

HOOFDSTUK X.

Het éénbuis-toestel.

Paragraaf 1.

De electronen-buis.

Niet lang heeft men in de radiotechniek gebruik gemaakt van de kristal-detector. Al spoedig ging men de radiobuis als detector gebruiken en de kristal-detector wordt tegenwoordig nog alleen gebruikt door jongere amateurs.

Behalve dat men met de radiobuis ook detectie kan verkrijgen, heeft zij bovendien het voordeel, dat ze de door de antenne opgevangen trillingen tevens versterkt.

In fig. 1 ziet U een radio-buis afgebeeld en wel een triode (tri = drie; hodos = weg; drie elektrische wegen). Het binnenwerk bestaat uit: gloeidraad, rooster en plaat of anode, en is met behulp van metalen draden, bevestigd op een glazen „kneep”. Zie fig. 1.

Van de plaat, die bestaat uit een stukje metaal, dat gebogen is in de vorm van de huls van een lucifersdoosje (fig. 2a), voert één draad naar de huls en is daar verbonden aan één der vier pennen.

Binnen de plaat bevindt zich het rooster, waarvan fig. 2g een voorstelling geeft. Ook van het rooster voert één draad naar buiten. Binnen het rooster bevindt zich de gloeidraad, fig. 2f, welke met beide einden aan de twee overige pennen van de huls is verbonden.

Tenslotte geeft fig. 3 aan met welke pennen van de huls de verschillende electroden van de triode zijn verbonden.

Onthoud:

Bij huls-verbindingen als hiernaast, ziet U steeds tegen de onderzijde van de huls.

De buis wordt namelijk met de pennen in een buis-voetje geplaatst, waaraan de draden vastgesoldeerd zitten.

Een verkeerde plaatsing van de buis in het buis-voetje, waardoor de electroden worden vernield, is, zoals uit de figuur blijkt, onmogelijk. De gloeidraden duidt men dikwijls aan met de letter f (van het Franse woord fil = draad). De plaat (of anode) duidt men meestal aan met a. Het rooster duidt men meestal met de letter g (van het Engelse woord grid = rooster). Na bevestiging van de electroden wordt de glazen ballon luchtledig gepompt en dichtgesmolten.

Paragraaf 2.

De werking van de triode.

De invloed van de anodespanning.

In fig. 4 zien we, dat de twee gloeidraadeinden zijn aangesloten op een accu van 4 V. Hierdoor begint de draad te gloeien.

Nu doet zich het verschijnsel voor, dat er electronen uit de draad naar buiten treden en deze „electronen-emissie” (emissie komt van het Latijnse e-mittere = uit-zenden) is des te groter, naarmate de temperatuur van de gloeidraad hoger is. Dit uittreden van electronen wordt nog bevorderd door het feit, dat de ballon luchtledig is. De uittredende electronen botsen dus niet tegen lucht-moleculen, welke zich anders om de draad zouden bevinden.

Er komt zo om de gloeidraad een wolk van electronen te hangen en men spreekt van "electronenwolk".

Verder zien we in fig. 4 nog een batterij bestaande uit een grote reeks cellen in serie, zodat een spanning van 60, 90 of 120 volt ontstaat. De pluspool van deze batterij wordt verbonden met de anode van de buis, die daardoor dus een positieve spanning van b.v. 90 volt krijgt. Ze zal dus de electronen die rond de gloeidraad hangen, aantrekken.

Als gevolg van deze aantrekking gaat door de luchtledige buis een stroom ontstaan van de gloeidraad naar de anode (een electronenstroom).

De gloeidraad kan echter lang niet zoveel electronen aan de plaat bezorgen, als deze tot zich wil trekken. Bovendien zouden er zich aan het mineinde van de batterij hoe langer hoe meer electronen opstapelen die niet weg konden. Om nu aan beide moeilijkheden te ontkomen, hebben we de minpool van de anode-batterij aan de pluspool van de accu verbonden.

De electronen stromen dan van de minpool van de anodebatterij naar de pluspool van de accu, vervolgens weer naar de gloeidraad, vanwaar ze via de anode weer in de anodebatterij belanden, enz.

We zien dus, dat in de "anodekring" (ook wel genoemd "plaatkring") van de buis (gloeidraad \rightarrow anode \rightarrow anode-batterij \rightarrow gloeidraad) een constante stroom vloeit en wel een gelijkstroom. Deze stroom wordt genoemd "anodestroom".

Wat zal er gebeuren, indien we de anodespanning, door het nemen van een grotere batterij, tot b.v. 120 V. verhogen?

Wel, dan zal de anode een grotere aantrekkingskracht op de electronen van de wolk uitoefenen en de gelijkstroom in de anodekring zal dus toenemen. De stroom in de gloeistroom-kring, (van - accu door de gloeidraad naar + accu) verandert daardoor natuurlijk niet.

We kunnen echter de anodestroom niet willekeurig vergroten door de anodespanning telkens op te voeren, want er komt een ogenblik, waarop de gloeidraad niet méér electronen kan "emitteren". We zeggen, dan, dat de verzadigingsstroom van de buis is bereikt. Opvoering hiervan door de temperatuur van de gloeidraad te vergroten is mogelijk, maar dan loopt men gevaar, dat de gloeidraad doorbrandt.

Het zal U wel duidelijk zijn, dat, als men de anode een negatieve spanning zou geven, er dan geen anodestroom zou vloeien, immers een negatieve anode stoot de negatieve electronen der electronenwolk juist van zich af.

