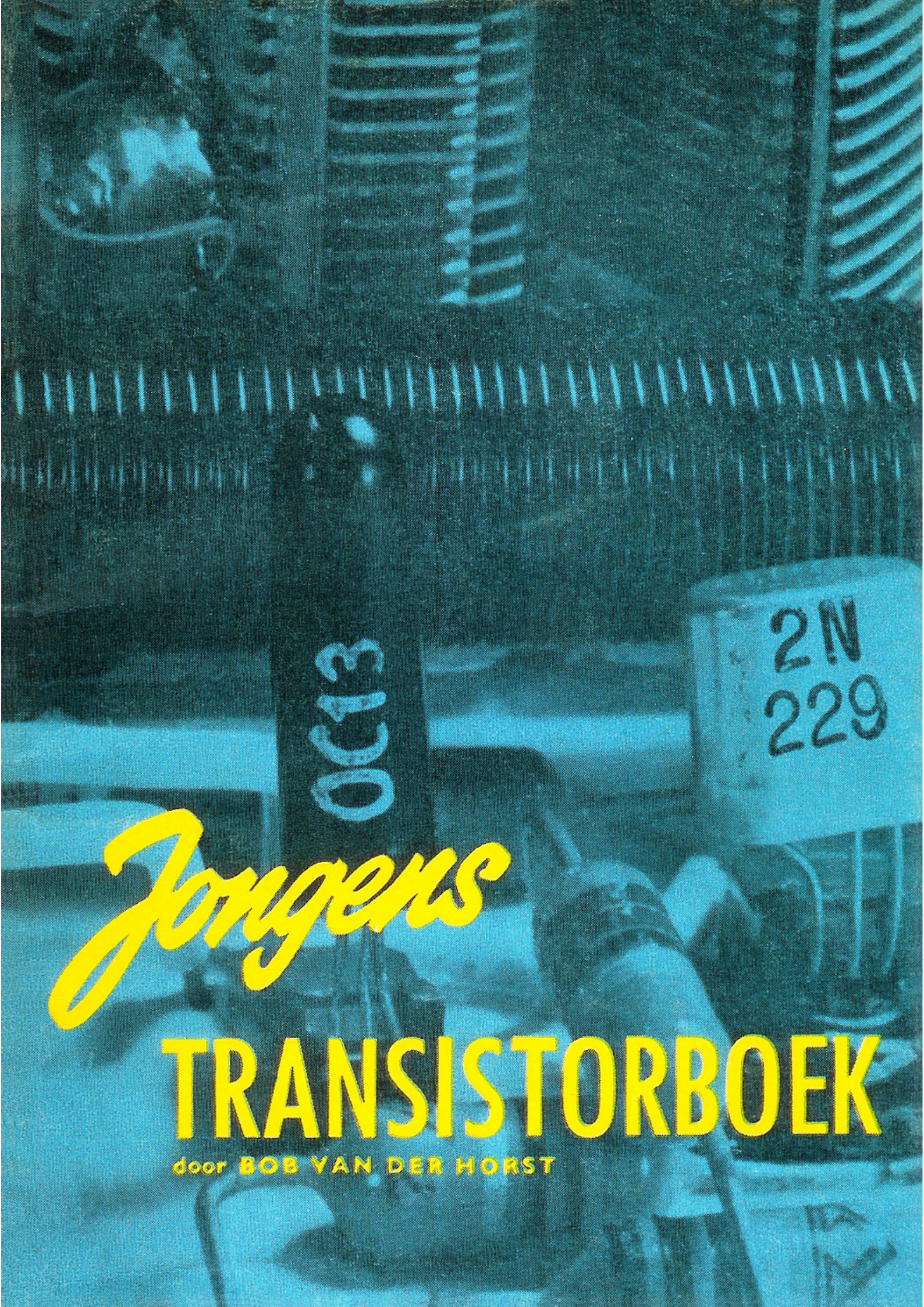


Jongens TRANSISTORBOEK

door BOB VAN DER HORST

Jongens Transistorboek

DOOR

BOB VAN DER HORST

TEKENINGEN EN ILLUSTRATIES VAN J. BOLLAND

Technische uitgeverij Wimar - Postbus 14 - Haarlem

Opgedragen aan de schrijver
van het jongensradioboek
Leonard de Vries
die door zijn werk richting
heeft gegeven aan duizenden
hedendaagse radio- en televisietechnici.
BOB VAN DER HORST

Terwille van de duidelijkheid is op sommige punten de waarheid geweld aangedaan.
Wij verzoeken technische lezers hiervoor hun clementie te willen laten gelden.

