

Wat bereiken we nu met die „terug-koppeling“ ?

Héél veel! Daarmee bereiken we een véél grotere versterking. Soms wel een honderd-voudige! Zenders die we zonder terugkoppeling niet of bijna niet kunnen ontvangen, maken met terugkoppeling een goede ontvangst mogelijk. (Zie fig. 4ⁿ van les 13.)

Maar wat gebeurt er dan eigenlijk wel bij het „terugkoppelen“ ?

Wel, de versterkte trilling in de anodekring vloeit door spoel L₃ en daar deze terugkoppel-spoel met L₂ gekoppeld is, zal zij de trilling in L₂ versterken.

En een versterkte trilling in L₂ heeft weer een sterkere trilling in de anodekring - en dus ook in L₃ - tengevolge.

En een sterkere trilling in L₃ heeft weer een sterkere trilling in L₂ tengevolge. En zo kunnen we doorgaan.

Tot in het oneindige ?

Pardon, niet tot in het oneindige: want de weerstand in de buis, in de spoelen, in de leidingen, enz. stelt hieraan grenzen. Maar wél kunnen we er, zoals boven reeds werd gezegd, zwakke zenders héél wat mee ophalen.

Hoe voeren we die terugkoppeling nu in de praktijk uit ?

Vroeger had men de spoelen buiten op het toestel geplaatst, en ze daar draaibaar opgesteld. Door nu de spoelen meer of minder naar elkaar te draaien, kon men dus meer of minder krachtlijnen van de ene spoel in de andere overbrengen.

Dus toen regelde men de koppeling der spoelen door de stand der spoelen ten opzichte van elkaar te wijzigen.

Tegenwoordig laat men de terugkoppelspoel vast staan. (De windingen van de terugkoppelspoel zijn zelfs op dezelfde koker gewikkeld als waarop de andere spoelen zitten.)

Hoe kan men de terugkoppeling tegenwoordig dan toch regelen ?

Heel eenvoudig: Men zet voor of achter de terugkoppelspoel een draaibare condensator (meestal een mica-). Door nu aan deze condensator te draaien, kan men de stroomsterkte van de h.f. trillingen door de terugkoppelspoel regelen, waardoor de onderlinge koppeling der spoelen eveneens toe- of afneemt.

Ook is tegenwoordig de terugkoppeling soms vast ingesteld.

In plaats van een variabele condensator neemt men dan een vaste of ook wel een trimmer. (Dit is een klein condensatortje waarvan men de waarde eenmaal regelt en ze dan zo laat staan.)

Veelal ziet men dan voor elk golfbereik een andere trimmer, die met een schakelaar al dan niet automatisch mee wordt overgeschakeld.

Terugkoppeling heeft soms een bezwaar.

Een bezwaar ? Welk dan ? Dat zullen we eens nagaan. Men denke zich bij het schema van fig. 4ⁿ uit les 13 de antenne losgemaakt, zodat spoel L₁ buiten werking is, en verder L₃ zover van L₂ weggedraaid, dat hoegenaamd geen koppeling optreedt.

Veronderstel nu eens, dat door de een of andere oorzaak de electronen in de roosterkring van de buis werden aangesloten, zoals men de slinger van een klok aanstoot, waarvan de veer niet is opgedraaid. Er zou dan in de kring een trilling ontstaan, die tengevolge van de weerstand van het stelsel, steeds zwakker zou worden en tenslotte geheel zou uitsterven (fig. 1).

Nu draaien we L_3 zo dicht bij L_3 , dat een geringe koppeling optreedt. De trilling in de roosterkring zal daardoor iets versterkt worden (fig. 2). Beide trillingen fig. 1 en 2 noemt men „gedempt”.

Door de koppeling nog vaster te maken, krijgen we een trilling overeenkomstig fig. 3. De demping is hier al vrij wat kleiner. Bij een zeer vaste koppeling wordt tenslotte de demping nul en we krijgen een ongedempte trilling (fig. 4).

Het toestel wekt nu dus zelf oscillaties of trillingen op, wij hebben hier dus een kleine zender. Men zegt: „het toestel oscilleert”. Vaak spreekt men ook van „genereren” (opwekken).

Het spreekt vanzelf, dat de frequentie van deze oscillatie (oscillatie-frequentie), afhankelijk is van de waarde van L_3 en L_2 , want als men de electriciteit in een kring aanstoot, trilt ze in de eigen-frequentie van de kring.