De invloed van de roosterspanning.

Tot nu toe hebben we het rooster buiten beschouwing gelaten. Laten we nu eens nagaan, wat de dienst van het rooster is.

In de hierboven gegeven beschouwing was het rooster verbonden met de gloeidraad. Het bezat dus dezelfde spanning of potentiaal als deze. Het trekt dus de electronen die om de gloeidraad hangen niet aan, maar stoot ze evenmin af. Men zegt, "het rooster heeft een potentiaal nul ten opzichte van de gloeidraad". Deze toestand is nog eens voorgesteld in fig. 5.

Maken we echter, zoals in fig. 6 is aangegeven, het rooster positief ten opzichte van de gloeidraad (dus minder negatief dan de gloeidraad), dan trekt het rooster de electronen aan, maar deze schieten tengevolge van hun grote vaart en van de aantrekkingskracht van de zo geweldig veel hogere anodespanning grotendeels door de mazen van het rooster heen.

De anodestroom wordt hierdoor belangrijk vergroot.

Maakt men b.v. het rooster 10 volt minder negatief, dan de gloeidraad - we zeggen 10 volt positief ten opzichte van de gloeidraad - dan neemt de anodestroom véél sterker toe, dan wanneer men de anodespanning 10 volt opvoert.

Dit komt, omdat het rooster zich veel dichter bij de gloeidraad en dus ook veel dichter bij de electronenwolk bevindt.

Maakt men daarentegen het rooster negatief, dan wordt zoals in fig. 7 is afgebeeld, de electronenstroom sterk onderdrukt. 10 Volt negatieve roosterspanning bijv. onderdrukt de anodestroom véél meer, dan 10 volt lagere anodespanning. (Natuurlijk alweer om dezelfde reden als zo even.)

Dat er bij een negatief rooster toch nog electronen naar de plaat gaan, komt door de hoge anodespanning, die instaat is de electronen door de mazen van het negatieve rooster heen te trekken.

We onthouden dus:

Een anodestroom komt alleen tot stand bij een positieve anode.

Kleine variaties van de roosterspanning hebben vrij grote variaties van de anode-stroom tengevolge.

Een wisselspanning op het rooster.

Wat zal het resultaat zijn, als we een wisselspanningsbron aansluiten, op de manier van fig. 8 ?

Op het rooster zal dan een wisselspanning komen, voorgesteld door fig. 1'.

De anodestroom, die eerst verliep volgens fig. 2' („ruststroom”), zal telkens als het rooster positief is, toenemen en als het rooster negatief is, afnemen, zodat hij het aanzien van fig. 3' krijgt.

In fig. 3' valt onmiddellijk op, dat de stroomtoename niet zo groot is, als de stroomafname. Hoe komt dit ?

We zagen, dat het rooster beurtelings positief en negatief werd. Bij elke halve periode als het rooster positief is, zullen er altijd enige electronen op het rooster belanden en de positieve spanning hiervan verminderen. Dus elke positieve halve periode treedt er een klein roosterstroompje op. Dit vloeit dus van de gloeidraad naar het rooster g en zo via de punten b, c en e weer naar f.

Doel die electronen die het rooster zelf opneemt, worden aan de anodestroom onttrokken. Het rooster „steelt” als het ware electronen van de anodestroom. Die valt dus telkens iets kleiner uit. (Dat geeft vervorming.) Dit is voorgesteld door de stippellijntjes in fig. 1'. Het rooster wordt dus telkens niet even sterk positief als negatief en dus neemt de anodestroom niet zo sterk toe als af, wat in fig. 3' eveneens door stippellijntjes is weergegeven.

Nadere beschouwing van de anodestroom.

De anodestroom die optreedt als we een wisselspanning op het rooster aansluiten, wordt grafisch voorgesteld door fig. 4'. Dit is dus dezelfde fig. als 3'.

Deze stroom kan beschouwd worden als een „super-ponering” (op elkaar plaatsing, super = „op” of „boven”, ponere = plaatsing) van een wisselstroom op een gelijkstroom (zie fig. 4', 6' en 5').

Paragraaf 3.

De triode als detector.

De triode in verbinding met afstemkring en hoofdtelefoon.

We verbinden een triode zoals in fig. 7' is aangegeven met de afstemkring en met de telefoon. De kring is afstembaar met een draaibare condensator.

Er komt nu een gemoduleerde draaggolf op de antenne en we nemen aan, dat de antennekring op deze golf is afgestemd.

Tussen de punten a en b treden dan wisselspanningen op, die we kunnen voorstellen door fig. 8'. Het rooster van de triode is met het punt a rechtstreeks verbonden en heeft dus dezelfde wisselspanning als dat punt. De wisselspanning op het rooster is dus ook door fig. 8' voor te stellen.

De optredende anodestroom zal er daardoor komen uit te zien als in fig. 9'. (Vergelijk dit nog eens met de fig. 3' en 4'. De positieve pieken van de wisselspanning zijn hier duidelijkheidshalve echter even groot getekend als de negatieve.)

De anodestroom bestaat dus uit een samenvoeging van:

- 1e een gelijkstroom (namelijk de ruststroom),
- 2e een h.f. wisselstroom (de draaggolf),
- 3e een l.f. wisselstroom (de modulatie).

Deze l.f. wisselstroom is, zoals we reeds zagen, het evenbeeld van de luchttrillingen voor de microfoon en alleen om deze laatste is het ons te doen!

