. Hierop is

eveneens van toepassing wat over de spanning van het plaatspanningapparaat met eenzijdige gelijkrichterlamp is gezegd. Echter vindt hier de daling der spanning bij belasting langzamer plaats, omdat bij een dubbelzijdige gelijkrichterlamp de gelijkrichting gedurende elke halve periode van den wisselstroom plaats vindt, dus 2 maal per periode, terwijl bij een eenzijdige gelijkrichterlamp slechts 1 maal per periode.

Hieronder laten wij volgen een uittreksel van de fabrieksbeschrijving van de dubbelzijdige gelijkrichterlamp Philips 506:

„Deze lamp is bestemd voor gebruik in plaatspanningapparaten en voor de levering van plaatstroom in wisselstroomontvangtoestellen, versterkers, etc.

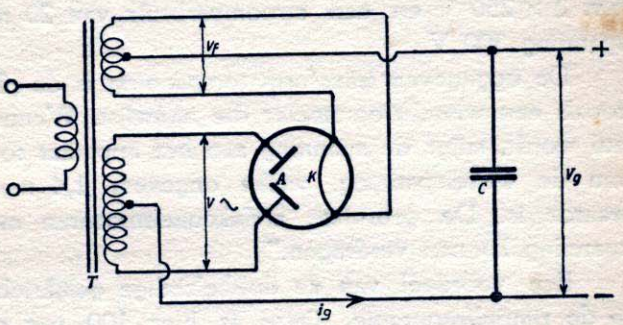


Fig. 2

Het schema waarin de lamp wordt toegepast (fig. 2) is de gewone schakeling voor dubbelfasige gelijkrichting. Hierachter wordt in plaatspanningapparaten de afvlakkring aangesloten.

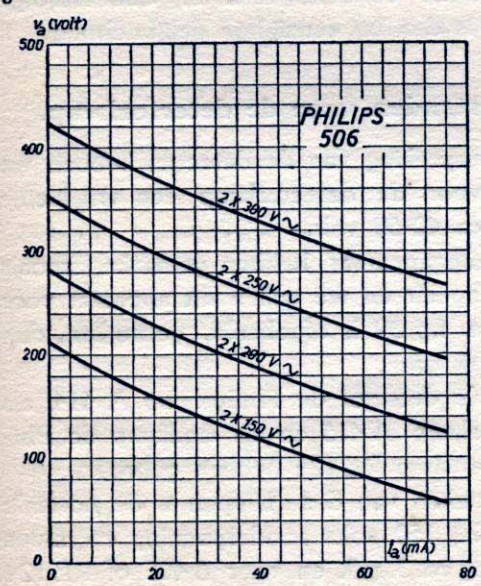


Fig. 3

Een nauwkeurige opgave van de spanning bij verschillende stroomsterkten *is niet te geven.* (*cursiveering van de schrijvers*).

Wel zijn echter in fig. 3 een aantal krommen geteekend, waaruit deze waarden **bij benadering** zijn af te lezen, voor verschillende transformatorspanningen.

Als grondslag is daarbij genomen het schema fig. 2, waarin een transformator van gemiddelde kwaliteit gebruikt is, zooals die in goede plaatspanningapparaten toegepast worden.

De condensator C heeft een waarde van 4 μF.

Om ongeveer de door het plaatspanningapparaat afgegeven spanning te weten, moet de spanningsafval in den afvlakkring afgetrokken worden van de waarde, die men in fig. 3 vindt.

De spanning v_g van fig. 2 is in fig. 3 verticaal afgezet (v_a), het stroomverbruik horizontaal. Bij een transformatorspanning van b.v. 2 × 250 V en een stroomverbruik van 20 mA is de gelijkspanning 300 V.

De opgegeven transformatorspanning is de effectieve waarde, zooals een wisselstroommeter die aanwijst. Wanneer de belasting nul wordt, stijgt de spanning aan het apparaat tot de topwaarde van de wisselspanning, welke ongeveer 1,4 maal de effectieve waarde is. De gebruikte afvlakcondensatoren moeten dus deze spanning kunnen verdragen."

Een voordeel van de dubbelzijdige gelijkrichting is gelegen in de rimpelfrequentie. Deze is hier 100 per seconde instede van 50 per seconde bij de enkelzijdige gelijkrichting, zooals reeds in hoofdstuk III is vermeld. Hoe hooger de frequentie is, des te kleiner is de weerstand van een bepaalde condensator, zoodat de afvlakwerking van dezelfde condensatoren bij dubbelzijdige gelijkrichting 2 maal beter is dan bij eenzijdige gelijkrichting.

Berekening van weerstanden voor de detectorlamp.

In hoofdstuk IV, bij bespreking van de detectie, hebben we reeds vermeld, dat men voor de detectorlamp een vrij kleine anodespanning toepast nl. ca 40-50 volt.

Als we een plaatspanningapparaat hebben gemaakt, zooals het schema van fig 45 aangeeft en we willen dit apparaat voor een drielampstoestel, als in fig 39 is afgebeeld, gebruiken, dan moeten we als volgt te werk gaan.

Veronderstel, dat we als detector de Philipslamp A 414, als 1ste laagfrequent de Philipslamp A 415 en als eindlamp de Philipslamp B 405 of Telefunkenlamp RE 124 hebben gebruikt.

Volgens de karakteristieken van deze lampen is de normale anodestroom voor A 415 bij 150 volts anodespanning en minus 4,5 volts roostervoorspanning ca. 3 mA en voor B 405 of RE 124

bij 150 volts anodespanning en minus 15-18 volts roostervoorspanning ca 10 mA.

De detectorlamp A 414 bij 40-50 volts anodespanning heeft ca 1,2 mA anodestroom, zoodat het totaal verbruik van anodestroom ca 14.2 mA. zal zijn.

We nemen nu ons plaatspanningapparaat (schema fig. 45) en sluiten de plus en de minpool als in fig 47 is aangeduid aan een voltmeter V en een milliampèremeter mA.

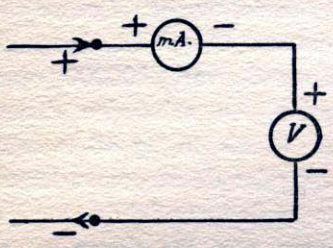


Fig 47.

Onze milliampèremeter moet een meetbereik hebben van ca 0-25 mA. en onze voltmeter een meetbereik van ca 0-300 volt. Thans sluiten we de primaire van den transformator Tr op het stopcontact aan en we lezen op beide meters den uitslag van de wijzers af.

Veronderstel, dat we op den miliampèremeter 11 mA en op den voltmeter 165 volt aflezen.

Hieruit kunnen we opmaken, dat bij ca 14,2 mA de spanning ca 150 volt zal zijn.

Om nu den weerstand voor de detectorlamp te bepalen nemen we de formule van hoofdstuk II nl:

$$\frac{\text{weg te werken volts}}{\text{stroomverbruik}} = \text{benoodigde weerstand in ohms.}$$

Wij willen op de anode ca 50 volts spanning hebben, dus wij moeten 100 volt wegwerken bij een stroomverbruik van ca 1,2 mA, derhalve volgens deze formule:

$$\frac{100.}{0{,}0012} = \frac{100.10000}{12} = \text{ca } 83333 \text{ ohm.}$$

We moeten dus een weerstand hebben, die ca 80000 ohm is en een stroom van ca 1,2 mA. kan doorlaten, zonder warm te worden of onder het bedrijf defect te raken.

Voor zulke kleine stroomen zijn in den handel verscheidene vaste weerstanden verkrijgbaar o.a. Ferranti draadgewonden en syntetische weerstanden, Preh Ohm draadgewonden weerstanden of Loewe vacuumweerstanden in verschillende waarden bv. 100000 ohm, 80000 ohm enz. Nemen we een weerstand van 100000 ohm dan zal de spanning op de anode van de detectorlamp iets kleiner

worden, nemen wij een weerstand van 75000 ohm dan zal de spanning op de anode van de detectorlamp iets hooger worden. In het eerste geval zal de anodestroom iets minder worden, zoodat ook het spanningsafval ook dadelijk iets kleiner wordt, in het tweede geval zal de anodestroom dadelijk iets grooter worden, zoodat ook het spanningsafval iets grooter wordt. Hierdoor blijven we in beide gevallen in de buurt van 50 volts spanning op de anode van de detectorlamp.

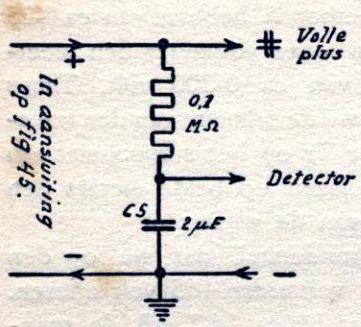


Fig 48.

We nemen bv. een Loewe vacuumweerstand of een draadgewonden weerstand van 100000 ohm (0,1 megohm) en schakelen dezen weerstand in als in fig 48 is aangegeven. Opdat de stroomvariaties, opgewekt in den anodekring van de detectorlamp, niet via dezen weerstand terug zouden kunnen werken op de vollespanningsaftakking ⫩, plaatsen we over den weerstand en de minuspool nog een condensator C 5 van 2 μF. Hierdoor kunnen de stroomvariaties een gemakkelijken weg naar „aarde" vinden en verkrijgen we de z.g. *ontkoppeling* van den detectorkring in het plaatspanningapparaat van de laagfrequente kringen.

En nu is ons plaatspanningapparaat geschikt gemaakt voor ons toestel, schematisch afgebeeld in fig 39.
Ter vergemakkelijking van montage geven we als aparte bijlagen III en IV twee bouwschema's voor een plaatspanningapparaat met een eenzijdige en een idem met een dubbelzijdige gelijkrichterlamp, voorzien van opgave der benoodigde onderdeelen en prijzen hiervan op de Indische markt. Bij het bouwschema in bijlage IV is tevens gebruik gemaakt van de negatieve roosterspanningsaftakkingen. De berekening van de weerstanden hiervoor is hieronder beschreven.

Bij plaatspanningapparaten met eenzijdige gelijkrichterlamp raden we aan *geen* aftakkingen voor de negatieve roosterspanningen te maken, wegens de groote kans, dat er een hinderlijke bromtoom in den ontvanger zou optreden.

Berekening van weerstanden voor negatieve roosterspanningen.

Veronderstel, dat we een plaatspanningapparaat met dubbelzijdige gelijkrichterlamp hebben gebouwd volgens schema van fig. 46 en we willen het gebruiken voor een ontvangtoestel met 3 lampen, volgens schema van fig. 41.