De vraag is nu: zal men dit oscilleren in de telefoon waarnemen? Neen! Immers de opgewekte trilling is h.f. en niet gemoduleerd. Zodra men echter de antenne met het toestel verbindt, kan de zaak heel anders worden.

De Mexicaanse hond.

Veronderstel eens, dat in de antenne een ongemoduleerde draaggolf aankomt met een frequentie van 300 000 Hz (zie fig. 5). (Als ze gemoduleerd is, treden dezelfde verschijnselen op: ter verduidelijking veronderstellen we het tegendeel.) We veronderstellen verder, dat de antenne-kring op deze frequentie is afgestemd. In L_1 treden dus sterke stromen op. Hierdoor begint de electriciteit in L_2 ook te trillen.

Als nu de roosterkring ten opzichte van de antennekring is ontstemd, zal hierin een trilling optreden met een frequentie van b.v. 302 000. Deze trilling, die gedempt is, kan echter door een vaste terugkoppeling ongedempt worden. De toestand kan dus worden voorgesteld zoals fig. 6 te zien geeft.

In L_2 treden dus tegelijkertijd twee trillingen op. Door interferentie ontstaat dan een vervangings-trilling met een frequentie van $(300\ 000 + 302\ 000) : 2$ en waarvan de zwevings-frequentie $302\ 000 - 300\ 000 = 2\ 000$ bedraagt. We krijgen daardoor een h.f. trilling met een l.f. modulatie (fig. 7).

Op het rooster van de buis komt een trilling overeenkomstig fig. 8.

Dit veroorzaakt een anodestroom als fig. 9.

We horen dus in de telefoon een toon met een frequentie van 2 000 (fig. 10).

Door nu aan de condensator C_2 te draaien, wordt het trillingsgetal van fig. 6 groter of kleiner en daardoor de toon in de telefoon hoger of lager. Dit heeft een jankend geluid tengevolge, vandaar de naam „Mexicaanse hond”.

Dit is natuurlijk allesbehalve prettig, maar het is nog minder prettig voor de burens. Immers deze zweving treedt niet alleen op in L_2 , maar even goed in L_1 , dus ook in de antenne, die dan deze trilling uitzendt.

Heeft buurman nu zijn toestel „in de buurt” van deze frequentie afgestemd, dan krijgt ook hij door die straling de Mexicaanse hond op bezoek. En dit zal zo dikwijls gebeuren, als wij met ons éénbuistoestel naar een zender zoeken, terwijl de terugkoppeling te vast gekoppeld is, want juist bij het zoeken naar zenders komt het voor, dat deze interferentie optreedt. Het is dus zaak voor ons, om, zolang we naar een zender zoeken, de koppeling zo los te maken, dat het toestel niet oscilleert. Hebben we eenmaal op een zender afgestemd, dan kunnen we de koppeling wat vaster maken. Zo'n éénbuistoestel kan dus als zender gaan werken, gaan „stralen” zoals men vaker zegt. Overigens zij er hier aan herinnerd, dat het gebruik van stralende ontvangtoestellen door de Nederlandse wet verboden is.

Opmerking:

De in les 13 behandelde detectie is vrij moeilijk. Maak U dus niet ongerust, als U niet alles direkt begrijpt. Enkele herhalingen geven tenslotte wel het gewenste inzicht. Verderop wordt de detectie nogmaals behandeld aan de hand van de buiskarakteristieken.

HOOFDSTUK XI.

Nadere beschouwing der radiobuizen.

Paragraaf 1.

De $I_a - V_g$ karakteristiek.

De $I_a - V_g$ karakteristiek is een grafiek die aangeeft, hoe de anodestroom verandert door verandering van de roosterspanning. (I = stroom, a = anode, V = spanning, g = rooster. Dit dient U goed te onthouden!)

In een der vorige lessen zagen we reeds, dat een vergroting van de negatieve roosterspanning een daling van de anodestroom tengevolge had en ook dat een daling van de negatieve roosterspanning een stijging van de anodestroom veroorzaakte.

Op de grafiek, die we nu gaan samenstellen, zetten we op de ene as de anode-stroom (dus I_a) af, en op de andere de roosterspanning (dus V_g). De anode-stroom kan niet negatief zijn, want dan zouden de electronen van de plaat naar de gloeidraad moeten stromen en dit is natuurlijk onmogelijk. De roosterspanning kan echter wél negatief zijn, zoals we reeds zagen. Van de as waarop we de roosterspanning afzetten, moeten we dus ook het negatieve deel gebruiken, dus ook het linker deel.