Welnu: de gelijkstroom vloeit door de telefoon, zonder dat we er iets van merken.

De h.f. wisselstroom laten we via de telefoon-condensator vloeien, maar de l.f. wisselstroom wordt gedwongen zijn weg te nemen door de hoofdtelefoon. Hij moet de trilplaatjes van de telefoon-schelden in trilling brengen. Maar hij doet het niet en we horen nog niets!

We zagen in paragraaf 1 en 2 reeds, dat we een l.f. trilling eerst moeten detecteren, willen we iets horen: De l.f. trilling is namelijk op elk ogenblik even groot in tegengestelde richting!!

Hoe detecteren we nu ?

De rooster-condensator.

Nu schakelen we een vaste condensator C_g , zoals in fig. 10' is aangegeven. (Waarvoor de weerstand dient, zullen we aanstonds zien.) In het voorafgaande zagen we, dat er elke positieve periode-helft van de roosterwisselspanning, een roosterstroompje optreedt, dat zijn weg zoekt naar de gloeidraad.

Als het rooster positief is, zal het namelijk een hoeveelheid electronen aantrekken, en wel des te meer, naarmate de positieve lading van het rooster groter is.

Deze grotere of kleinere electronen-opname zal het rooster dus in deze zin opladen:

Het rooster wordt telkens meer of minder negatief (vanwege die electronen-opname).

Maar positief kan niet, want daar zorgen de electronen wel voor. Die heffen de positieve lading direkt op. (Vergelijk fig. 1" met fig. 8'.)

De lek-weerstand.

Veronderstel: op een bepaald moment heeft het rooster veel electronen opgenomen. Deze kan het rooster niet kwijt raken, want aan de ene zijde vormt de rooster-condensator een ón-overkomelijke hinderenis en aan de andere zijde, dus in de buis, heeft het rooster nergens contact mee. Toch moet het rooster een hoeveelheid electronen zien kwijt te raken. Want kijken we maar eens naar fig. 1".

Deze figuur geeft de gedetecteerde wisselspanning van het rooster weer.

Op het moment p heeft het rooster een grote negatieve lading, want daar gaat de curve héél diep omlaag.

Een ogenblik later is de negatieve roosterspanning kleiner, want daar gaat de kromme immers weer wat omhoog.

Maar hoe kan dat ?

Heel eenvoudig. We verbinden het rooster door middel van een hoge weerstand met de plus van de accu. Nu kan het teveel aan (negatieve) electronen "weglekken" naar de plus van de gloeidraad. Dat we deze weerstand de naam lek-weerstand hebben gegeven (R_l) zal wel geen nadere verklaring meer behoeven.

Hoe groot is nu zo'n lekweerstand ? Natuurlijk moet deze weerstand een juiste waarde hebben.

Neemt men hem te groot, dan kan de lading niet voldoende weglekken en wordt het rooster tenslotte zo sterk negatief, dat de anode-stroom geheel onderdrukt wordt. Men zegt, dat dan de buis "dichtgeknepen" is.

Neemt men hem te klein, dan wordt het rooster niet, of ~~nage-~~noeg niet negatief, en heeft er geen detectie plaats. De waarde van de lek-weerstand bedraagt 1 à 2 miljoen ohm (1 à 2 M.ohm). Het is één der grootste weerstanden van een toestel, (soms zelfs de grootste.

De detectie.

Een rooster-wisselspanning als in fig. 1", heeft een anode-stroom als in fig. 2" tengevolge. Deze is gelijkgericht of gedetecteerd.

De gelijkstroom vloeit door de telefoon zonder meer.

De h.f. stroom vloeit via de telefoon-condensator.

De l.f. stroom doet in de telefoon het geluid ontstaan (fig. 3").

Bij een triode kunnen we dus detectie verkrijgen met behulp van een rooster-condensator en lek-weerstand. Men duidt ze dikwijls aan met C_g (g van het Engelse woord grid) en R_l van R_{lek} .

We onthouden dus:

Detectie berust hierop, dat men een gemoduleerde h.f. stroom omzet in een h.f. stroom, welke alléén in positieve of alléén in negatieve richting is gemoduleerd.
Immers dan wordt de l.f. modulatiestroom niet opgeheven door een even sterke stroom in tegengestelde richting.

Paragraaf 4.

De terugkoppeling.

Het schema van fig. 4" is een inductieve ontvanger, dat wil zeggen, de antennekring is inductief met de antenne verbonden (dus door middel van de koppeling tussen de twee spoelen). We merken hier echter nog een derde spoel op. De anodestroom vloeit namelijk niet rechtstreeks van de plaat naar de telefoon, maar eerst door een spoel die naast de spoel in de roosterkring is opgesteld.

Als we in een schema spoelen zo vlak naast elkaar (of vlak boven elkaar) tekenen, dan willen we daarmee aangeven, dat de krachtlijnen van de ene spoel ook door de andere spoel lopen, anders gezegd de spoelen zijn met elkaar gekoppeld.

De spoel L_1 van de antennekring stoot de electronen aan in de eigenlijke afstemkring L_2C_2 en brengt deze kring eveneens in trilling.

De in L_2 optredende trillingen, wekken in de anodekring trillingen op, die vele malen sterker zijn

Maar deze versterkte trilling in de anodekring laten we niet direkt van de anode (of plaat) naar de hoofdtelefoon vloeien: Neen, we „sturen haar eerst nog eens terug“: Ze gaat van de anode eerst nog eens terug door de „terugkoppel-spoel“ L3 (de naam zal wel duidelijk zijn) en pas dan mag ze verder vloeien door de telefoon.