Dit toestel rusten we uit met de volgende lampen: detector - Philips A 414, 1ste laagfrequent — Telefunken RE 084 en eindlamp - Philips B 403. Het normale stroomverbruik van een detectorlamp is ca 1,2 mA bij 40-50 volts anodespanning, van Telefunkenlamp RE 084 - ca 4 mA bij 200 volts anodespanning en minus 6 volts roostervoorspanning en van Philipslamp B 403 — ca 15 mA bij 200 volts anodespanning en minus 35 volts roostervoorspanning. Het totaal verbruik van anodestroom zal dus ca 20 mA. bedragen. We nemen nu ons plaatspanningapparaat en sluiten de plus en de minpool aan een voltmeter en een miliampèremeter, zooals in fig 47 is aangegeven. We meten dan bv. 260 volts spanning bij 9 miliampères stroom en kunnen nu aannemen, dat ons plaatspanningapparaat bij 20 mA nog ca 230 volts spanning zal hebben. Hiervan hebben we 35 volts spanning noodig voor de roosterspanningen, zoodat ons nog een spanning van ca. 195 volt overblijft voor de voeding der anodes van de lampen.

Voor den detector rekenen we op ca 50 volts anodespanning en we moeten dus een weerstand van ca 120000 ohm gebruiken.

Immers $\frac{195 - 50}{0{,}0012} = \frac{1450000}{12} = 120800$ ohm.

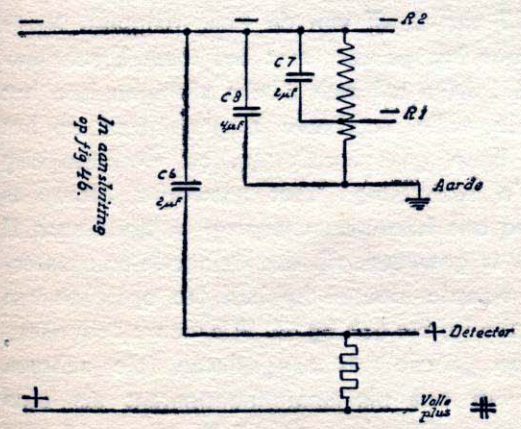


Fig 49.

Deze weerstand (of een weerstand van 0,125 - 0,15 megohm) schakelen we in, net als in fig 48 met een ontkoppellingscondensator van 2 μF naar de minus plaatspanning, zooals in fig. 49 is aangegeven. Hier sluiten wij *de „aarde" niet aan de minus,* doch aan een weerstand, die in ons geval zoo groot moet zijn, dat op de

uiteinden hiervan, R 2 en „Aarde" een spanningsafval (verschil) van 35 volt komt te staan bij de anodestroomafname van 20 mA. Uit hoofdstuk II weten we ook, dat per elke duizend ohm bij 1 mA. stroom een spanningsafval wordt bereikt van 1 volt. Bij 20 mA. is het spanningsafval 20 maal grooter, dus 20 volt.

Daar we 35 volts spanning noodig hebben, zullen wij dus een weerstand moeten gebruiken groot $\frac{35}{20} \times 1000$ ohm = 1750 ohm. Deze weerstand moet den vollen anodestroom van 20 mA. verdragen zonder defect te raken.

In den handel zijn verschillende draadgewonden weerstanden van diverse weerstandswaarden verkrijgbaar, welke zoo'n stroom goed kunnen verdragen, o.a. Heliogen aftakbare weerstanden. We nemen er een van 2000 ohm, meten de 1750 ohm af en sluiten deze aftakking op de minuspool (R 2 fig 49) Over dezen weerstand (R 2 — Aarde) plaatsen we een condensator van 4 μF om deze aftakking van de plaatspanning te ontkoppelen. Nu hebben we dus 35 voltsaftakking voor de negatieve roostervoorspanning van de lamp B 403. Voor de lamp RE 084 hebben we noodig 6 volt negatieve roostervoorspanning. Bij 20 mA stroomafname hebben we noodig een weerstand van $\frac{6}{0{,}020}$ ohm of $\frac{6000}{20}$ 300 ohm.

We meten nu 300 ohm op onzen weerstand *van het punt „Aarde" af* en sluiten hieraan de 6 voltsaftakking voor de negatieve roosterspanning R I. Ook deze aftakking ontkoppelen we middels condensator C 7 van 2 μF van de plaatspanning. Nu is ons apparaat gereed voor het gebruik met het toestel, schematisch afgebeeld in fig 41. Men zal zich allicht afvragen hoe het mogelijk is, dat men de volle negatieve plaatspanning op het rooster van de laatste lamp gaat aansluiten, zal de lamp nog kunnen werken in zoo'n schakeling? Het antwoord hierop is niet zoo moeilijk, als we ons herinneren waarop in hoofdstuk II herhaaldelijk met nadruk is gewezen, nl. dat de anode en roosterspanningen eene zekere waarde moeten hebben ten opzichte van den gloeidraad of de kathode, zie ook fig 14. Als we nu bedenken, dat de mingloeidraad op „aarde" is aangesloten (zie schema fig 41) en de „aarde" van ons plaatspanningapparaat als plus roosterbatterij beschouwen, dan hebben we bij R_2 minus 35 volt

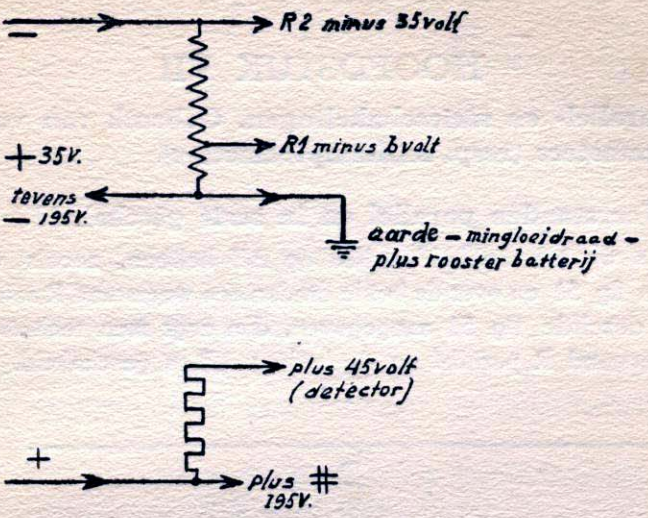


Fig 50.

(Op fig 50 zijn de ontkoppelingscondensatoren eenvoudigheidshalve weggelaten).

roosterspanning en bij R I minus 6 volt roosterspanning. Schematisch kunnen we zulks zoo voorstellen als in fig. 50 is aangegeven.

Als we dit schema nagaan dan zien we + 195 V., — 195 V. tevens + 35 V. en- 35 V., totale spanning dus 230 volt.

HOOFDSTUK VII

Parallel- en serieschakelingen. Gebruik van volt- en ampèremeters (resp. milliampèremeters).

Weerstanden parallel en in serie geschakeld.

Als we een dubbeldraadleiding AB hebben, zooals voorgesteld in fig 51 en over de beide draden een weerstand R aansluiten, als in dezelfde fig 51 aangegeven, dan zegt men technisch, dat de weerstand R *parallel* op de leiding AB is geschakeld.

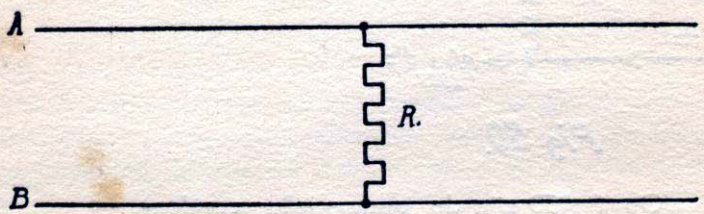


Fig. 51

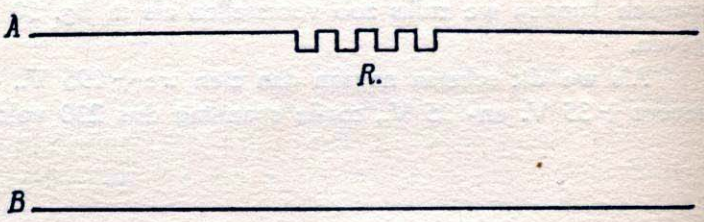


Fig. 52

Wordt de weerstand R aangesloten, zooals in fig 52 is aangegeven, dan zegt men, dat de weerstand R *in serie* met de leiding A is geschakeld.

Men kan evenwel twee of meer weerstanden parallel of in serie schakelen, alsook een combinatie van parallel en serieschakelingen voor een zeker doel toepassen.

Fig 53 geeft de schakeling weer van 3 parallel geplaatste weerstanden R I, R II en R III. Voor de *parallel* schakeling van

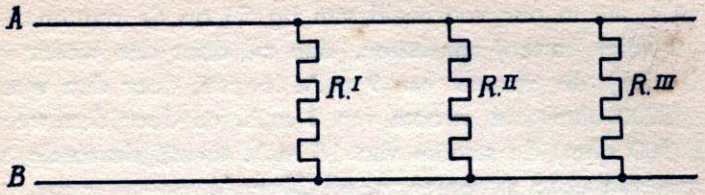


Fig. 53

weerstanden geldt de volgende formule:

$$\frac{1}{R\ totaal} = \frac{1}{R\ I} + \frac{1}{R\ II} + \frac{1}{R\ III} \text{ enz. (I)}$$

De totale weerstand bij parallel inschakeling van eenige weerstanden is altijd *kleiner*, dan de kleinste der ingeschakelde weerstanden.

Gesteld bv., dat in ons schema van fig 53 R I = 1000 ohm, R II = 3000 ohm en RIII = 500 ohm.

Volgens formule I berekenen we $\frac{1}{R\ totaal} = \frac{1}{1000} + \frac{1}{3000} + \frac{1}{500}$ of $\frac{1}{R\ totaal} = \frac{3}{3000} + \frac{1}{3000} + \frac{6}{3000} = \frac{10}{3000}$, hieruit volgt, dat $\frac{1}{R\ totaal} = \frac{1}{300}$ of R totaal = 300 ohm.

Fig 54 geeft de schakeling weer van dezelfde 3 weerstanden in serie. Voor de *in serie* schakeling van weerstanden geldt de onderstaande formule, nl. R totaal = R I + R II + R III enz. (II).

Fig. 54

Als de weerstanden R I, R II en R III de hierboven genoemde waarden bezitten, dan is de totale weerstand tusschen A en B in fig 54 gelijk aan R I + R II + R III of 1000 + 3000 + 500 = 4500 ohm.

Wat de loop van den stroom door de *parallel* weerstandscombinatie betreft, zij hier vermeld, dat de stroom zijn weg kiest door den kleinsten weerstand.

Dit wil zeggen, dat de grootste stroom door den kleinsten weerstand loopt, terwijl de kleinste stroom door den grootsten weerstand vloeit.