We weten reeds, dat we, om een grafiek te kunnen samenstellen, eerst over verschillende gegevens moeten beschikken, met andere woorden, dat we een tabel moeten hebben, waarin voor verschillende rooster-spanningen de bijbehorende anode-stromen staan genoteerd.

Deze tabel maken we zelf, met behulp van de schakeling van fig. 11

De negatieve roosterspanning kunnen we met een aftakbare batterij regelen, terwijl een parallel geschakelde voltmeter de rooster-spanning aanwijst.

De bijbehorende anode-stromen lezen we af op de milliampèremeter in de anodekring.

Zo vinden we de verschillende waarden en hieruit ontstaat onderstaande tabel.

V_g (V)	I_a (mA)
-12	0
- 8	0,27
- 4	1
0	1,8
4	2,6
8	2,8
12	2,85

Fig. 12 geeft de aldus verkregen grafiek weer. Nog een keer willen we nagaan, hoe de verschillende punten waarover we de curve trekken, gevonden worden.

De tabel geeft b.v. aan, dat bij +8 volt roosterspanning de anodestroom 2,8 mA bedraagt.

Op de Vg-as zoeken we nu het punt, dat een spanning aangeeft van 8 V. en gaan van daaruit loodrecht omhoog tot we komen ter hoogte van het punt op de Ia-as, waarbij 2,8 mA staat. Zo vinden we punt A.

Hebben we omgekeerd een roosterspanning van -3 V en willen we de daarbij behorende anodestroom weten, dan gaan we te werk, zoals de stippellijn in fig. 12 aangeeft en vinden zo als uitkomst 1,2 mA.

We kunnen echter de anodestroom nog op een andere wijze veranderen, dan alleen door verandering van de roosterspanning.

We zagen immers reeds, dat ook een vergroting van de anodespanning een vermeerdering van de anodestroom tengevolge had. (echter in veel mindere mate, dan een gelijke vergroting van de roosterspanning).

De in fig. 12 gegeven curve geldt dan ook maar voor één anodespanning en wel van b.v. 100 V. Bij elke willekeurige roosterspanning kunnen we de anodestroom een weinig doen toenemen, door de anodespanning een tiental volts op te voeren. Zou men dus een Ia-Vg curve trekken voor een anodespanning van 120 volt, dan zou die iets hoger liggen dan de curve van 100 volt. (Zie fig. 1'.)

Duidelijk is het ook, dat, waar bij een anodespanning van 100 volt, een roosterspanning van -12 V. in staat is, om de anodestroom geheel te onderdrukken, bij een anodespanning van 120 V. de negatieve roosterspanning wat groter moet zijn om hetzelfde effect te bereiken.

Zoals fig. 1' aantoon, moet deze bij een anodespanning van 120 volt -16 volt bedragen.

De figuur toont ook nog het verloop van een derde curve, waarbij $V_a = 60$ volt.

Uit de figuren 12 en 1' blijkt, dat men de anodestroom niet tot het oneindige kan opvoeren, door het opvoeren van de roosterspanning.

In fig. 12 neemt de anodestroom toe, tot de z.g. verzadigings-stroom is bereikt, welke, zoals in de figuur te zien is, ongeveer 2,8 mA bedraagt.

Ook een opvoeren van de anodespanning kan de anodestroom niet onbepaald doen toenemen. Dit blijkt duidelijk uit fig. 1'. Door een anodespanningsverhoging van 100 tot 120 volt, neemt de anodestroom met minder dan de helft toe, dan door een verhoging van 60 tot 100 volt.

Ook is aan de hand van de grafiek aan te tonen, dat Ia veel gevoeliger is voor Vg-veranderingen dan voor een verandering van Va.

Immers bij $V_a = 100$ volt en $V_g = -4$ volt, is $I_a = 1$ mA (zie fig. 1' punt a).

Verhoging van V_a tot 120 volt geeft een I_a van 1,4 mA. (fig. 1' punt b), terwijl, om dezelfde toename van I_a te verkrijgen, men V_g met slechts 2 volt hoeft te vermeerderen (punt c, fig. 1')

(De afgebeelde buisgrafieken gelden natuurlijk slechts voor een bepaald buistype. Een ander buistype heeft ook andere waarden, zodat de vorm van de curve daardoor enigszins anders kan zijn.)