V R A G E N.

1. Vertel met eigen woorden hoe een electronen-buis (triode) er vanbinnen uitziet.
2. Teken de hulsverbinding van een triode. (Geef dus met een schetsje aan, met welke pennen van de buishuls de electroden die binnen in de glazen ballon zitten, zijn verbonden.)
3. Teken een volledig aansluitschema van een triode (met een wisselspanning op het rooster door middel van een generator). Zet letters bij de verschillende aansluitpunten en geef dan, door de verschillende letters in de juiste volgorde te noemen, aan: anodekring, gloeistroomkring en roosterkring.
4. Teken een eenvoudig grafiekje dat laat zien, hoe een anodestroom er uitziet, als tussen rooster en gloeidraad een wisselspanning is aangesloten. Geef een korte verklaring van het ontstaan hiervan.
5. Waarom is de l.f. verandering van fig. 9' niet hoorbaar?
6. Verklaar, hoe uit de roosterwisselspanning als in fig. 8' een wisselspanning, als in fig. 1", ontstaat.
7. Wat gebeurt er, als de lekweerstand een te grote waarde heeft?
8. Teken uit het hoofd een éénbuis-toestel met terugkoppeling en geef de uitleg van de werking.

PRAKTIJK. (Réparatie.)

Het meten van spanningen.

Indien men spanningen gaat meten, begint men met de minklem van het instrument te verbinden met het chassis (metalen montage-bodem van het ontvangtoestel). (Het waarom hiervan zal U later duidelijk worden.) De andere stekker wordt altijd geplaatst bij het hoogste meetbereik, dus bij 600 volt. Dit wordt gedaan om te voorkomen, dat de meter stuk slaat. Met het snoertje, dat aan deze stekker verbonden is, raakt men nu achtereenvolgens de verschillende delen aan, waarvan men de spanning wil meten. Indien de wijzer nu een te geringe uitslag vertoont, om duidelijke aflezing mogelijk te maken (wat het geval zal zijn als men een punt in het toestel met geringe spanning, b.v. 30 V. aanraakt), dan sluit men de plusstekker van het instrument aan op het eerstvolgende meetbereik, dus op 120 V. De wijzer geeft dan een veel grotere uitslag en de aangewezen spanning is nu duidelijk afleesbaar.

Zoals men bij het afgebeelde instrument kan zien (fig. 5"), is de schaal van het instrument verdeeld in 60 gelijke delen.

Heeft men het instrument aangesloten op 120 V., dan is ieder streepje dus 2 volt.

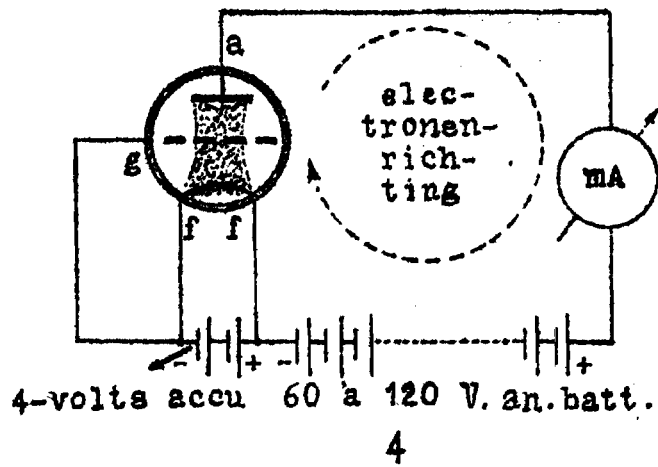
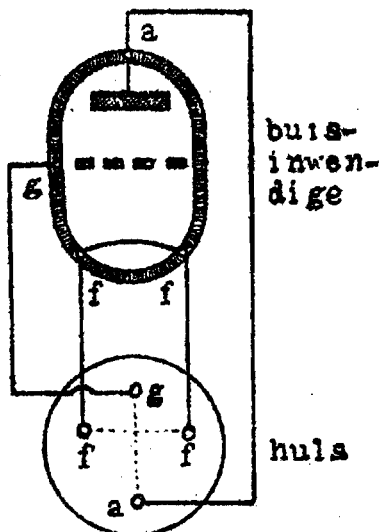
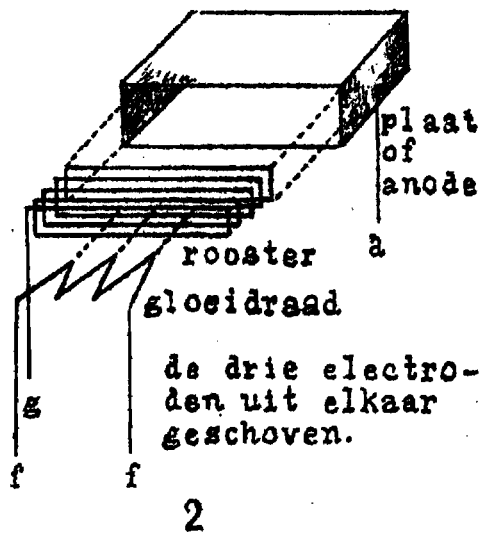
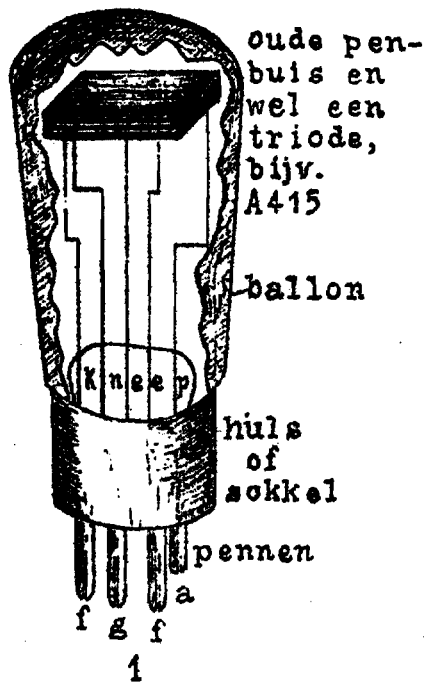
Sluit men echter aan op 600 volt, dan is ieder schaaldeeltje natuurlijk 10 volt.