Zo begon het

Als je als jongen van een jaar of twaalf een beetje voor techniek voelt, bouw je een kristal-ontvanger. In de eerste plaats omdat je een eigen radio wilt hebben en in de tweede plaats omdat het een levend stukje techniek is.

Het grote wonder, dat er uit „niets" geluid komt, wil je zelf meemaken.

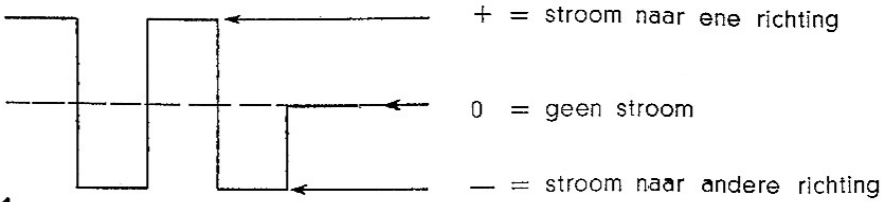
En toch heb je, als het eenmaal gebouwd is, het gevoel dat het niet klaar is. Er komen met veel geluk twee zenders uit maar dan zo zachtjes, dat het heel stil in de omgeving moet zijn om iets van de muziek te horen. De meesten denken wel aan een electronenbuis, die véél meer doet, die versterkt, maar bij velen blijft het alleen maar bij denken. Een radiobuis is duur.

Niet alleen omdat de prijs zelf hoog is, maar omdat er nog zoveel bij nodig is. Een plaatstroomapparaat b.v. is een dure liefhebberij en vraagt alleen al meer dan twintig gulden (250 francs).

En zonder dat plaatstroom-apparaat kun je met radiobuizen niets beginnen! Het dient om van de wisselstroom uit het lichtnet een gelijkstroom te maken. En gelijkstroom hebben we nodig.

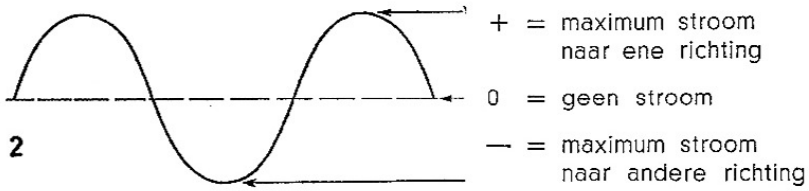
In een radiotoestel kan wel eens brom ontstaan. En waar moet je dan meteen de oorzaak zoeken? In het voedingsapparaat, dat de wisselstroom niet voldoende meer gladstrijkt.

Goed, de gelijkstroom kan ook wel aan batterijen worden ontleend, maar dat is nog duurder. Een normale radiobuis kan maar een paar uur werken op een gloeistroombatterij. De gloei-



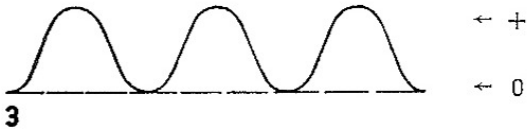
1

De stroom door een lampje als we de batterij-aansluitingen steeds omkeren



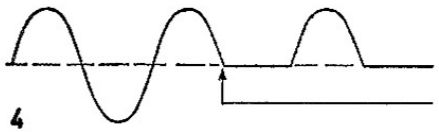
2

En zo ziet een echte wisselstroom eruit; de stroom wordt langzaam minder tot ze nul is en gaat dan steeds sneller in de andere richting



3

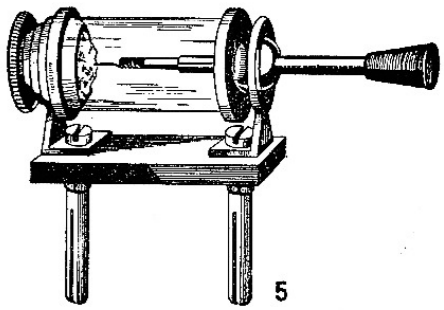
De wisselstroom kan natuurlijk ook in één richting gaan; afwisselend van nul tot maximum



4

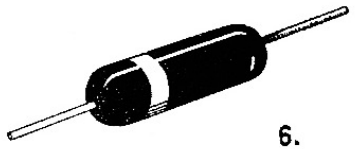
Op dit punt gaat de stroom door de gelijkrichter.