Als wij in ons voorbeeld van fig 53 op de punten A en B een 9 volts batterij aansluiten, dan zal door den weerstand R I (1000 ohm) de stroom van 9 m A. loopen, door den weerstand R II (3000 ohm) de stroom van 3 m A. en door den weerstand R III (500 ohm) de stroom van 18 m A, terwijl de totale stroom de som van deze stroomen is, nl. 30 m A.

Volgens de wet van *Kirchhoff* zijn de stroomen in elk der weerstanden omgekeerd evenredig aan de grootte dezer weerstanden, hetgeen in de formule als volgt is uitgedrukt:

$I_I : I_{II} : I_{III} = \frac{1}{R\ I} : \frac{1}{R\ II} : \frac{1}{R\ III}$, waarbij I totaal $= I_I + I_{II} + I_{III}$.

Bij *seriecombinatie*, zooals in fig 54 is aangegeven, heeft de stroom geen aftakkingen, zoodat bij aansluiting van een 9 volts-batterij op de punten AB (fig 54) door alle weerstanden dezelfde stroom loopt, in ons voorbeeld 9 = 4500 maal I, of $I = \frac{9}{4500}\ A = \frac{1}{500}\ A = 2\ mA.$

Indien we een parallel-serie combinatie hebben, zooals in fig 55 is aangegeven, dan moeten we bij bepaling van den totalen weerstand ons niet laten misleiden, doch als volgt te werk gaan:

Ten eerste bepalen wij, waar de *ingang* van den stroom is.

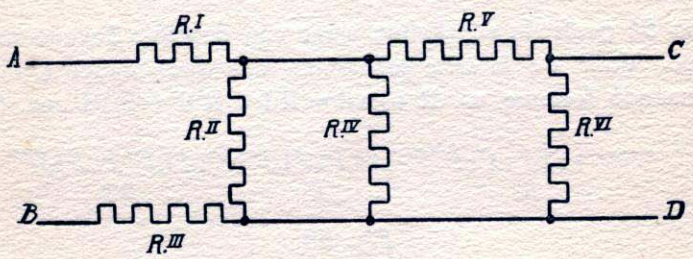


Fig. 55

Veronderstel, dat we een 9 voltsbatterij aansluiten op de punten A en B en dat bij punten C en D geen leiding meer is aangesloten. De stroom onzer batterij zal door alle weerstanden loopen.

Sluiten we de batterij aan de punten C en D en blijven de punten A en B open, dan zal door de weerstanden R I en R III *geen stroom* loopen, zoodat de totale weerstand tusschen A en B, wanneer C en D open zijn, niet gelijk is aan den totalen weer-

stand tusschen C en D met A en B open. Nemen we aan, dat R I = 8 ohm, R II = 5 ohm, R III = 12 ohm, R IV = 100 ohm, R V = 160 ohm en R VI = 220 ohm.

Tusschen A en B, wanneer C en D open zijn berekenen wij den totalen weerstand als volgt:

a) eerste groep bestaat uit R I + R II + R III of in ons voorbeeld 8 + 5 + 12 = 25 ohm ;

b) tweede groep bestaat uit R IV in ons voorbeeld — 100 ohm;

c) eerste en tweede groep vormen samen een weerstand $R_\times$ (deze beide groepen zijn *parallel* met elkaar geschakeld). Volgens formule I is dus $\frac{1}{R_\times} = \frac{1}{25} + \frac{1}{100} = \frac{4}{100} + \frac{1}{100} = \frac{5}{100}$, zoodat $R_\times = 20$ ohm;

d) derde groep bestaat uit R V en R IV in serie in ons voorbeeld 160 + 220 = 380 ohm;

e) derde groep is parallel met $R_\times$ geschakeld, dus zij vormen een weerstand R totaal, welke volgens formule (I) is = $\frac{1}{R_\times} + \frac{1}{R\,V + R\,VI} = \frac{1}{20} + \frac{1}{380} = \frac{19}{380} + \frac{1}{380} = \frac{20}{380}$, zoodat R totaal = 19 ohm.

Willen we den weerstand bepalen tuschen C en D, wanneer A en B open zijn, dan *tellen* de weerstanden R I en R III *niet mee*, omdat A en B open staan. Hier gaan we als volgt te werk:

a). eerste groep is de weerstand R VI, in ons voorbeeld 220 ohm;

b) tweede bestaat uit de weerstanden R V en R IV in serie, in ons voorbeeld dus 160 + 100 ohm;

c) deze twee groepen staan parallel op elkaar en zij vormen tezamen een weerstand R_{ij}, welke volgens formule (I) is = $\frac{1}{220} + \frac{1}{160 + 100} = \frac{1}{220} + \frac{1}{260} = \frac{13 + 11}{2860} = \frac{24}{2860}$, zoodat $R_{ij} = \frac{2860}{24}$ ohm;

d) derde groep is de weerstand R II, in ons voorbeeld 5 ohm;

e) derde groep en R_{ij} staan parallel op elkaar en zij vormen tezamen een weerstand R totaal welke volgens formule (I) is = $\frac{1}{5} + \frac{1}{\frac{2860}{24}} = \frac{1}{5} + \frac{24}{2860} = \frac{572 + 24}{2860} = \frac{596}{2860}$, zoodat

R totaal = $\frac{2860}{596}$ of circa 4,8 ohm.

Parallel en serieschakeling van condensatoren.

Bij *parallelschakeling* van condensatoren, zooals in fig 56 is aangeduid, bedraagt de totale capaciteit C totaal de waarde van de som der parallel geschakelde capaciteiten.

C totaal = C I + C II + C III enz. (III).

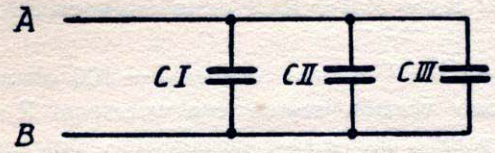


Fig 56.

Nemen wij aan, dat de grootte van de condensatoren C I, C II en C III respectievelijk 1, 2 en ½ μF is, dan is de totale capaciteit

C totaal = 1 + 2 + ½ = 3½ μF.

Schakelen wij dezelfde condensatoren *in serie*, als in fig. 57 is aangegeven, dan is de totale capaciteit te berekenen met de formule IV:

$$\frac{1}{C\ totaal} = \frac{1}{C\ I} + \frac{1}{C\ II} + \frac{1}{C\ III} \quad (IV)$$

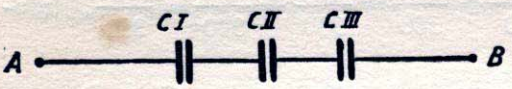


Fig 57

In dit geval berekenen wij $\frac{1}{C\ totaal} = \frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{½} = \frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{2}{1} = \frac{2+1+4}{2} = \frac{7}{2}$, zoodat C totaal = $\frac{2}{7}$ μF.

Als men de formules (I) en (II) vergelijkt met de formules (III) en (IV), dan ziet men, dat de formules voor weerstanden parallel en in serie geschakeld precies omgekeerd zijn aan de formules voor condensatoren parallel en seriegeschakeld.

Past men een parallelserieschakeling van condensatoren toe, dan moet men deze schakeling ook in groepen verdeelen en daarna de totale capaciteit berekenen.

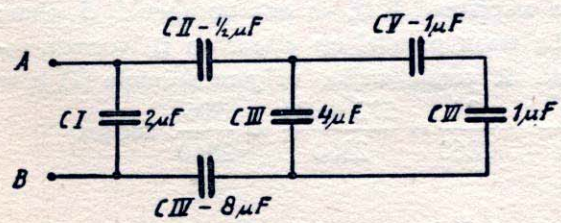


Fig 58.

Fig 58 geeft een voorbeeld van een gemengde schakeling weer. Men berekent de totale capaciteit van deze schakeling als volgt:

a) eerste groep C I = 2 μF, parallel hierop staat

b) tweede groep C II = ½ μF in serie met C III = 4 μF en met C IV = 8 μF, parallel op deze twee groepen staat

c) derde groep C V = 1 μF in serie met C VI = 1 μF; de eerste groep is dus 2μF;

de tweede groep is volgens formule (IV) $\frac{1}{C} = \frac{1}{½} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} =$

$= \frac{2}{1} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} = \frac{16+2+1}{8} = \frac{19}{8}$ μF;

de eerste en tweede groep parallel $= 2 + \frac{19}{8} = 4\frac{3}{8}$ μF;

de derde groep is $= \frac{1}{C} = \frac{1}{1} + \frac{1}{1} = \frac{2}{1}$ of $C = \frac{1}{2}$ μF;

de derde groep parallel op de resultante van de twee eerste groepen $\frac{1}{2} + 4\frac{3}{8} = 4\frac{7}{8}$ μF = C totaal.

Parallel en serieschakeling van zelfinducties.

Voor parallel, respectievelijk serieschakeling van zelfinducties gelden dezelfde formules als voor parallel, respectievelijk serieschakeling, van weerstanden, dus voor parallel schakeling:

$$\frac{1}{L \text{ totaal}} = \frac{1}{L\,I} + \frac{1}{L\,II} + \frac{1}{L\,III} \text{ enz. (V)}$$

Zoo'n schakeling is afgebeeld in fig. 59.

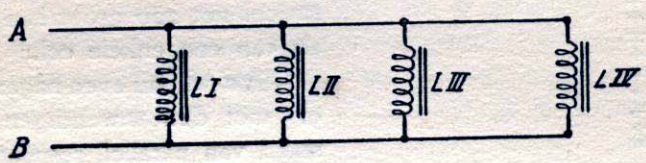


Fig 59.

Kortheidshalve laten wij hier geen cijfervoorbeeld met berekening volgen.

Voor serisechakeling: L totaal = L I + L II + L III enz. (VI).

Een afbeelding van een serieschakeling is gegeven in fig 60.

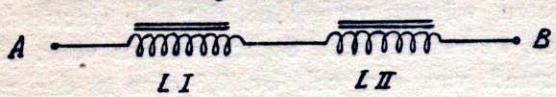


Fig 60.

Een gemengde parallelserie schakeling is ook mogelijk, doch komt in de praktijk zelden voor.

Parallel- en serieschakeling van batterijen.

Als wij b. v. 6 batterijen, van 1,5 volt elk met elkaar verbinden als in fig 61 is aangegeven, n. l. zoo, dat alle pluspolen met elkaar worden verbonden en alle minuspolen ook met elkaar, dan verkrijgen wij *parallelschakeling*.

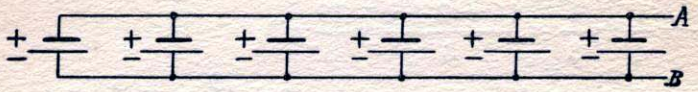


Fig. 61.