In fig. 5" is nogmaals aangegeven, hoe men spanningsmetingen moet verrichten. Het instrument wordt aangesloten over de spanningsbron.

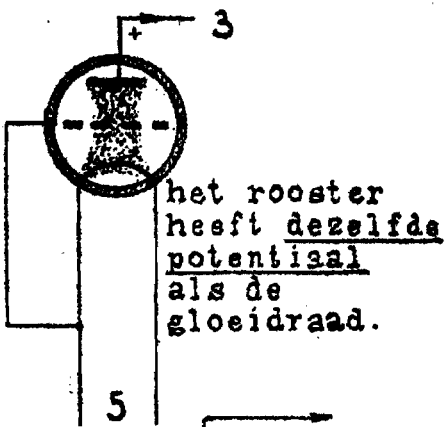
Het meten van stroomsterkten.

Om stroomsterkten te meten wordt het instrument in serie met de stroombron geschakeld. Bij metingen in een radiotoestel, moet de keten waarin men de stroom wil meten, verbroken worden.

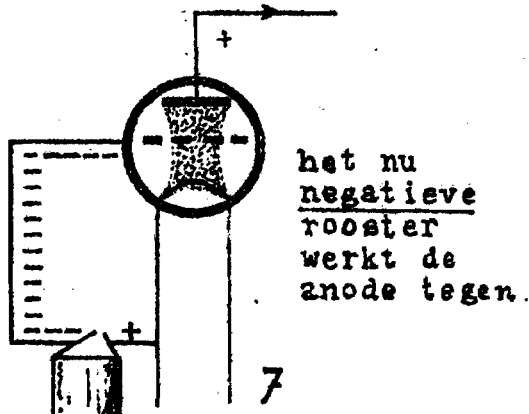
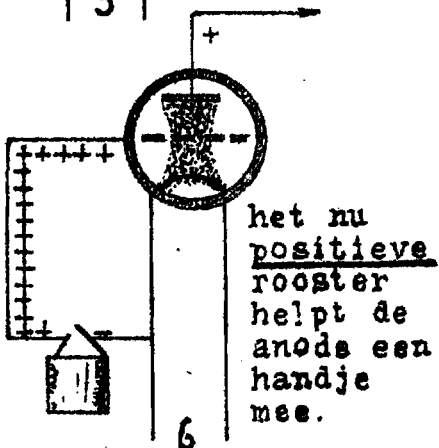
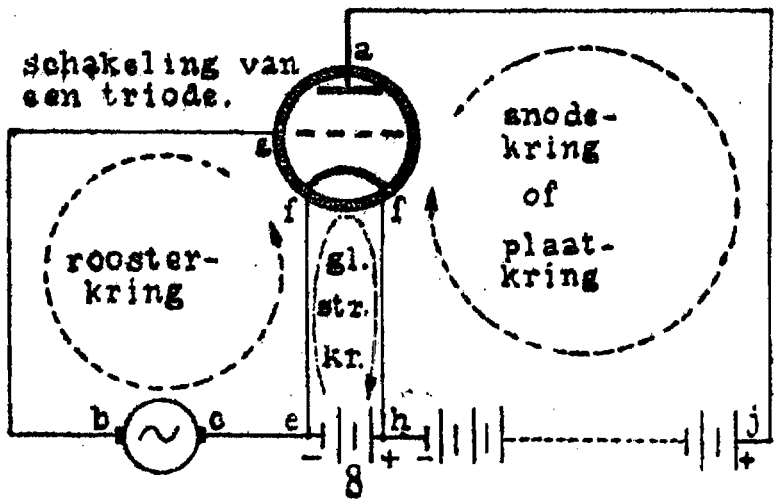
Het positieve einde van de leiding komt aan de plusklem enz. Men begint weer met het hoogste meetbereik. (Zie fig. 6")