Als we een volle wisselstroom door een gelijkrichter sturen, zullen alleen de positieve stromen worden doorgelaten. Voor stromen in de andere richting is de weerstand van de gelijkrichter te groot



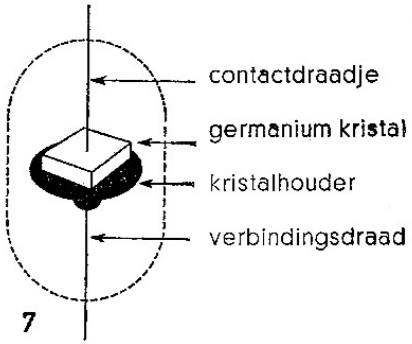
5

Een ouderwetse kristaldetector



6.

Een moderne germanium-diode



7

De germanium-diode van binnen

draad verslindt, juist door dat gloeien een enorme energie. En dan zijn die hoge spanningen van 200 volt en meer niet ongevaarlijk ook.

Wat dat alles betreft is het maar goed dat de „transistor" is uitgevonden.

Dat gebeurde nog pas kort geleden, namelijk in 1948 in Amerika. Het waren drie mannen, wier namen zijn:

Dr John Bardeen uit Champaign (Illinois), dr William Shockley uit Montain Vie (Californië) en dr Walter Brattain uit Murray Hill, die voor hun werk de Nobelprijs kregen. Niet in de eerste plaats hebben ze daarbij gedacht aan uitbreiding van de kristal-ontvanger.

Natuurlijk niet. Over dat stadium waren ze al lang heen, hoewel ze in hun jonge jaren er best wel zelf een hebben gebouwd!

Maar nu nog gekker. Het startpunt van hun uitvinding lag toch wel weer bij een onderdeel uit de kristal-ontvanger en wel het kristal, dat als detector dienst doet.

Die theorie van de detector besparen we de lezer. Die is veel te uitgebreid en nog lastig ook. We volstaan met vast te stellen, dat zo'n kristal naar de ene kant de electrische stroom doorlaat en naar de andere kant niet. In het ene geval ondervindt de stroom uit een batterij geen weerstand, maar als we de polen van de batterij zouden omkeren, dan is de diode een hele grote weerstand, die de electronen dus slechts druppelgewijs doorlaat. Het is wat men in vaktermen noemt een gelijkrichter, want van de heen- en weer gaande wisselstroompjes worden slechts de heengaande stroompjes toegelaten.

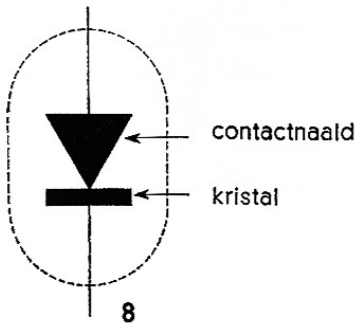
Nu ziet zo'n germanium-diode onder een loupe er net uit als een ouderwetse kristaldetector, namelijk een stukje (germanium-) kristal met een contactdraadje.

Bij het ouderwetse kristal moest men een puntje zoeken dat een gelijkrichting veroorzaakte, maar bij het germaniumkristal is het contactveertje door een grote stroom ingebrand. Dat kan, omdat het germaniumkristal beter is dan het loodkristal. Het germaniumkristal is zeer zuiver. Maar dat is niet alles. Door het insmelten van het contactdraad is er iets met dit germanium gebeurd. Er is een ander soort kristal onstaan onder de plaats waar de naald is ingesmolten.

Er zijn dus eigenlijk twee soorten kristal tegen elkaar geplakt, waarbij op het punt van overgang de bijzondere werking ontstaat van het naar de ene zijde stroom doorlaten en naar de andere zijde niet.