Paragraaf 2.

Het begrip roosterruimte.

Onder roosterruimte"- of kortweg "ruimte" van de buis verstaat men: die negatieve roosterspanning die nodig is, om de anodestroom geheel te onderdrukken.

Is dus bij een bepaalde buis een roosterspanning van b.v. 10 volt nodig, om de anodestroom te onderdrukken, dan zegt men, dat de ruimte van die buis 10 volt bedraagt.

De ruimte is zonder meer uit de Ia-Vg karakteristiek af te lezen. Van de buis uit fig. 12 bedraagt de ruimte b.v. 12 volt. Uit fig. 1' blijkt tevens, dat de ruimte van een buis toeneemt met de anodespanning.

Paragraaf 3.

Verandering van de anodespanning door verandering van Vg.

Hoe zit dat nu, zult U zeggen. Hoe kan de anodespanning veranderen onder invloed van de roosterspanning?! Oppervlakkig beschouwd hebben beide niets met elkaar uit te staan.

Als we in het schema van fig. 11 de roosterspanning veranderen, verandert alleen de anodestroom.

Inderdaad, maar in de anodekring van dit schema is dan ook alleen de anode-batterij opgenomen en deze biedt aan de stroom slechts een geringe weerstand.

Veronderstel echter eens, dat in de anodekring een weerstand R is opgenomen, terwijl op het rooster een wisselspanning optreedt. (Zie fig. 2'.)

De anode-batterij heeft een spanning van b.v. 100 volt. Als het rooster positief wordt, zal de anodestroom toenemen. Deze toename van de anodestroom echter zal de spanning aan de uiteinden van weerstand R doen toenemen. De electronen immers worden voor deze hoge weerstand opgestuwd.

Neemt echter de spanning aan R toe, dan zal de spanning op de anode moeten afnemen, daar de batterij slechts een totale spanning van 100 volt kan afgeven. Door deze afname van de anodespanning echter, zal de anodestroom minder toenemen, dan we eerst aannamen.

Neemt daarna de roosterspanning af, en vermindert dus de druk door de electronen voor R uitgeoefend, dan neemt de anodespanning weer toe. In het kort gezegd komt het voorgaande dus hierop neer:

|| Als de weerstand in de anodekring slechts klein is, dan ontstaat door een wisselspanning op het rooster in de anodekring een wisselstroom. Is echter een weerstand in de anodekring opgenomen, dan ontstaat hierover een wisselspanning.

In de schema's van fig. 1' en 3' uit de vorige les, is de totale weerstand in de anodekring slechts klein, zodat hierin grote stroomveranderingen optreden.

Dit is ook nodig, daar de magneten van de telefoon alleen door stroom versterkt of verzwakt worden. Een spanning aan de uiteinden van een spoel, doet deze niet magnetisch worden, daarvoor is een stroming der electronen nodig.

Wanneer we gebruik maken van anodespanningsveranderingen zullen we verderop zien.

Paragraaf 4.

De B-tetrode (schermrooster-tetrode).

Tetrode komt van het Griekse tetra, dat vier betekent. De buis heeft namelijk vier electroden, te weten: gloeidraad, anode, en twee roosters.

Het tweede rooster bevindt zich tussen de plaat en het eerste rooster (signaal- of stuur-rooster, dat zo genoemd wordt, omdat het de anodestroom „stuurt“). Het tweede rooster wordt schermrooster genoemd.

Men geeft het schermrooster een hoge positieve spanning, gewoonlijk iets lager dan de anodespanning. Het schermrooster vormt als het ware een scherm tussen anode en rooster, waardoor de anode-rooster-capaciteit wordt opgeheven.

(Anode en rooster vormen immers samen een soort kleine condensator: twee geleiders gescheiden door een niet-geleider en via deze condensator kunnen trillingen in de anodekring een ongunstige invloed uitoefenen.)

Naarmate kortere golven, dus hogere frequenties ontvangen worden, wordt deze schadelijke invloed groter.

Daarom moet men in het h.f. deel van het toestel dan ook gebruik maken van schermrooster-buizen. Het schermrooster neemt zelf slechts weinig electronen op, daar deze door de hoge spanning van de anode, die zich er vlak omheen bevindt, door de mazen van het schermrooster héén worden getrokken.

V R A G E N.