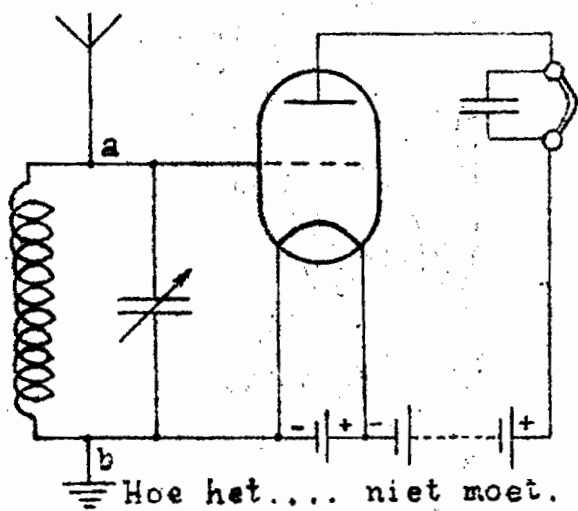
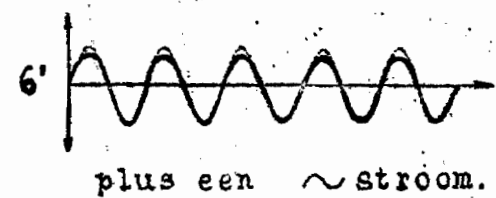
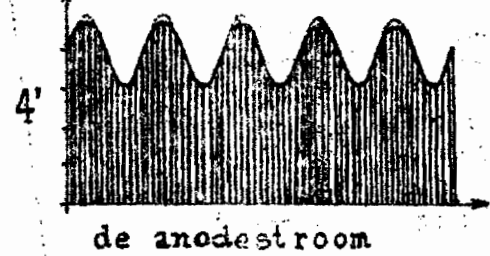
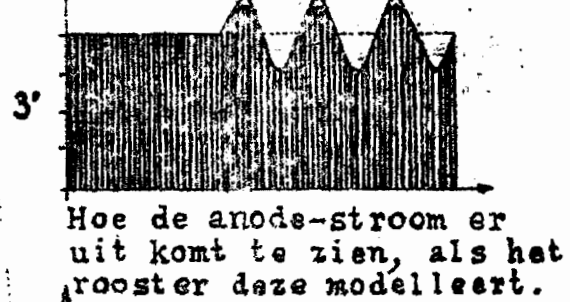
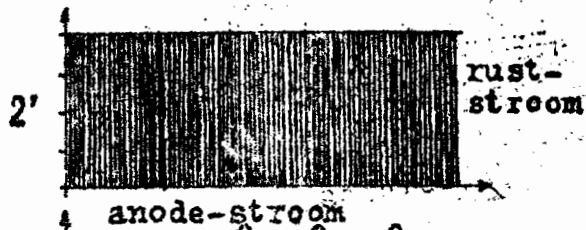
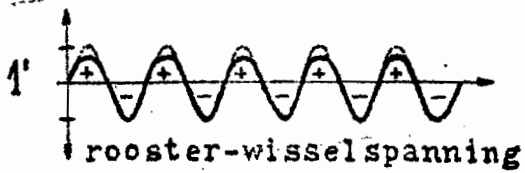


huls-verbinding



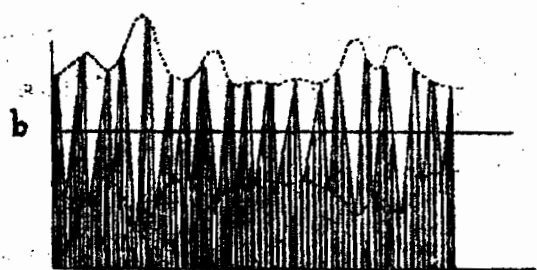
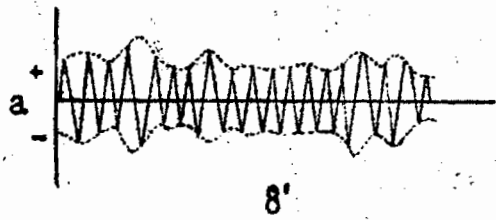
schakeling van een triode.



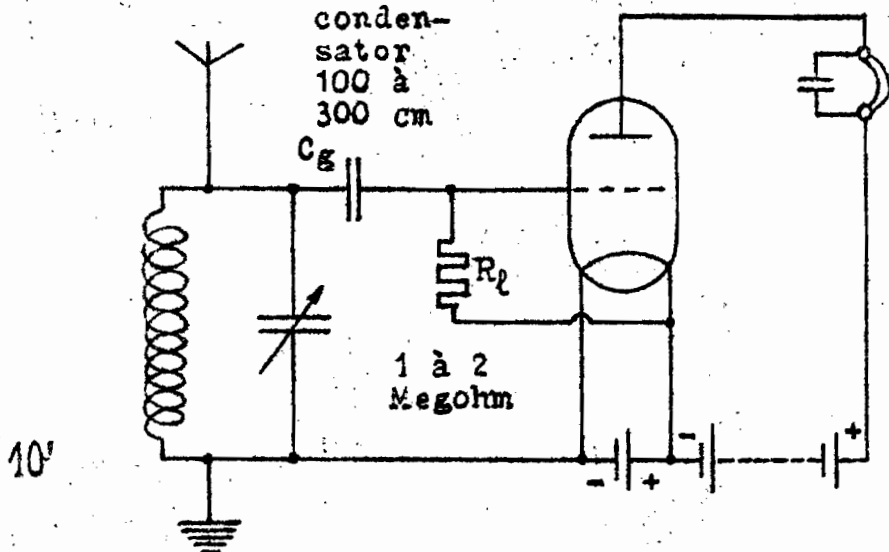


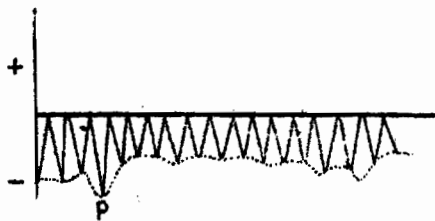
Hoe het... niet moet.