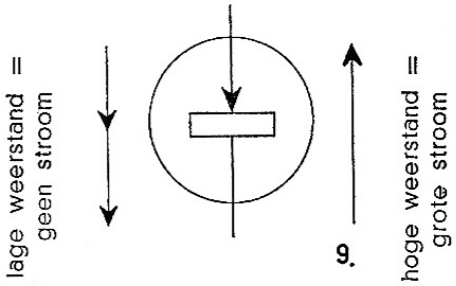
Bij het ouderwetse loodkristal zitten er ook van die onzuivere plekjes, die dezelfde werking hebben. Vandaar, dat we die na enig aftasten met het veertje wel terugvinden.

We willen het nog gekker maken. Elk metaal is in principe een soort kristal en aangezien bijvoorbeeld scheermesjes van staal zijn met door de productie onvermijdelijke onreinheden, kan reeds een scheermesje dienst doen als detector in een kristal-ontvanger !



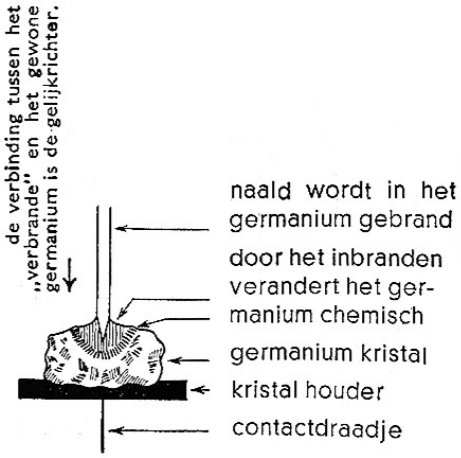
8

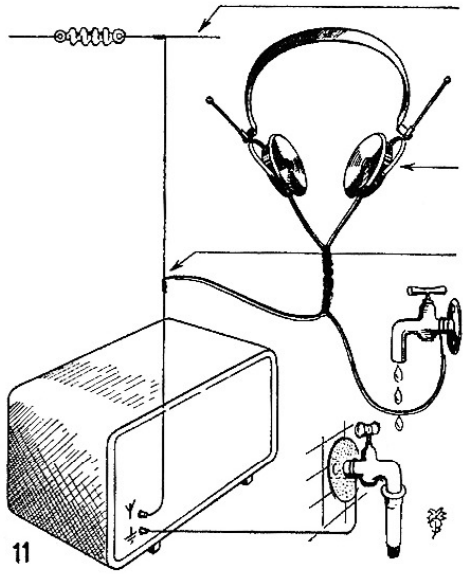
Zo wordt in radioboeken de germaniumdiode afgebeeld



9.

Naar de ene zijde laat de diode wel stroom door, maar de andere kant niet.





11

Een „kristal-ontvanger" met slechts een koptelefoon. De afstemming gebeurt in de ontvanger beneden in de huiskamer

Het klinkt zo op het eerste gezicht wat goochelachtig, maar de praktijk heeft het bewezen : Zelfs een proef zonder kristal kan resultaten geven, omdat dan een soldeerpunt of reeds het contact van het ene metaal met een ander metaal een gelijkrichter kan doen ontstaan.

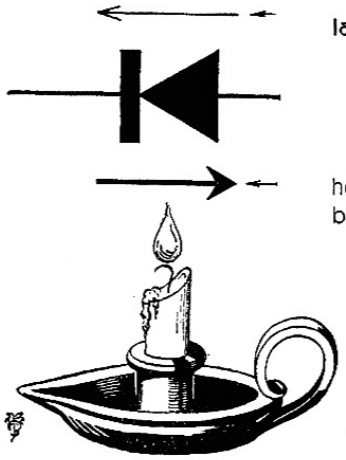
Zo hebben wij zelf eens een „kristal-ontvanger" gemaakt met alleen een koptelefoon. De twee contacten van de telefoon werden verbonden met antenne en aarde, maar beiden stonden ook in verbinding met een fabrieksradio. De spoel en condensator in deze radio zorgden voor afstemming en het zilvercontact van de koptelefoon met de koperen antennedraad was blijkbaar voldoende om detectie te veroorzaken (of gelijkrichting als dit woord beter klinkt).

Nu is het dus wel duidelijk, dat in de moderne germanium-diode juist het „verbrande" germanium met het gewone germanium een gelijkrichter vormt.

Een gelijkrichter dus met een hoge weerstand naar de ene en een zeer lage waarstand voor de stroom naar de andere zijde.