1. Hoe moeten we een zender zoeken bij een toestel met terugkoppeling ?
2. Wat verstaat men onder (rooster)-ruimte van een electronenbuis ?
3. Wat is een tetrode ?

PRAKTIJK. (Reparatie.) Het solderen.

De elektrische soldeerbout.

Een elektrische soldeerbout is voor iedere radiomonteur een absoluut onmisbaar instrument. Het zal U bekend zijn, dat er bouten bestaan, die men op het lichtnet kan aansluiten, maar ook zijn er die op een accu-batterij werken.

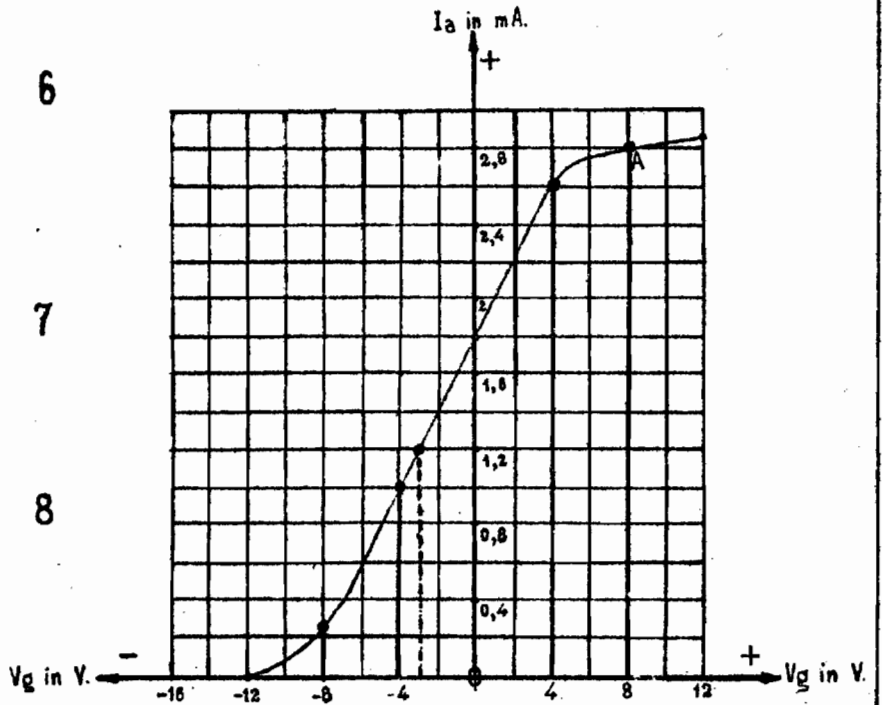
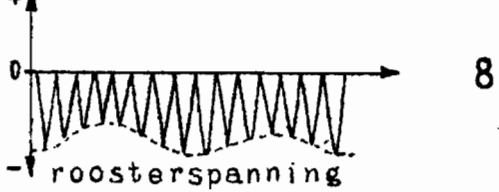
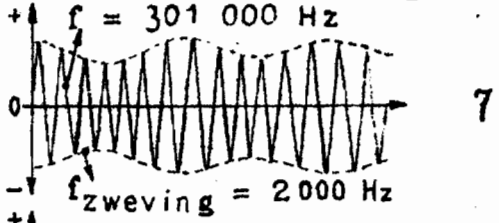
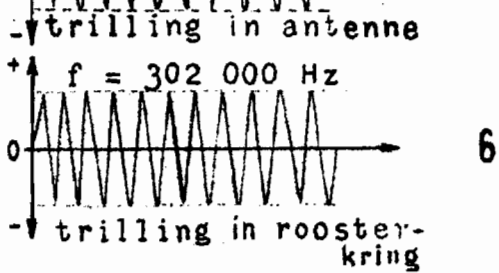