Tusschen de punten A B zal de *spanning* slechts 1,5 V bedragen, net als bij een enkele cel. Echter zullen 6 parallel geschakelde cellen 6 *maal grooteren* stroom kunnen leveren, dan een enkele cel.

Schakelen wij deze 6 cellen zoo, dat de pluspool van een batterij met de minuspool van een volgende batterij wordt verbonden enz, dan krijgen wij een *serieschakeling*, afgebeeld in fig 62.

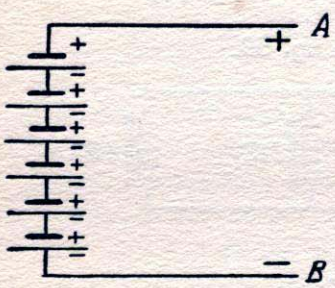


Fig 62

De spanning van deze combinatie zal 6 × 1,5 V bedragen of 9 volt, terwijl eventueel de af te geven *stroom* net zoo groot kan wezen, als van een enkele cel.

Als wij nu even nagaan, wat er met den inwendigen weerstand van parallel, respectievelijk seriegeschakelde batterijen gebeurt, dan zal het ons gemakkelijk te begrijpen zijn, waarom bij parallelschakeling de stroom grooter kan zijn dan bij serieschakeling.

Ten eerste moeten wij nog vermelden, dat elke electrische bron een inwendigen weerstand bezit. Stellen wij ons voor, dat de inwendige weerstand van een cel. bv. 0,3 ohm is, dan zal bij parallelschakeling van 6 cellen de totale inwendige weerstand van de combinatie volgens formule (I) zijn:

$$\frac{1}{R \text{ totaal}} = \frac{1}{0,3} + \frac{1}{0,3} + \frac{1}{0,3} + \frac{1}{0,3} + \frac{1}{0,3} + \frac{1}{0,3} = \frac{6}{0,3} \text{ of}$$

R totaal = 0,05 ohm, hetgeen 6 maal kleiner is dan de weerstand van een cel. Aangezien men van vroeger af heeft aangenomen, dat de gelijkstroom loopt in een gesloten keten van de pluspool via de keten naar de minpool en in de bron zelf van de minpool naar de pluspool, ondervindt de stroom in de bron zelf bij parallelschakeling kleineren weerstand, dan bij serieschakeling. Immers bij serieschakeling zal de totale inwendige weerstand van 6 cellen de som van de weerstanden van elke cel bedragen, zoodat volgens formule (II) R totaal = 0,3 + 0,3 + 0,3 + 0,3 + 0,3 + 0,3 = = 1.8 ohm, welke weerstand 6 maal grooter is dan de weerstand van een cel.

Heeft men b. v. een groot stroomverbruik, dan is het voordeelig om de batterijen parallel te schakelen, waardoor de inwendige weerstand *kleiner* en de af te geven stroom *grooter* wordt.

Heeft men een hooge spanning noodig, dan dient men de batterijen in serie te verbinden.

Parallel- en serieschakeling van accu's.

Deze schakelingen zijn gelijk aan die van batterijen, zoodat we volstaan met de korte vermelding hiervan. Men onthoude echter goed, dat zoowel bij schakelingen van batterijen, als bij die van accu's, men dient te zorgen, dat er *steeds hetzelfde aantal cellen* parallel met elkaar worden verbonden; bv. ééncelbatterij met ééncelbatterij of 4 voltsaccu met 4 voltsaccu en *nimmer* bv. 6 voltsbatterij parallel met 3 voltsbatterij of 6 voltsaccu met 4 voltsaccu.

Bij parallelschakeling van batterijen of accu's dient men dus steeds de groepen van dezelfde spanning met elkaar parallel te verbinden.

Bij serieschakeling is het onverschillig, welke aparte groepen met elkaar in serie worden verbonden, zoodat men er slechts op heeft te letten, dat de ongelijknamige polen met elkaar worden verbonden. Men kan ook gemengde parallelserieschakelingen toepassen, als men het bovenstaande maar in acht neemt. Ter toe-

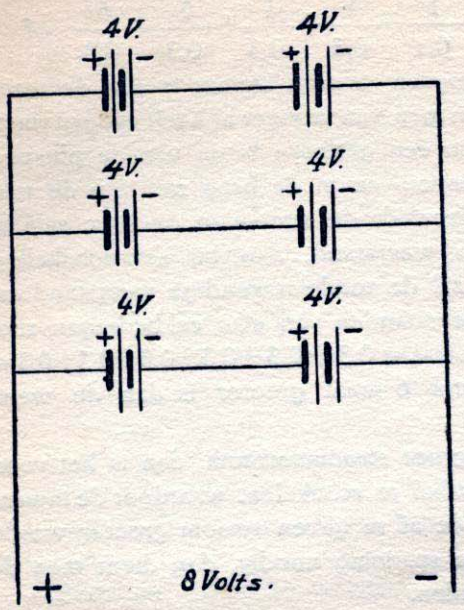


Fig. 63

lichting geven we in fig. 63 aan, hoe bv. 6 accu's van 4 volt in gemengde schakeling gebruikt worden om 8 volts spanning en drievoudige stroomsterkte te geven. Zooals fig 63 te zien geeft, zijn hier 3 groepen gemaakt, elk bestaande uit twee 4 voltsaccu's *in serie*, zoodat men 8 voltspanning verkrijgt. Daarna zijn deze 3 groepen met elkaar parallel verbonden, waardoor men drievoudigen stroom kan afnemen.

Gebruik van volt- en ampèremeters (repectievelijk milliampèremeters).

Voor het meten van *spanning* gebruikt men spanningmeters, die gewoonlijk *voltmeters* worden genoemd, voor het meten van *stroom* gebruikt men stroom- of *ampère-* (respectievelijk *milliampère-*) *meters.*) Er zijn verschillende systemen meters, gebouwd op statische, magnetische, dynamische en calorische principes, (onder calorische principe verstaat men het warmte of thermoelectrische principe,) Wat men hoofdzakelijk moet weten is, dat er meters zijn *voor wisselstroom* en *voor gelijkstroom.* De eersten kunnen zoowel voor wisselstroom als voor gelijkstroom gebruikt worden, terwijl de tweeden slechts voor gelijkstroom dienst kunnen doen.

Een *voltmeter* wordt altijd *parallel* op de electrische bron aangesloten, zooals fig 64 te zien geeft. Bij gebruik van wisselstroommeters is het onverschillig, op welk der klemmen van den voltmeter de plus- of de minpool van de bron wordt aangesloten, doch bij gebruik van gelijkstroometers moet men de *pluskl*em van den voltmeter met de *pluspool* van de

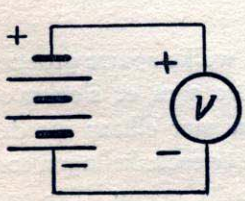


Fig 64.

bron, en de *minklem* van den voltmeter met *de minpool* van de bron verbinden. Anders slaat de wijzer terug en kan de meter beschadigd worden.

Een *ampère-* (respectievelijk *milliampèremeter-*) wordt altijd *slechts in serie* met den verbruiker geschakeld, zooals in fig. 65 is aangegeven.

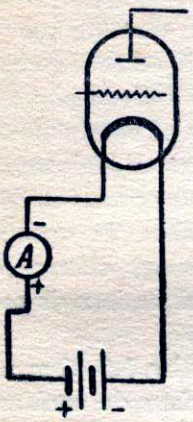


Fig 65.

Evenals bij voltmeters moet men er bij gebruik van gelijkstroom-ampèremeters op letten, dat *de pluspool van de bron* op *de plusklem* van den ampèremeter wordt aangesloten, terwijl de *minklem* van den ampèremeter *via den verbruiker* (dus in serie met den verbruiker) met de *minpool* van de bron wordt verbonden.

Men onthoude bovengegeven wenken voor het gebruik van de meters. Een verkeerde behandeling kan tengevolge hebben, dat meters beschadigd, ja zelfs vernield worden, dat men kortsluitingen van accu's, batterijen of plaatspanningapparaten veroorzaakt en dat men deze dan beschadigt. Dit alles brengt minder aangename financieele lasten mede.

HOOFDSTUK VIII.

Behandeling van een ontvangtoestel en toebehooren. Het inschakelen.

Nadat het toestel en het plaatspanningapparaat gemonteerd zijn en men zich nogmaals overtuigd heeft, dat er geen losse of onjuiste verbindingen aanwezig zijn plaatst men de bijbehoorende lampen en spoelen in de lampvoetjes, respectievelijk spoelhouders of busjes, en sluit men de snoeren van de plus en de minaccu aan op de overeenkomstige klemmen of aansluitbouten van het toestel. Hierna worden de verbindingen middels snoeren tusschen de aftakkingen van het plaatspanningapparaat en die van de roosterbatterij (respectievelijk roosteraftakkingen op het plaatspanningapparaat met negatieve roosterspanning) eenerzijds en de overeenkomstige klemmen van het toestel anderzijds tot stand gebracht.

De „*aarde*"verbinding, liefst van vrij dik draad bv. 1,5—2 m.m. ϕ, moet van tevoren aangebracht worden tusschen de *minklem* van accu en de waterleidingbuis. Nog beter is een verbinding met een van de koperen kranen, na deze goed geschuurd te hebben, middels een overal in den handel verkrijgbare aardingspijpklem. (Heeft men geen waterleiding in huis, dan kan men een *koperen* pijp van 2—4 meter lengte in den grond slaan en het bovenste uiteinde als „aarde" gebruiken).

Thans worden de andere uiteinden van de plus en de minusaccusnoeren op de plusklem, resp. de minusklem van de accu aangesloten, zoodat daardoor de gloeistroom wordt ingeschakeld.

Pas hierna mag men het plaatspanningapparaat middels een 2-aderigsnoer en een 2-poligen steker op het stopcontact van het plaatselijk verlichtingsnet aansluiten. Het toestel is nu ingeschakeld en gereed voor gebruik.

Het uitschakelen van het toestel geschiedt als volgt: Eerst wordt de 2-polige steker van het plaatspanningapparaat uit het stopcontact van het verlichtingsnet getrokken. Hierdoor worden de plaatspanningen (bij plaatspanningapparaat met negatieve roosterspanningen ook de roosterspanningen) uitgeschakeld. (Bij gebruik van roosterbatterij behoeft men de roosterverbindingen niet te verbreken, omdat er toch geen roosterstroomen loopen). *Pas*

na het uittrekken van de 2-polige steker, dus na het uitschakelen van het plaatspanningapparaat, wordt de verbinding op *de pluspool (of klem) van de accu* weggenomen, (niet op de plus 4 voltsaccuklem op het toestel) waardoor ook de gloeistroom wordt uitgeschakeld. De minaccu en „aarde"verbindingen, alsook alle andere verbindingen, behoeven niet te worden verbroken. Om in het kort te resumeeren:

inschakelen — eerst de plusaccusnoer op de plusklem van de accu zelve en *daarna* het plaatspanningapparaat;

uitschakelen — eerst plaatspanningapparaat en *daarna* het plusaccusnoer van de plusklem der accu wegnemen.