De drie geleerden, Shockley, Bardeen en Brattain, waren dus bezig met het onderzoek van zo'n germaniumdiode, toen ze tot een rare gewaarwording kwamen. Die hoge weerstand van de diode was namelijk afhankelijk van de warmte. Hoe warmer het contactlaagje werd, des te lager werd de weerstand. Ze merkten nog meer : de diode was lichtgevoelig. Hoe meer licht er op de verbinding tussen het „vuile" germanium en het „schone" viel, hoe lager weer de weerstand werd. En vooral het laatste was erg belangrijk, omdat daarmee de fotodiode was uitgevonden.

Want als het licht op het germanium valt, wordt de weerstand (dus die hoge weerstand) kleiner en zal er dus



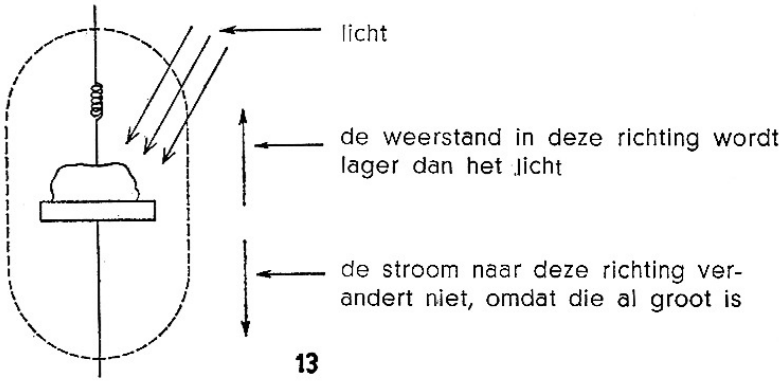
12

meer stroom gaan lopen door het germanium, zoveel zelfs, dat het op een gegeven moment zelfs niet meer verschilt van de stroom als we de diode zouden omkeren.

Maar nog mooier is, dat die stroom varieert op de variaties van het licht. Als we dus een fietslampje in de plaats van een luidspreker aan de radio zouden zetten en het licht dus varieert met de geluidssterkte, dan zullen de door het lampje op de diode geworpen varierende lichtstoten, de stroom door de diode in gelijke mate varieren. Als we die stroom nu weer gaan versterken en door een luidspreker weergeven, dan komt de muziek weer als geluid te voorschijn. Alleen hebben we het eerst veranderd in licht en toen weer in muziek. Op die manier kunnen we zelfs een lichttelefoon maken, maar dat is iets voor een ander boekje. We vertellen er alleen van, dat de woorden of muziek in licht worden omgezet en later weer op grote afstand worden opgepikt door een fotodiode. We kunnen echter ook voor fotografie de lichtsterkte meten door de door het licht groter wordende stroom te meten. Voor ons zijn die nieuwe mogelijkheden wel erg leuk, maar een geleerde zit dat weer niet zo lekker. Die heeft veel meer belangstelling voor hetgeen er nu in die diode gebeurt als er licht opvalt, dan met „Wat kan ik er nu mee doen".