7'



rooster-condensator
100 à
300 cm





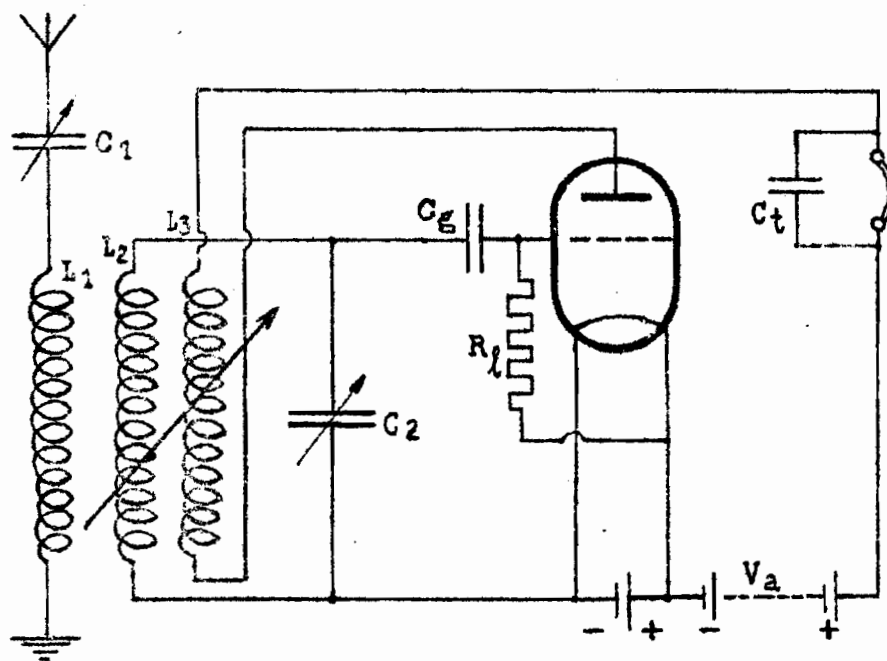
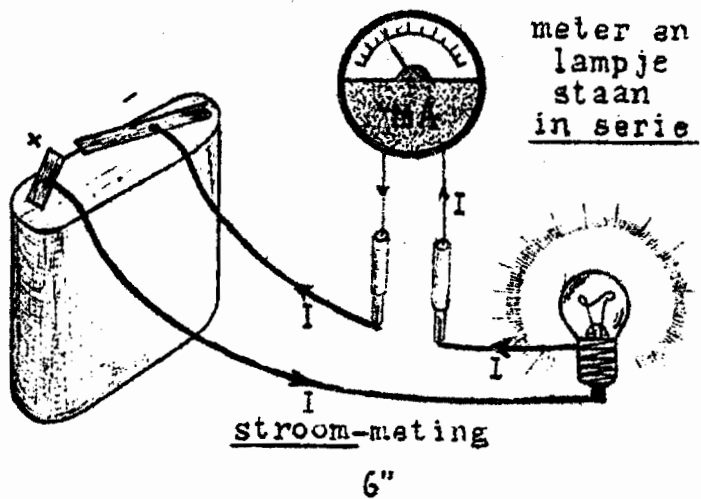
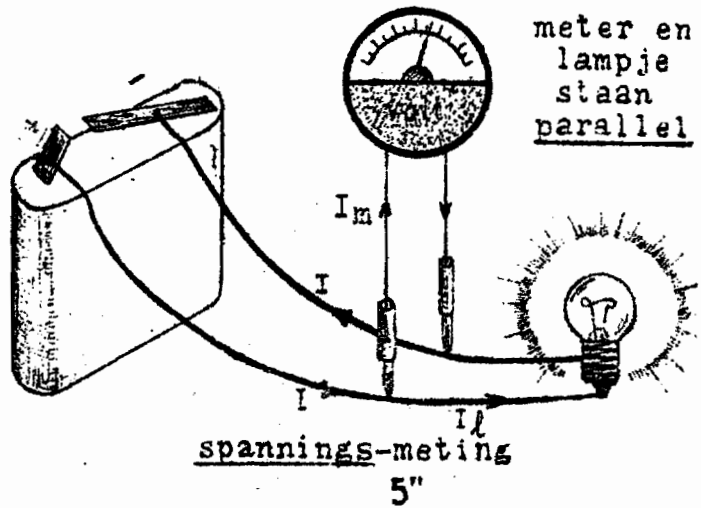
1^o l.f. wisselspanning van het rooster.