Beproeven van het toestel.

Nadat het toestel voor het eerst is ingeschakeld, moet men probeeren of het goed werkt c.q. geschikt is voor de ontvangst op het geheele golfbereik van 12 tot 100 meter.

Het eerste, wat men bij het probeeren doen moet, is het meten van het stroomverbruik van elke der drie ontvanglampen om zich te overtuigen, dat elke lamp een normale anodestroom verbruikt. Hiervoor schakelt men een milliampèremeter in tusschen de anodeklem van elk lampvoetje en de uitgangsklem van elk in verbinding met de anodeklem staand onderdeel, n.l. voor het meten van den anodestroom van de detectorlamp — tusschen de anodeklem van de detectorlamp en het hoogfreguente smoorspoeltje (H F Sms — fig. 39 en 41); voor het meten van den anodestroom van de 1ste laagfrequentversterkerlamp — tusschen de anodeklem van deze lamp en uitgangsklem van den laagfrequenttransformator Tr II (klem 0 van de primaire van den transformator Tr II — fig. 39 en 41) en voor het meten van den anodestroom van de laatste lamp — tusschen de anodeklem van deze lamp en de uitgangsklem van de laagfrequentsmoorspoel (LF Sms — fig. 39 of „plate" klem — fig. 41) c. q. uitgangstransformator. Tijdens deze metingen wordt de overeenkomstige verbindingsdraad vervangen door den milliampèremeter, waarvan de plusklem op de uitgangsklem van het aan de lamp voorgaande onderdeel, in casu, HF Sms, Transformator Tr II of LF Sms c.q. uitgangstransformator, wordt aangesloten en de minklem met de anodeklem van de te meten lamp wordt verbonden. Is de meting verricht, dan moet de verbindingsdraad opnieuw op de oude plaats aangebracht worden. Alle drie metingen kunnen met één

milliampèremeter achtereenvolgens worden verricht, bv. eerst bij de detectorlamp, hierna bij de 1ste laagfrequentversterkerlamp en daarna bij de eindlamp. Om fouten te voorkomen *mag men niet* een of andere lamp tijdens de meting uitschakelen, bv. door haar uit het lampvoetje te trekken. Wijzen de aflezingen op den milliampèremeter voor elke lamp een normaal stroomverbruik, dan is alles in orde. Hebben we bv. de aanwijzing van den anodestroom voor de eerste laagfrequentversterkerlamp A 415 (als in fig. 39) groot 5 mA, dan zien we, dat het stroomverbruik te hoog is, en we moeten dus de negatieve roostervoorspanning van deze lamp iets grooter nemen, totdat we een aflezing van ca. 3 — 3½ mA anodestroom op den milliampèremeter waarnemen.

Bij toestellen, zooals schematisch afgebeeld in fig. 39 en 41, is de variabele roostercondensator groot 300 $\mu\mu$F. (ca. 300 cm.), waarbij voor bovengenoemd golflengtebereik van 12 tot 100 meters een stel spoelen van 7 stuks noodig is, nl. van 2, 3, 4, 6, 8, 10 en 12 windingen. We raden aan, de spoelen te gebruiken volgens onderstaande tabel.

golflengte in meters	Antenne-spoel	Rooster-spoel	Terugkoppel-spoel.
12 — 22	4	2	3
	3	2	4
14 — 29	2	3	4
	4	3	2
16 — 34	3	4	2
21 — 45	4	6	3
26 — 67	6	8	4 of 3
34 — 78	8	10	6 of 4
42 — 100	10	12	8 of 6 of 4.

Het verder probeeren bestaat hoofdzakelijk in het beproeven van de mogelijkheid om bij al deze spoelencombinaties de detectorlamp gemakkelijk „in en uit genereeren" te doen overgaan bij elken willekeurigen stand van den variabelen roostercondensator C 1 in fig. 39 en 41. De stand van den variabelen terugkoppelcondensator C 2 (fig. 39) of de stand van de draaibare terugkoppelspoel L 3 (fig. 41) doet weinig ter zake, omdat slechts de roosterkring van de detectorlamp op een bepaalde golflengte zuiver afgestemd moet worden.

Men plaatst bv. eerst spoelen 3, 2 en 4 in de houders van de antenne-, resp. rooster- en terugkoppelspoel. De antenne-spoel 3

in de bussen, gemerkt AA op het werkschema bijlage I, of onder ca. 45 graden hoek ten opzichte van de roosterspoel bij het toestel als in fig. 41. De variabele roostercondensator zet men uit, evenals de variabele terugkoppelcondensator C 2 fig. 39, of wat fig. 41 betreft de variabele terugkoppelspoel onder ca. 45 graden hoek ten opzichte van de roosterspoel.

Genereert de detectorlamp niet, dan hoort men niets in de koptelefoon, behalve een licht zoemtoontje van het plaatspanningapparaat, ook niet als men een vinger nat maakt en op de roosterspoel tikt. Genereert de detectorlamp wel, dan hoort men een zacht ruischend geluid en bij het tikken met een natten vinger op de roosterspoel een flinken klik in de telefoon. Wanneer de detector lamp niet genereert, dan moeten we de terugkoppeling vaster maken om haar tot genereeren te brengen. Dit geschiedt òf door het indraaien van den variabelen terugkoppelcondensator C 2 (fig. 39), òf door de variabele terugkoppelspoel L 3 (fig. 41) vaster te koppelen. Bij overgang in genereeren zal men dan een tik in de telefoon hooren. Deze tik of klik mag niet te hard zijn, of als een klap luiden. Hiertoe moet men den arm van den potentiometer op den gunstigsten stand instellen, zoodat de klik vrij zacht te hooren is. Bij gebruik van de aanbevolen lekweerstand W groot 0,3 — 0,5 megohm, zal de potentiometerarm doorgaans op ca $^1/_4$ cirkel van de minaccu-aansluiting van den potentiometer zijn. Gaat de detectorlamp gemakkelijk tot genereeren over bij den stand van den variabelen roostercondensator „uit" (op de knopschaal noemen we dezen stand O [nul]), dan probeeren we den roostercondensator in te draaien en telkens bij het afslaan (uit genereeren gaan) vàn de detectorlamp de terugkoppeling bij te regelen, totdat we over de heele knopschaal van den variabelen roostercondensator het „in en uit genereeren" gemakkelijk kunnen verkrijgen.

Als men het ruischen van het genereeren niet hoort, overtuigt men zich door toepassing van de „natte vingermethode" of de detectorlamp genereert, anders kan men door te sterke terugkoppeling de reeds eerder vermelde krijschende en gillende tonen te hooren krijgen.

Mocht men onverhoopt bij den roostercondensatorstand nul en terugkoppelcondensatorstand nul (resp. zeer losse koppeling van de spoel L 3 — fig. 41) ervaren, dat het toestel reeds genereert, dan moet men de terugkoppeling nog losser maken, d.w.z.

de terugkoppelspoel kleiner nemen, en ook de koppeling van antenne vaster maken of de antennespoel grooter nemen, bv. antennespoel 4 en terugkoppelspoel 3.

Evenals met spoelen 3 — 2 — 4 probeert men het toestel met alle spoelencombinaties, als aangegeven in onze tabel op blz. 100.

Als de detectorlamp bij al deze combinaties en willekeurige standen van den variabelen roostercondensator C 1 gemakkelijk „in en uit genereeren" kan worden gebracht, dan is het toestel in orde.

Men zal nu tevens ervaren, dat de mate van antennekoppeling een zekeren invloed uitoefent op het genereeren van de detectorlamp, nl. zij genereert des te gemakkelijker naar mate de antennekoppeling losser is.

Men moet echter niet vergeten, dat de antenne en de roosterspoel tezamen niets anders zijn dan een hoogfrequenttransformator en hoe losser de koppeling is, des te zwakker de inductieve overdracht is. Anderzijds zal men, bij bespreking van selectiviteit in dit hoofdstuk, zien, dat losse antennekoppeling de selectiviteit verhoogt. De gulden middenweg is als altijd de beste, dus niet te vaste en niet te losse antennekoppeling.

Het kan soms voorkomen, dat men de terugkoppelspoel grooter moet nemen, dan in onze tabel aangegeven is, om het genereeren plaats te doen vinden. Hiertegen bestaat geen bezwaar en men behoeft zich daarover geen zorgen te maken.

Het afstemmen van het toestel.

Onder het afstemmen van een toestel, zooals in fig. 39 of 41 is afgebeeld, verstaat men een zoodanige inregeling van den roosterkring van de detectorlamp, dat deze kring in *resonantie* komt met de frequentie van de in onze antenne en antennespoel door de hoogfrequente trillingen opgewekten hoogfrequenten wisselstroom.

Het inregelen van den roosterkring geschiedt door het draaien van den variabelen roostercondensator (C 1 - fig. 39 en 41), alsook door het verwisselen van de roosterspoel, overeenkomstig haar golflengtebereik, of m. a. w. overeenkomstig haar frequentiebereik welke laatste gelijk is aan $\frac{300.000.000}{\text{golflengtebereik, uitgedrukt in meters.}}$

Als een kring in *resonantie* is met de frequentie van een bepaalden wisselstroom, dan beteekent dit, dat de stroom en de spanning van dezen bepaalden wisselstroom in dezen kring tegelijkertijd hun maximale, respectievelijk minimale, waarden be-

reiken, of technisch uitgedrukt, dat de stroomen *in phase niet verschoven zijn*. In een kring of een keten, bestaande uit in serie geschakelde zelfinductie en capaciteit, die tezamen de z. g. reactantie voor den wisselstroom vormen (zie hoofdstuk I) kan de resonantie verkregen worden, als de werking van de inductieve hoedanigheid van den wisselstroomweerstand opgeheven wordt door de werking van de capacitieve hoedanigheid van dezen weerstand.

Volgens formule voor den wisselstroomweerstand zal de resonantie plaats vinden, wanneer $2\,\pi\,N\,L = \frac{1}{2\,\pi N\,C}$, waardoor de reactantie uitdrukking

$\left(2\,\pi\,N\,L - \frac{1}{2\,\pi\,N\,C}\right)^2 = 0$ wordt.