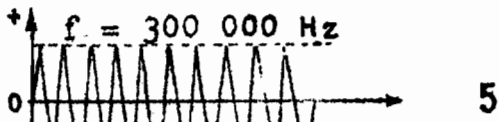
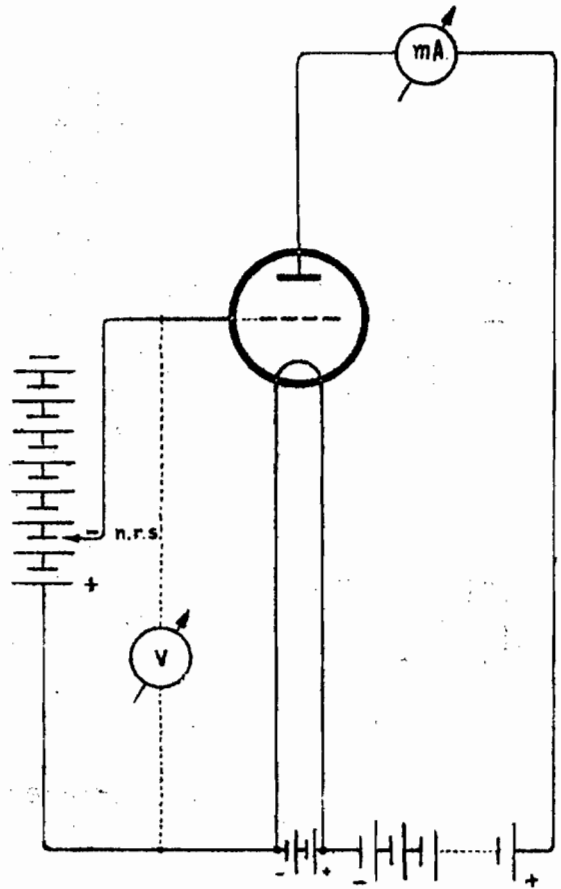
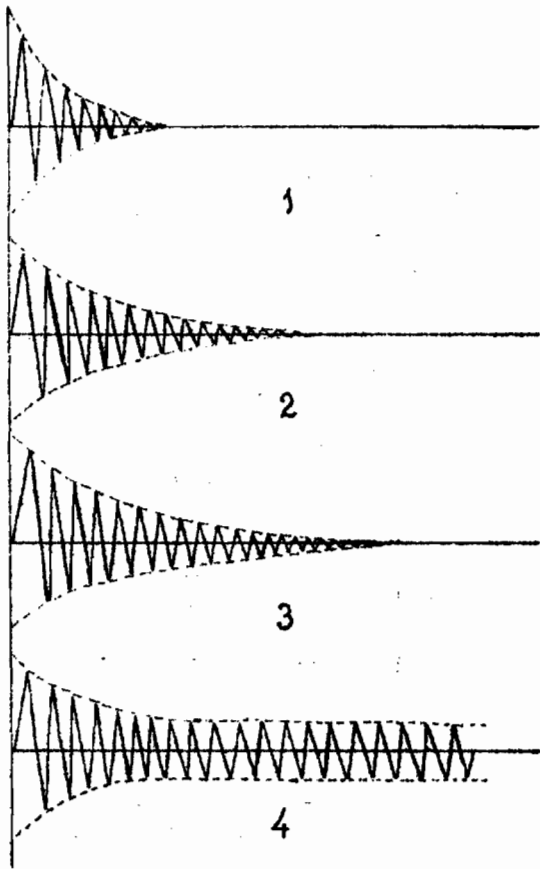
De elektrische bouten worden aangeduid naar het vermogen dat ze opnemen. Zo heeft men exemplaren van 75, 100 watt, enz. Een bout van 100 watt is voor ons doel zeer geschikt. Een te lichte bout heeft het nadeel, dat hij spoedig doorbrandt, wanneer hij enige tijd aangesloten blijft en ondertussen niet gebruikt wordt. Het is het verwarmings-element dat doorbranden kan. Deze kan men echter los kopen. Het is dus steeds zaak er één of meerdere van in reserve te hebben.