2^o l.f. trilling die hoorbaar wordt

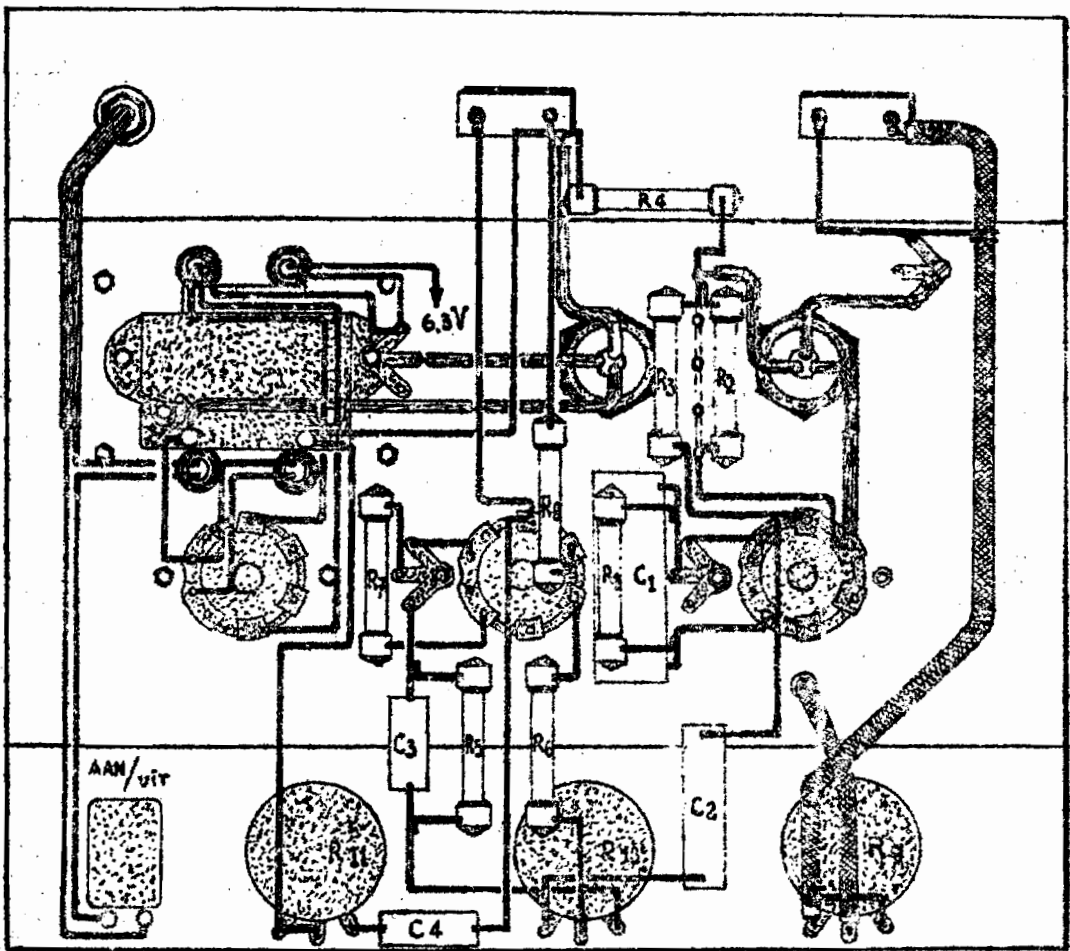


3^o telefoon-stroom

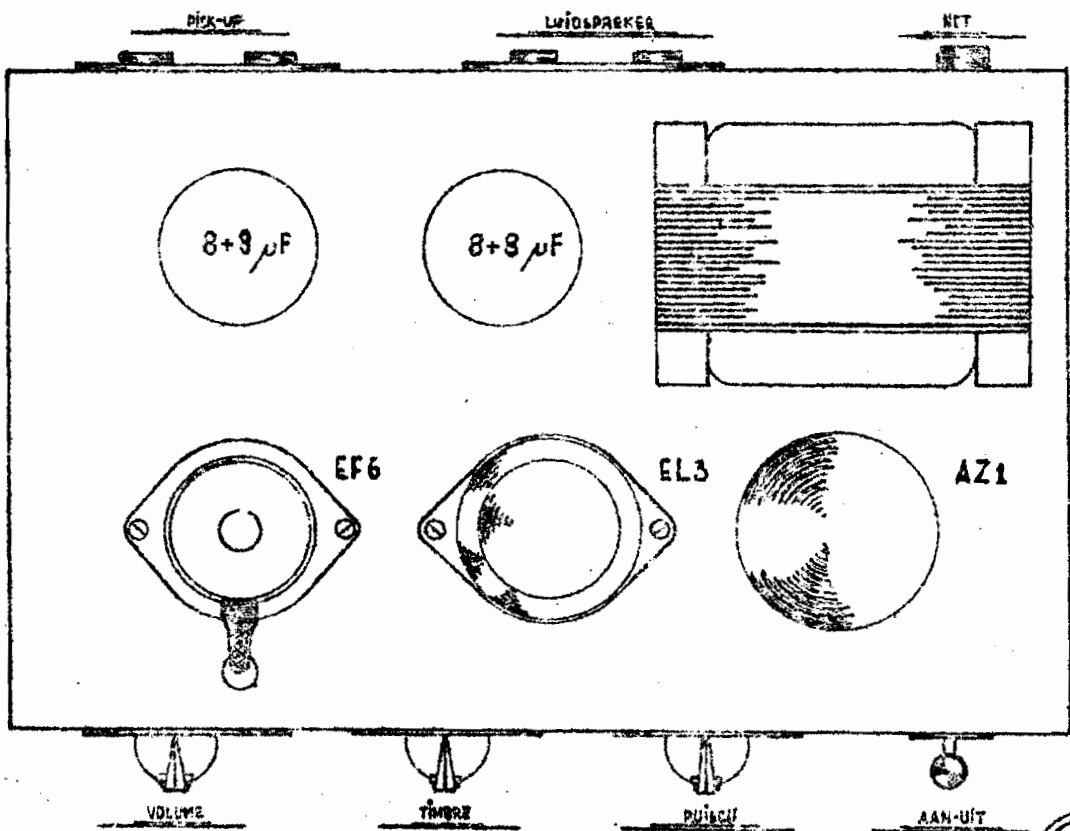


De pijl door de spoelen L2 en L3 geeft aan, dat de koppeling der spoelen regelbaar is.

4^o



BOUWSCHEMA OP VERKLEINDE SCHAAL.



INDELING $\frac{1}{8}$ VERSTERKER CHASSIS.