De roosterkring van de detectorlamp bij een toestel, zooals afgebeeld in fig. 39 en 41, bestaat ook uit zelfinductie L 2 en capaciteit C 1. De zelfinductie L 2 en de capaciteit C 1 zijn in deze figuren parallel op elkaar geschakeld, doch *ten opzichte van de* in den door haar gevormden kring *geinduceerde rondgaande stroomen in serie*, zoodat bij $2\,\pi\,N\,L = \frac{1}{2\,\pi\,N\,C}$ de weerstand van dezen kring voor de geinduceerde stroomen zeer kleine ohmsche waarde heeft, waardoor de stroomsterkte de grootst mogelijke waarde bereikt. De zelfinductie is trapsgewijze veranderbaar door het verwisselen van de spoelen, de capaciteit is veranderbaar door het draaien van de z. g. losse platen, zoodat we het inregelen van den roosterkring in de hand hebben.

Het zoeken en afstemmen op een bepaald station.

Als men de zendtijden en de golflengte van een bepaald ter plaatse hoorbaar station weet, dan is het voor de eerste keer zoeken en afstemmen van een ontvangtoestel op dit station vrij eenvoudig.

Veronderstel, dat men wil gaan luisteren naar de uitzending van den zender der Bandoengsche Radiovereeniging, de P. M. Y, werkende op een golflengte van 58 meter. Volgens onze tabel op blz. 100 kan men bij toestellen (voorgesteld in fig. 39 en 41), uitgerust met variabele roostercondensatoren van 300 $\mu\,\mu$ F (ca. 300 c. m.) bv. de spoelencombinatie 8-10-4 gebruiken. (De antennespoel 8, — roosterspoel 10 en terugkoppelspoel 4). Men brengt de detectorlamp **even** in genereeren en draait vervolgens

de knop van den variabelen roostercondensator van den stand nul naar 180 toe, totdat men in de telefoon of den luidspreker een geluid hoort, dat gelijkt op het harde tjilpen van vogels. De stand van den variabelen roostercondensator, waar het getjilp vrij hard te hooren is, geeft ons aan, dat hierop een thans werkend station is af te stemmen. Zooals reeds gezegd *mag men een telefoniestation niet genereerend* ontvangen, zoodat we na het hooren van het getjilp, de terugkoppeling zóóveel losser moeten maken, dat de detectorlamp afslaat. (Bij het gebruik van Pye variabelen condensator van 300 $\mu\mu$F met bijbehoorende knopschaal, voorzien van 180 strepen, zal de stand van den variabelen roostercondensator (met roosterspoel 10) bij afstemming op PMY *ongeveer 80 zijn*), Is de detectorlamp uit genereeren gebracht, dan hoort men dadelijk de modulatie van den zender, nl. muziek of spraak. Nu moeten we nog probeeren of door het draaien van den knop van den roostercondensator het geluid harder wordt, ook of door de terugkoppeling een beetje vaster te maken, hetzelfde wordt waargenomen. Is dit het geval, dan is alles klaar, en behoeven we verder niets te doen, dan met genoegen te luisteren.

Iemand die voor het eerst een toestel bedient, zal wellicht nog iets anders overkomen, nl. dat na de terugkoppeling losser gemaakt te hebben hij het station geheel niet meer hoort m. a. w. verloren heeft. Zoo erg is dat niet en het euvel is ook dadelijk te herstellen door de terugkoppeling, die allicht te ver van den rand van genereeren is geraakt, weer iets vaster te maken. Vooral moet men hierbij langzaam te werk gaan, opdat de detectorlamp niet opnieuw in genereeren overgaat. Woont men te Bandoeng, dan zal het eerste afstemmen zeer meevallen, woont men buiten Bandoeng, dan zal het afstemmen (op P. M .Y.) na eenige ervaring ook wel meevallen. Het Fransche spreekwoord — „En forgeant on devient forgeron" —, of in het Hollandsch „al doende leert men" geldt hier zeker ten volle.

Wij willen hieraan nog toevoegen, dat door de antennekoppeling te veranderen, men evengoed dichterbij of verderaf (losser — vaster antennekoppeling) van den rand van genereeren kan komen. Wel zal hierdoor echter noodzakelijk worden den stand van den variabelen roostercondensator even bij te regelen. Om het zoeken van de stations te vergemakkelijken geven we hieronder een staatje van de standen van den variabelen roostercondensator van 300 $\mu\mu$F met een knopschaal van 180 graden bij gebruik van

de aangegeven spoelencombinaties :

golflengte in meters	Naam en plaats van den zender	Spoelen Antenne-	Rooster-	Terug-koppel	Benaderende stand van den roosterconden-sator
14,56	P. M. B. Malabar	4	3	2	22 graden
15,93	P. L. E. Bandoeng	4	3	2	32 ,,
16,3	P. C. K. Kootwijk	4	3	2	36 ,,
40,92	Protestantsche Kerk, Bandoeng	6	8	3	45 ,,
49.	Saigon	6	8	4	80 ,,
58.	P. M. Y. Bandoeng	8	10	4	80 ,,
		6	8	4	110 ,,
75.	P. K. I. A. A. Batavia	10	12	6	90 ,,
		8	10	4	130 ,,

Als men reeds eenmaal op een station heeft afgestemd doet men het best, den stand van den variabelen roosterconden-sator en dien van de spoelencombinatie te noteeren. Dit maakt het mogelijk een volgende keer het zoeken tot een minimum terug te brengen. Ook kan men dan ongeveer schatten, op welken stand van den variabelen roostercondensator, een ander nog niet genoteerd station te vinden is.

Selectiviteit en sterkte van ontvangst.

Onder selectiviteit verstaat men bij ontvangtoestellen de storingsvrijheid, dwz. de eigenschap van afstembare kringen om op een willekeurigen zender af te kunnen stemmen, zonder dat men gehinderd wordt door andere zenders, wier golflengten weinig van de golflengte van den te ontvangen zender verschillen.

Zooals we in hoofdstuk V hebben gezien, heeft elk van de daarin beschreven toestellen een onafgestemde antennekring, bestaande uit spoel L I (fig. 39 en 41) en een afstembare roosterkring, bestaande uit spoel L 2 en een variabelen condensator C 1.

Wil ons toestel selectief werken, dan moet onze roosterkring selectief zijn.

Theoretisch en practisch is gebleken, dat grootere selectiviteit wordt bereikt, indien men een afstembare kring gebruikt, bestaande uit een kleine zelfinductie en een groote capaciteit.

Een grootere sterkte van de ontvangst wordt daarentegen verkregen door een afstembaren kring te gebruiken, bestaande uit een groote zelfinductie en een kleine capaciteit.

Deze twee voorwaarden zijn tegenovergestelden.

Bij het bouwen van een toestel bevelen we aan, den middenweg te bewandelen, nl. het toestel vrij selectief te maken en ook de sterkte van de ontvangst zoo mogelijk op te voeren. Dit kan bereikt worden door verwisselbare spoelen te gebruiken en door het kiezen van een niet te grooten en niet te kleinen variabelen roostercondensator bv. 200-250-300 $\mu\mu$F.

Dit zijn de gemiddelde waarden van de gebruikelijke condensatoren tusschen 100 en 500 $\mu\mu$F.

Volgens onze tabel op blz. 100 kunnen we op een station, werkende op een golflengte van bv. 50 meter, afstemmen, door gebruik te maken van de spoelencombinaties:

a) 6-8-3, b) 8-10-4 en c) 10-12-6, terwijl volgens het staatje gegeven in hoofdstuk II, bij gebruik van denzelfden draaibaren condensator van 300 $\mu\mu$F kunnen we ook spoelen 5, 6 en 15 als roosterspoel gebruiken. We nemen echter terwille van de selectiviteit en de sterkte der ontvangst de spoelen 8, 10 en 12 als roosterspoel, waardoor we niet te kleine en niet te groote zelfinductie-waarden gebruiken.

Hierdoor zijn we in staat de ongeveere middenwaarde van zelfinductie en capaciteit bij 't afstemmen te bezigen, waardoor een juiste verhouding tusschen de maximale selectiviteit en de maximale sterkte van de ontvangst tot stand wordt gebracht.

Om te voorkomen, dat de zenders elkaar hinderen door het zenden op golflengten, die weinig van elkander verschillen, is bij internationale overeenkomst bepaald, dat de frequenties van alle zenders minstens 5000 perioden van elkaar moeten verschillen.

(1000 perioden noemt men 1 kilo periode of in 't Engelsch 1 kilocycle en in 't Duitsch 1 kilo-Hertz).

Door deze bepaling is het mogelijk geworden elk telegrafiestation ongehinderd te ontvangen.

Daar de frequentie gelijk is aan — $\frac{300\,000\,000}{\text{golflengte uitgedrukt in meters,}}$

is het golflengteverschil op kortere golflengten bij een frequentieverschil van bv. 10000 veel kleiner dan bij grootere golflengten.

Bv. komt een golflengte van 15 meter overeen met de

frequentie van 20.000.000 perioden;

14,99 meter — met een frequentie van ca 20,010.000 perioden;
150,0 meter — „ „ „ „ — 2.000.000 „ ;
149,05 meter — „ „ „ „ ca 2.010.000 „ ;
600 meter — „ „ „ „ — 500.000 „ ;
588,24 meter — „ „ „ „ ca 510.000 „ ;

Het vastgestelde verschil in frequentie van minstens 5 kiloperioden voldoet slechts voor de telegrafie-ontvangst. Voor omroeptelefonie is dit verschil helaas onvoldoende. Een afdoende regeling van het toelaatbare frequentieverschil voor omroeptelefonie is nog niet tot stand gekomen.

Onderhoud van accu's.

De in den handel verkrijgbare accu's zijn gewoonlijk nog niet opgeladen en met electrolyt gevuld.

Schaft men zich een accu aan, die nog niet gevuld en opgeladen is, dan dient men bij het vullen en opladen de voorschriften van de fabriek nauwkeurig op te volgen.

De meest gebruikelijke „Varta" 4 volt-accu type DL I heeft een capaciteit van 12 ampèreuren bij een ontlaadstroom van 1,2 ampère of van 27 ampèreuren bij een ontlaadstroom van 0,5 ampère. Deze accu wordt voor het eerst gevuld met verdund zwavelzuur van een soortelijk gewicht van 1,24 (of 28 Baumé). Het voor accu's te gebruiken zwavelzuur moet absoluut zuiver zijn en *geen* metaalzouten of salpeter, chloor of arsenicum bevatten.

Verdunning mag alleen met zuiver gedistilleerd water geschieden.

Men neemt eene hoeveelheid gedistilleerd water, waaraan men *voorzichtig* en bij beetjes onverdund zwavelzuur, dat een soortelijk gewicht heeft van ca. 1,8, toevoegt. Om de gebruikelijke verdunning tot een soortelijk gewicht van ca. 1,24 te verkrijgen, is een mengsel noodig van 1 deel zuur bij 3½ deel water. Met zwavelzuur moet men *voorzichtig* zijn, ten eerste omdat men door spatten brandwonden kan oploopen, de oogen beschadigen enz., en ten tweede omdat zelfs verdunde zwavelzuur kleeren beschadigt.