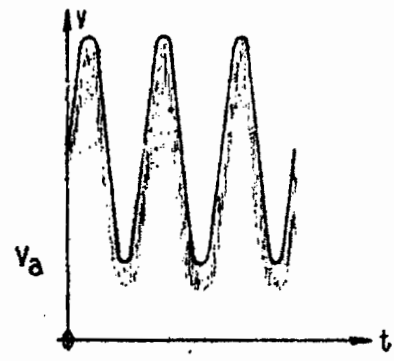
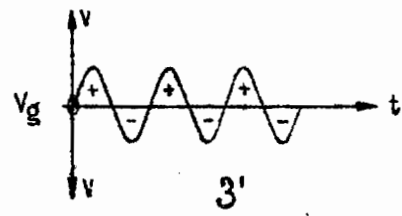
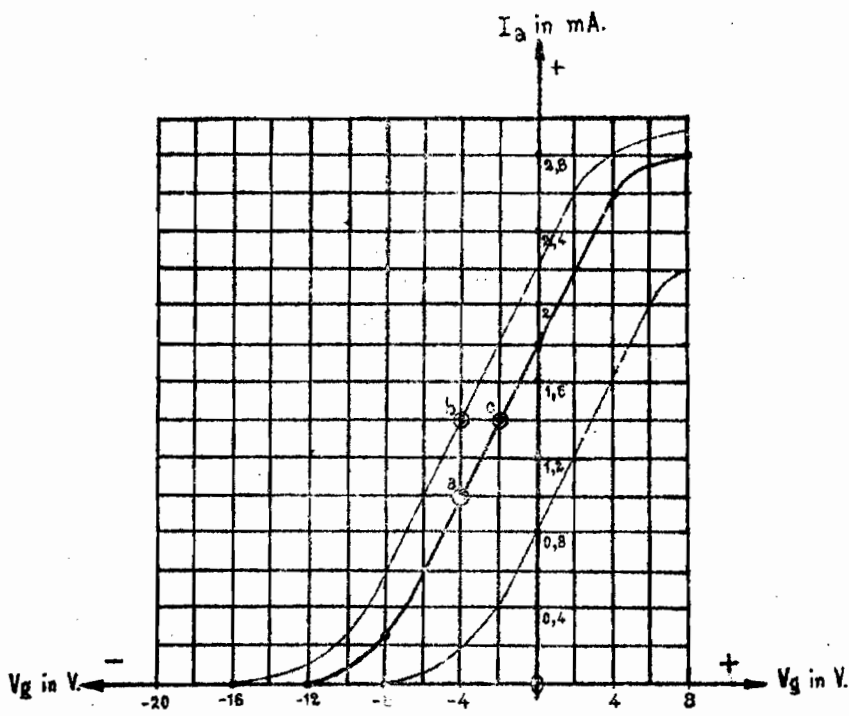
Fig. 6' laat ons een soldeerbout zien. De soldeerstift kan uitgenomen worden en vervangen door verschillende modellen. Dit is bij het solderen in het chassis van belang, daar men soms met de bout punten moet kunnen bereiken die tussen allerlei, door warmte gemakkelijk beschadigbare onderdelen in liggen. Koopt men een nieuwe soldeerbout, dan zal men op de punt van de soldeerstift een oxyde-laagje aantreffen. Dit laagje is er de oorzaak van, dat de bout, ook al is hij voldoende verwarmd, geen tin opneemt. We dienen hem dan ook eerst onder handen te nemen. Daartoe wordt hij wigvormig aangevijld. Vervolgens wordt de bout verwarmd en daarna met behulp van soldeer met harskern vertind. Laten we de bout gedurende het bedrijf niet te heet worden, dan houdt zo'n tinlaag lange tijd. Het spreekt vanzelf, dat we de bout nooit tot gloeihitte moeten laten komen. Is na herhaaldelijk gebruik de punt met een bruine aanslag bedekt, dan doen we het best deze af te krabben met een oud mesje of versleten vijl. Tin blijft namelijk in de "kap" der vijl zitten en bederft ze onmiddellijk.