14

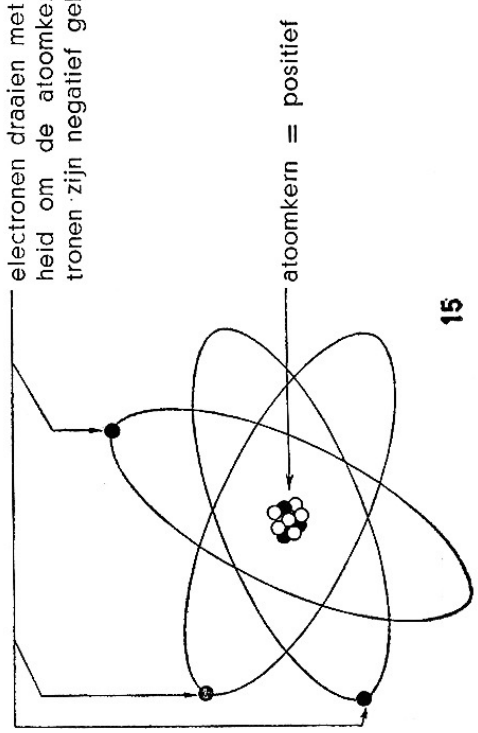


13

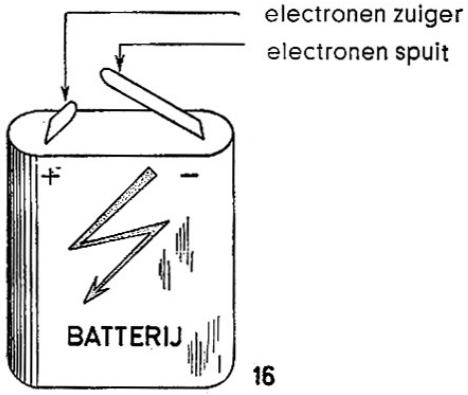
Ze wilden dan natuurlijk ook weten wat er aan de hand was. Waarom wordt die weerstand in eens lager? Wat doet dat licht op die verbinding van vuil en schoon germanium?
Daarom moesten ze eerst precies weten, wat of licht eigenlijk is. Nu ja, daarover zijn boeken, die vertellen, dat licht bestaat uit „fotonen". Dat zijn eigeniijk net een soort electronen [1] alleen bewegen ze op een bepaalde manier. En omdat ze bewegen, hebben ze energie.

Maar als het dan deeltjes zijn die erg veel op electronen lijken, dan moet die weerstand ook kleiner gemaakt kunnen worden door electronen in die verbinding tussen schoon en vuil germanium te „spuiten".

[1] Electronen zijn de meest kleine deeltjes, die samen met de atoomkern een atoom vormen. Ze draaien zeer snel om de atoomkern en kunnen er moeilijk uit los getornd worden, omdat de electronen negatief zijn en de atoomkern positief is. De kern houdt de er omheen draaiende electronen dus eigenlijk vast.



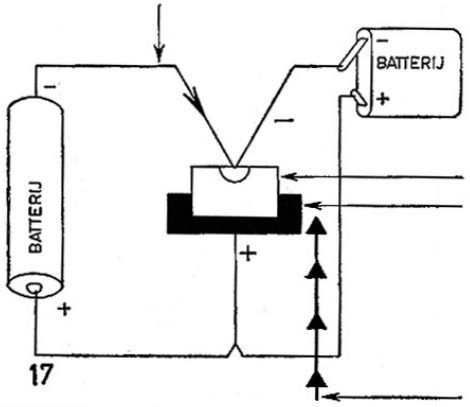
15



16

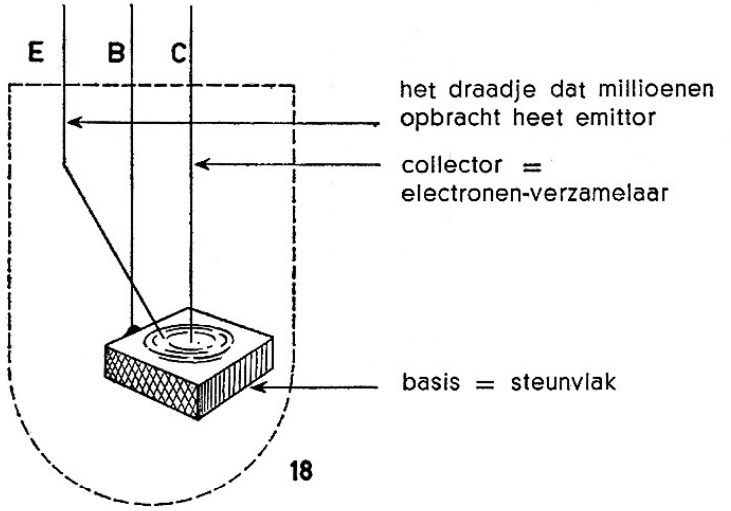
+ heeft een groot tekort aan electronen. — daarentegen heeft een zeer groot overschot. Als deze beide met elkaar worden verbonden gaat er een stroom van millioenen electronen van — naar +.

electronenspuit heeft dezelfde werking als licht of warmte. De stroom door de diode wordt groter.