Door toevoeging van zwavelzuur wordt het mengsel zeer warm en men moet met de vulling wachten tot het mengsel minstens lauwwarm is geworden.

De accu moet dan zoodanig gevuld worden, dat de platen minstens 1 c. m. onder het niveau van het electrolyt staan. Na het vullen moet men de accu met een daartoe geschikte gelijkrichter, die den maximalen, door de fabriek opgegeven, laadstroom, (voor Vartaaccu type DL I - 1,2 ampère) *niet overschrijdt*, laden, totdat het electrolyt in de cellen begint te koken, dwz. totdat de zich ontwikkelende gassen beginnen te ontwijken. Bij de lading *moet men altijd de pluspool van den gelijkrichter met de pluspool van de accu en de minpool van den gelijkrichter met de minpool van de accu* verbinden. Men mag nimmer andersom te werk gaan. Bij de eerste lading moet men de accu minstens zijn volle capaciteit in ampèreuren toedienen. (Voor Vartaaccu type DL I is dat minstens 27 ampèreuren, zoodat bij een laadstroom van 1,2 ampère men minstens 22,5 uur onafgebroken moet laden). Tegen het einde der lading zullen de gassen in de cellen zich flink ontwikkelen en zal de spanning per cel ca 2,6 — 2,7 volt bedragen.

Als men den laadstroom uitschakelt, dan zal de spanning dadelijk tot ca. 2,2 volt per cel dalen en bij het begin der ontlading tot 2 volt per cel, om vervolgens langzaam tot 1,8 volt per cel terug te loopen. De juiste beoordeeling of de accu al dan niet geladen is bestaat uit een tweevoudige meting, nl. die van de zuurdichtheid en die van de spanning per cel. Tijdens de lading stijgt het soortelijk gewicht van het electrolyt tenslotte tot ca.1,26, terwijl ook de spanning per cel tot 2,6 — 2,7 volt stijgt.

Bij ontlading daalt zoowel de zuurdichtheid, als de spanning. Men mag de accu nimmer zoo lang ontladen, dat het soortelijk gewicht van het electrolyt beneden 1,2 daalt, of de spanning beneden 1,8 V. per cel. Is dit punt bereikt, dan moet men de accu opnieuw laden.

Wat de opstelling en verdere behandeling van de accu betreft, diene het volgende:

Men plaatse de accu op een droge geteerde houten plank of beneden in het radioontvangkastje en houde de accubak schoon en droog, en zoo mogelijk ook stofvrij.

Tijdens de lading dient men aan de gassen gelegenheid te geven gemakkelijk te ontwijken.

Zorg ervoor, dat de platen *steeds* geheel onderdompeld zijn, door nu en dan met gedistilleerd water bij te vullen, maar vooral,

dat de plus en de minpool nimmer met elkaar in contact komen.

Al wordt een geladen accu niet gebruikt verliest zij toch, zij het vrij langzaam, haar lading, zoodat men genoodzaakt is, kleine accu's die ongebruikt mochten staan, minstens eens om de 2 maanden op te laden. Anders zou de accu bederven.

Algemeene opmerkingen.

Het spreekt van zelf, dat men een ontvangtoestel met al zijn toebehooren niet te ruw mag behandelen bv. door het te stooten, laten vallen enz.

Verder houde men alles *goed droog, schoon* en zoo mogelijk *stofvrij*, want vocht, vuil en stof zijn vijanden van electrische apparaten en zij zijn de oorzaken van de meest uiteenloopende storingen.

Voor de eerst beginnende luisteraars wordt er nadrukkelijk opgewezen, dat men *nimmer* de roosterspanningen mag veranderen met ingeschakeld plaatspanningapparaat.

Wil men de roosterspanningen wijzigen, dan dient men *eerst* het plaatspanningapparaat uit te schakelen en pas daarna deze spanningen te veranderen.

HOOFDSTUK IX

Storingen bij de ontvangst en storingen in het toestel of de toebehooren.

Luchtstoringen. Deze uiten zich in meer of minder hevig gekraak of hinderlijk geruisch, zoodra men, na het inschakelen van het toestel, zijn antenne op het toestel aansluit. De oorzaak van de luchtstoringen is hoofdzakelijk te vinden in ontlading der in de lucht aanwezige statische electriciteit. Tegen de luchtstoringen kan men bijna niets doen, vooral wanneer het station, dat men ontvangt, vrij zwak is. Is het vrij sterk, dan kan men de antennekoppeling, wat losser maken, wat een geringe verbetering der ontvangst oplevert. In ieder geval blijven de luchtstoringen zeer onaangenaam en hiertegen zijn nog geen afdoende middelen bekend.

Het is opmerkelijk, dat de luchtstoringen in de tropen zeer hevig zijn bij de ontvangst van stations, wier golflengten tusschen de 60 — 100 meters zijn gelegen (of nog hooger). Beneden de 60 meters golflengte zijn de luchtstoringen minder hevig, ofschoon zij ook hier hinderlijk kunnen zijn.

Heel dikwijls doen zich kraakverschijnselen voor, die veel overeenkomst met de luchtstoringen vertoonen, doch die een andere oorzaak hebben.

Vonken van electrische schellen, electromotoren, electriseerapparaten, haardrogers, stofzuigers, dynamo's van auto's en motorfietsen enz. kunnen het gekraak veroorzaken. In Europa begint men hier en daar zelfs van overheidswege het gebruik van storingveroorzakende electrische toestellen te verbieden. Hier in Indië, waar men niet zoo dicht op elkaar staande huizen heeft en waar ook het gebruik van diverse electrische toestellen procentsgewijze veel kleiner is, merkt men van deze storingen vrij weinig.

Fading. Fading, in het Hollandsch — sluiereffect, is een eigenaardig verschijnsel en uit zich als volgt:

De sterkte van het geluid van de ontvangst van een of ander zendstation, dat b. v. vrij goed was, daalt plotseling of langzaam, soms zoodanig, dat men niets meer hoort, om daarna opnieuw van zelf te stijgen, zonder dat men in de afstemming van het toestel iets verandert. Bij de ontvangst van plaatselijke zenders

heeft men gewoonlijk geen last van fading, bij de ontvangst van buiten de woonplaats van den luisteraar gelegen zendstations komt fading vrij dikwijls voor.

De oorzaken van fading worden toegeschreven aan de verschillende toestanden van de z. g. „**Heaviside**" laag. Men veronderstelt, dat er om den aardbol heen een zekere geleidende laag is, die de zich naar alle richtingen voortplantende radiogolven naar den aardbol terugkaatst. De theorie van de Heavisidelaag is uitgedacht door den Amerikaanschen amateur O. Heaviside in het jaar 1902. Fading is een plaatselijk verschijnsel. Men tracht daarom fading tegen te gaan door het gebruik van meerdere in verschillende richtingen gespannen antennes, die aangesloten worden op aparte ontvangtoestellen. Deze middelen staan den luisteraar niet ter beschikking; zij zijn n. l. te duur. Er zijn nog andere antifadingmiddelen, die echter voor den luisteraar bijna niet toe te passen zijn, zoodat de luisteraar tegen de fading zoo goed als niets kan doen.

Storingen van naburige zenders.

Als men dicht bij een zendstation woont, dan ondervindt men er ook hinder van bij de ontvangst van andere zenders zelfs bij zeer groote golflengteverschillen.

Oorzaak hiervan is een te sterk magnetisch en electrostatisch veld, dat door de in bedrijf zijnde zenderantenne wordt opgewekt, alsook het aanwezig zijn van frequentieharmonischen bij elken zender.

Onder deze laatsten verstaat men frequenties tot het tweevoud, drievoud enz. van de grondfrequentie van den wisselstroom, waarmede de antenne wordt gevoed.

Heeft men b.v. een zender van 80 meter golflengte, waarbij dus de antenne gevoed wordt met wisselstroom van een frequentie van 3750.000 of 3750 kiloperioden, dan zal de tweede harmonische een frequentie hebben van 7500 kiloperioden en dezelfde zender zal voor dichtbij wonenden hoorbaar kunnen zijn op 40 meter golflengte, alsook op de 3de harmonische van 11250 kiloperioden, overeenkomende met ca. 26,67 meter golflengte en op de 4de harmonische van 15000 kiloperioden, overeenkomende met 20 meter golflengte. Niet alle harmonischen zijn even sterk.

Aangezien de dichtbij gelegen zender dikwijls de ontvangst

van andere zenders stoort, lijkt het ons niet ondienstig den lezer een vrij eenvoudig middel er tegen aan de hand te doen, welk middel, al is het niet absoluut afdoende, toch hulp kan verschaffen.

Hiertoe gebruikt men een z.g. „Zeefkring", zooals schematisch afgebeeld in fig. 66.

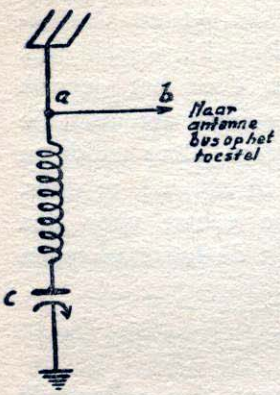


Fig 66.

Deze zeefkring bestaat uit een zelfinductiespoel L en een draaibaren condensator C, waarvan de losse platen op „aarde" zijn aangesloten, zulks ter vermijding van handeffect.

De zeefkring staat dus parallel op de antennespoel van het toestel en wordt op de *stoorgolf* afgestemd. Hierdoor wordt de wisselstroomweerstand van den zeefkring voor de stoorgolf bijna nul gemaakt en krijgt het toestel bijna geen spanningen van de stoorgolf. Voor andere golven biedt deze op de stoorgolf afgestemde zeefkring nogal vrij aanzienlijken wisselstroomweerstand, waardoor de spanningen dezer golven wel haar uitwerking uitoefenen op het toestel.

Welke uitwisselbare spoel en welke condensatorstand het meest voldoen, zal men proefondervindelijk moeten bepalen. Hieronder geven we een benaderend staatje, welke spoelen men voor een bepaald stoorgolfbereik gebruiken kan.