Het soldeer.

Het metaal, waarmee we solderen, bestaat uit een legering (mengsel) van tin en lood. De temperatuur, waarbij het mengsel smelt, is afhankelijk van de verhouding tin-lood. Een mengsel van twee delen tin en een deel lood heeft een laag smeltpunt (180 graden C). Dit is dan ook alleszins aan te bevelen. Om het tin goed te laten hechten, en om te zorgen dat allerlei onreinheden alsmede oxyden, die bij het verwarmen ontstaan, van de te solderen metalen worden weggenomen, wordt gebruik gemaakt van een vloeimiddel.

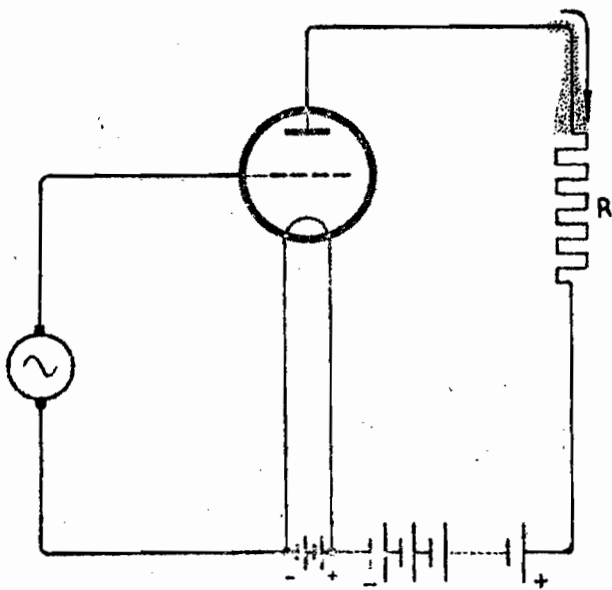
Koperslaggers gebruiken hiervoor zoutzuur, waarin zink is opgelost. VOOR ONS DOEL IS DAT ABSOLUUT NIET GESCHIKT, DAAR ISOLATIE EN DERGELIJKE HIERDOOR GEMAKKELIJK WORDEN WEGGEVRETEN! Veel wordt gebruik gemaakt van colophonium (=vioolhars). Dit tast het metaal niet aan, en vormt bovendien een glasachtig oppervlak, dat geen stof opneemt. Een uitstekend soldeermiddel verkrijgt men door het oplossen van hars-poeder in brandspiritus (hars-tinctuur). Met behulp hiervan wordt ook het bekende soldeer met hars-kern gemaakt. (Wordt vervolgt in praktijkdeel 15e les.)



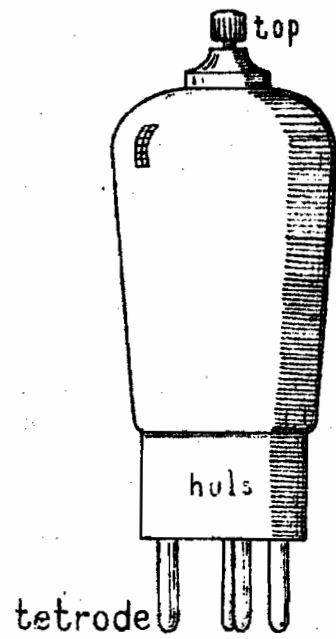


1'

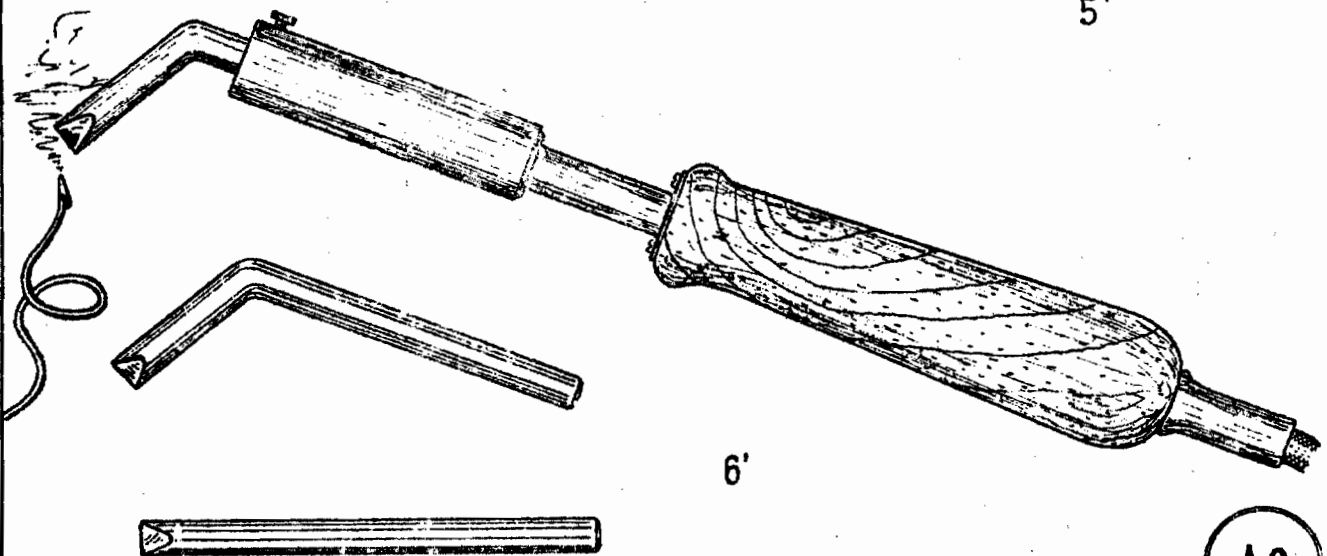
4'



2'



5'



6'