17

Met licht is dat spuiten wel gemakkelijk. Je neemt een lampje en een lens en laat het lichtpuntje gewoon op de diode vallen. Maar hoe spuit je nu electronen op zo'n laagje ?
Wel, niets is eenvoudiger. Je hebt er alleen maar een draadje voor nodig en een batterij. Een batterij is immers een doosje, waarin de electronen als het ware onder grote druk (of liever spanning) zijn opeen gehoopt. Deze electronen schreeuwen om er uitgehaald te worden en een draadje er aan werkt net als een electronenspuit. En dat is nu het belangrijkste werk van die drie geleerden. Ze prikten een klein draadje in dat microscopisch kleine laagje in het germanium-kristal en de transistor was geboren. Want door het aanzuigen van stromen aan dit nieuwe draadje kon de stroom door het kristal naar het andere draadje worden geregeld. De weerstand wordt dan kleiner, en de stroom groter, of als er minder stroom in het nieuwe draadje wordt gestuurd zal er ook minder stroom door de diode naar het andere draadje vloeien. Het lijkt wel of de diode meer of minder poreus wordt door het insturen van fotonen of electronen.
Ze hadden dus de transistor uitgevonden. Want ze konden nu met een klein electronenstroompje een grote stroom sturen en regelen. En dat was vroeger alleen maar met een radiobuis mogelijk.
Natuurlijk waren het maar kleine stroompjes maar het ging en het was



18

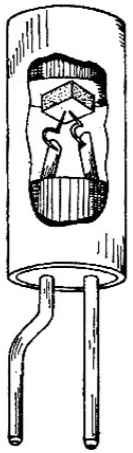
E = emittor
B = basis
C = collector

nu nog slechts een kwestie van tijd om betere exemplaren te maken voor grote stromen.
Maar het belangrijkste werk was gedaan. Er was een nieuw versterkerelement, dat de plaats van de grote radiobuizen kon vervangen.

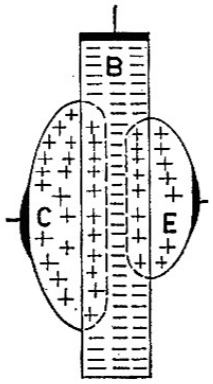
Als een lopend vuurtje ging het door de technische wereld die er stil van werd. Want men had toch echt wel gedacht, dat die radiobuis (die in 1908 door Lee de Forest was uitgevonden) het laatste woord was. En nu dus deze transistor. Alle fabrieken ter wereld kochten van de uitvinders de vergunning om de transistor te mogen maken en ze vroegen alle gegevens om zelf met dit nieuwe product verder te experimenteren om het te verbeteren. De uitvinders Bardeen, Brattain en Shockley kregen de Nobelprijs. Ze waren opeens wereldberoemd en dat alleen door dat hele kleine, simpele draadje, dat electronen stuurt naar een heel dun laagje.

Hoe raar klinkt dat niet. Een héél dun draadje, dat op zichzelf minder dan een cent kost, brengt alleen omdat het ergens ingeprikt wordt, millioenen guldens op. Je moet maar op het idee van dat draadje komen !

Zo ziet de eerste transistor er van binnen uit



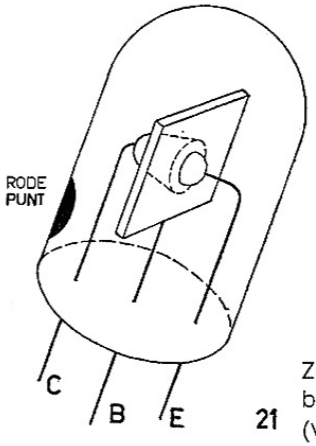
Maar waarom moet die transistor, die toch eigenlijk uit niets anders bestaat dan een stukje kristal en een paar dunne draadjes, toch nog een paar gulden kosten of honderden guldens ?
Wel, laten we zo'n transistorfabriek eens van binnen bekijken.



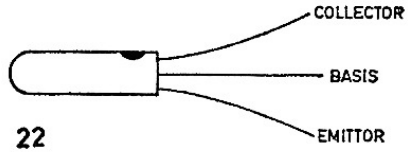
De tegenwoordige transistor bestaat uit een laagje germanium, waarin 2 andere soorten vervuild germanium zijn „gesoldeerd". De overgangen doen het eigenlijke werk.

De fabracage van transistors

Als we de moderne transistor vergelijken met het eerste product, dat door de drie uitvinders werd vervaardigd, dan zien we, al een opmerkelijk verschil. De eerste transistor had een blokje germanium als basis met twee contactdraadjes er in geprikt.
Maar de moderne transistor bestaat uit een heel dun plaatje germanium met aan beide zijden een bolletje metaal, dat indium heet. Het kleine bolletje heeft de taak van electronenspuit en wordt EMITTOR genoemd, terwijl het grote bolletje de electronenstroom opvangt die van de basis komt en die door de emittor wordt geregeld. Dit grotere bolletje heet dan ook COLLECTOR (is verzamelaar).