Stoorgolven in meters	Uitwisselbare spoel in den zeefkring bij een draaibaren condensator van 300 $\mu\mu$ F.
12 — 22	2
14 — 29	3
16 — 45	4
21 — 67	6
26 — 78	8
34 — 94	10
42 — 112	12

Bij het gebruik van dezen zeefkring is men, evenals ter wille van de verhooging der selectiviteit, genoodzaakt vrij losse antennekoppeling toe te passen, anders is de werking van den zeefkring zeer ongunstig. De verbinding met het toestel, schematisch voorgesteld door de lijn „ab" in fig 66, dient zoo kort mogelijk gehouden te worden. Wil men bv. de stoorgolf van 50 meter wegwerken, dan zet men in den zeefkring spoel 8 of 10 en men begint den draaibaren condensator C (fig 66) langzaam te draaien tot men het geluid van den storenden zender bijna niet meer hoort, althans in den luidspreker. Na eenige ondervinding zal men deze methode gemakkelijk kunnen toepassen.

Storingen in het Toestel.

Deze zijn zeer verschillend van aard en het is ondoenlijk alle storingen te gaan beschrijven. De meest voorkomende storingen zijn hieronder vermeld met aanwijzingen voor het opheffen ervan.

Aard van de storing.

1) Detectorlamp genereert niet.

Vermoedelijke oorzaak.

Als er geen toevoerdraden stuk zijn, te lage detectorspanning, te kleine terugkoppelspoel, te vaste antennekoppeling, vochtige spoelen, defecte lamp, potentiometer stuk.

Hoe deze op te heffen.

Weerstand voor de aftakking van de spanning voor de detectorlamp eenige duizenden ohm kleiner nemen, terugkoppelspoel grooter nemen, antennekoppeling losser maken, spoelen goed uitdrogen, lamp vervangen, potentiometer vervangen.

Aard van de storing.

2) Detectorlamp genereert wel, doch de overgang geschiedt met een klap.

Vermoedelijke oorzaak.

Te hooge detectorspanning, te groote of slechte lekweerstand, verkeerde stand van potentiometerarm, defecte blokcondensator C 4 (fig. 39 en 41), potentiometer stuk.

Hoe deze op te heffen.

Weerstand voor de aftakking van de spanning voor de detectorlamp eenige duizenden ohms grooter nemen, lekweerstand kleiner nemen of vervangen, stand potentiometerarm regelen, blokcondensator vervangen, potentiometer vervangen.

Aard van de storing.

3) Gekraak in het toestel.

Vermoedelijke oorzaak.

Een van de toevoerdraden stuk, uitgeputte roosterbatterij, defect geraakte transformator, defect geraakte smoorspoel of uitgangstransformator, los zittende lamp (en).

Hoe deze op te heffen.

Toevoerdraad vernieuwen, roosterbatterij vernieuwen, transformator vervangen, smoorspoel of uitgangstransformator vervangen, lamppennen uitbuigen.

Aard van de storing.

4) Fluittoon, doorloopend of af en toe.

Vermoedelijke oorzaak.

Detectorlamp of 1ste laagfrequentversterkerlamp heeft z. g. microfonisch effect, afvlak of ontkoppelingscondensator in het plaatspanningapparaat defect geraakt.

Hoe deze op te heffen.

Desbetreffende lamp vervangen, condensator vervangen.

Aard van de storing.

5) Handeffect (bij benadering met de hand van een of andere knop op het toestel).

Vermoedelijke oorzaak.

Onvoldoende aardeverbinding, draaibare (losse) platen van variabele condensatoren inplaats van op „aarde" omgekeerd aangesloten.

Hoe deze op te heffen.

Aardeverbinding nazien en verbeteren.
Condensatoren op de juiste wijze (losse platen aan „aarde") monteeren.

Aard van de storing.

6) Geen geluid.

Vermoedelijke oorzaak.

Een of andere transformator of smoorspoel stuk, een of andere lamp stuk, toevoerdraad (draden) stuk, los contact in de lampvoetjes met lamppennen, accu uitgeput, plaatspanningapparaat defect.

Hoe deze op te heffen.

Desbetreffende transformator of smoorspoel vervangen, lamp vervangen, toevoerdraden vernieuwen, lamppennen schoonschuren en iets uitbuigen, accu opladen, plaatspanningapparaat nameten en zoo noodig herstellen.

Aard van de storing.

7) Gebrom in 't toestel.

Vermoedelijke oorzaak.

Verkeerde montage van anode en roosterleidingen op de laagfrequent transformatoren, afvlakcondensator(en) in het plaatspanningapparaat doorgeslagen.

Hoe deze op te heffen.

Monteeren op de juiste wijze, nl. de toevoer bij den ingang van de transformatorenwikkelingen en de uitgangen hiervan op de anode, resp. het rooster, van de lampen verbinden, afvlakcondensator (en) vervangen.

Aard van de storing.

8) Hinderlijke tonen bij aanraking van het toestel.

Vermoedelijke oorzaak.

Microfonische effecten van een of andere lamp, defecte snoeren.

Hoe deze op te heffen.

Toestel op rubberpootjes of vilt plaatsen, veerende lampvoetjes nazien, snoeren, die bij aanraking gekraak of geruisch veroorzaken, uitwisselen.

Bij de omschrijving van bovenvermelde storingen wordt verondersteld, dat men de aanwijzingen voor den bouw nauwkeurig volgens de bouwschema's heeft gevolgd. Bovendien hebben we gemeend er met nadruk op te moeten wijzen, dat *geen losse* verbindingen op moereinden, schroefjes etc. voorkomen en dat *de soldeeringen op koperen beslag* of anderszins *degelijk* dienen uitgevoerd te worden. Losse verbindingen of slechte soldeeringen zijn de grootste vijanden van elk electrisch apparaat en moeten zorgvuldig vermeden worden.

Bij gebruik van roosterbatterijen moet men deze batterijen om de drie maanden nameten, aangezien bij uitputting of vochtig worden de benoodigde roostervoorspanningen niet geleverd kunnen worden, waardoor het geluid vervormd kan worden, de lampen overbelast en de primaire wikkelingen van de transformatoren hierdoor defect kunnen raken.

Storingen in het Plaatspanningapparaat.

Deze zijn gedeeltelijk reeds bij toestelstoringen beschreven.

De andere meest voorkomende storingen zijn hieronder vermeld.

Aard van de storing	Vermoedelijke oorzaak	Hoe deze op te heffen
1) geen spanning.	Lamp defect, transformator doorgeslagen, smoorspoel doorgeslagen, kortsluiting in de draden.	Lamp vervangen, transformator vervangen, smoorspoel vernieuwen, kortsluiting wegnemen.
2) Onvoldoende spanning.	Lamp bijna uitgebrand, defect in den transfomator of de smoorspoel, bijna doorgeslagen condensator (en)	Lamp vervangen, transformator c.q. smoorspoel vernieuwen, condensator (en) vervangen.

3) Flink gebrom of gekraak.	Defect geraakte condensator (en), defect geraakte smoorspoel.	Condensator(en) vernieuwen, smoorspoel vervangen.

Ook hier moeten alle losse verbindingen en slechte soldeeringen zorgvuldig worden vermeden. De bouwschema's dienen eveneens nauwkeurig opgevolgd te worden, wil men een goede werking van een plaatspanningapparaat verkrijgen.

Nogmaals willen we uitdrukkelijk verklaren, dat niet alle storingen in een kort bestek omschreven kunnen worden. Is men geen techniker en bouwt men voor het eerst, dan is het aan te raden, om bij storingen, die men zelf niet in staat is op te zoeken en op te heffen, de hulp van een of andere radiofirma of van iemand, die eenige ervaring heeft opgedaan, in te roepen.

Radiohandel
KURT SCHLOSSER & Co.
Bragaweg 21 - Bandoeng - Telefoon 893

GÖRLER PLAATSTROOM-
TRANSFO's EN
SMOORSPOELEN

GÖRLER L. F. transfo's
Görler cuproxcellen en bijbeh. transfo's
Ferranti L.F. transfo's en smoorspoelen

FERRIX plaatstroom-
transfo's en smoorspoelen

Philips- Telefunken - Orion-Lampen
POLAR condensatoren en weerstanden
PILOT — Artikelen
LOEWE condensatoren en weerstanden

WEGO blokcondensatoren
FERRANTI- en BAKERS
Selhurst - Luidsprekers

Ampère — Volt- Mavo-meters
DUAL — Gramofoonmotoren
Antenne — en Montage — Materiaal

.. enz. enz.

BRAGA 21

Slotwoord

De schrijvers meenen den luisteraars in Indie met dit boekje eene, in populaire bewoordingen samengestelde, handleiding te kunnen aanbieden.

Zij hopen dat dit boekje voor menigen leek op radio-ontvanggebied van nut zal zijn; voorts hebben de schrijvers iets willen bijdragen om de ontwikkeling van het radio-ontvangwezen in Indië te bevorderen.

Voor eventueele opmerkingen en noodig geachte aanvullingen houden zij zich gaarne aanbevolen.

Zij stellen zich voor, indien dit boekje een vruchtbaren bodem mocht vinden, in een volgend boekje, bestemd voor luisteraars, die reeds eenige ervaring op het gebied van toestellenbouw hebben opgedaan, meer ingewikkelde toestellen te behandelen.

Tenslotte betuigen de schrijvers hun welgemeenden dank aan allen, die op een of andere manier, tot het welslagen van deze uitgave hun welwillende medewerking hebben verleend.

Bandoeng, Juni 1932.

RADIOHANDEL
J. F. W. DE KORT
BRAGAWEG 34 — BANDOENG — TEL. 2325.

Ismet transformatoren voor plaatspanningapparaten
„ smoorspoelen „ „
Berco draadgewonden weerstanden voor „
vanaf 200 Ohm tot 100.000 Ohm gemiddeld belastbaar met 5 Watt.

Prijs van f 0.90

Colvern middelfrequent transformatoren ter vervanging van de Astra transformator en Sperkring.

Voordeelen = 1 Colvern (Ideaal band pass filter)
2 (Variabele koppeling primair en secondair)
3 (Geheel afgeschermd met metalen kap)
4 (Primair zoowel als secondair afstembaar met
5 prima ingebouwde Condensator)
6 Colvern middelfrequent spoelen worden door elke firma in Engeland gebruikt en voorgeschreven.

Speciale aanbieding om elke amateur met de Electrodynamische luidspreker te doen kennis maken.

Magnavox-Electrodynamisch luidsprekers compleet met uitgangstransformator bekrachtiging 120 — 220 Volt gelijkstroom.

Prijs **f 27.50**

Thermion plaatstroomlampen **indirect verhit.**
— een revolutie op dit gebied.

a. Uwe Condensatoren van de plaatspanning worden beschermd.
b. Geringe inwendige weerstand, dus hooger rendement en lager spanningsafval.
c. Stijve kathode mica precisie-montage, kortsluiting tusschen gloeidraad en plaat onmogelijk, wat bij elke andere gelijkrichterlamp wel kan voorkomen.

Onze 14 jarige ervaring garandeert U het allerbeste materiaal tegen de laagste prijzen.