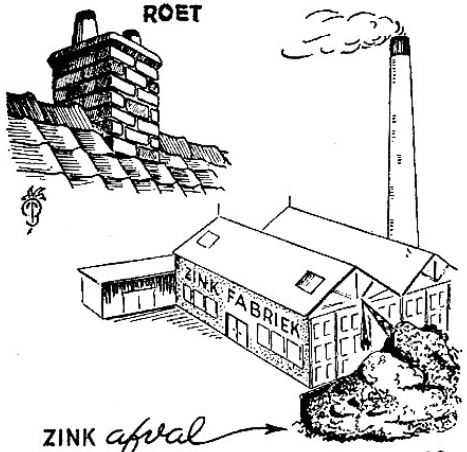
21 Zo ziet de laagjes-transistor er van binnen uit. Let op dat de collector (verzamelaar) het grootst is.



22

Het allereerste model was een puntcontact-transistor en de moderne transistor bestaat uit drie laagjes en wordt dus laagjes-transistor genoemd.
In het begin maakten de transistorfabrikanten ook nog wel de ouderwetse modellen (zo heeft Philips nog enige tijd de OC50 gevoerd) maar na korte tijd waren het alleen nog maar laagjes-transistoren.
Die drie laagjes moeten dus uit germanium worden vervaardigd, maar dan hebben we toch eerst heel erg zuiver germanium nodig.
IJzererts haal je uit de grond net als steenkool, maar waar vind je germanium ? Dat bestaat niet zomaar. Het is in heel beperkte mate te vinden in schoorsteenroet. In 1000 kg zit misschien net een vingerhoed vol germanium.

Maar het is in belangrijk grotere mate te vinden bij zink-afval. Zinkfabrieken, die dus uit zink-erts het metaal zink te voorschijn toveren, houden afval over en in dit afval zit germanium. Wel heel weinig, maar het zit er in. Om daaruit het zuivere germanium vrij te maken kost héél wat ! Geen wonder, dat germanium duur is !
Maar nu komt nog het ergste : als nu dat germanium na heel veel moeite zover schoon gemaakt is, dat het volkomen zuiver is, wordt het weer vuil gemaakt ! Opzettelijk !
Germanium laat namelijk geen stroom door en het moet toch net nog een beetje stroom doorlaten. Maar dan zoveel, dat het precies voldoet aan de eisen. Juist dat mengen is een heel moeilijk karwei. Er moeten na-



23

melijk enkele atomen, ja, géén grammen, nee, e n k e l e atomen per kilo germanium worden bijgemengd. Je kunt het vergelijken met in een groot meer een druppel azijn te gooien, maar probeer nu eens naar verhouding evenveel azijn te gooien in een glas water. Dat is onmogelijk!
Zelfs die druppel in het meer zal de ene keer groter zijn dan de andere keer. Maar in het kilo germanium moeten nu die paar atomen fosfor of arsenicum. En toch kunnen ze dat.
Maar het germanium dat schoon toch al heel wat kost, wordt door deze „vervuiling" echt niet goedkoper.
Om het geheel duidelijk te maken zullen we maar net doen of dit vuile germanium toch schoon is. Dat hebben we in het begin van dit boekje ook al gedaan. Of nee, we geven het een naam; we noemen het N-germanium. (Negatief germanium omdat het atoom germanium een electron teveel heeft.)

Goed, we hebben dus een hele lange maar dunne staaf N-germanium, dat dus „schoon" is. Deze staaf gaan we in heel dunne plakjes snijden (met een heel schoon mes natuurlijk). De plakjes zijn hooguit 1 mm dik en ongeveer 3×4 mm groot. Dat is dus de basis, waaraan we een emittor en een collector moeten vastmaken.
Eerst de emittor. We nemen een heel klein knikkertje van een bijzonder metaal, dat indium heet (vergeet die naam maar) en verwarmen dit omzichtig tot het smelt en laten het direct weer afkoelen. Wat is er nu gebeurd?

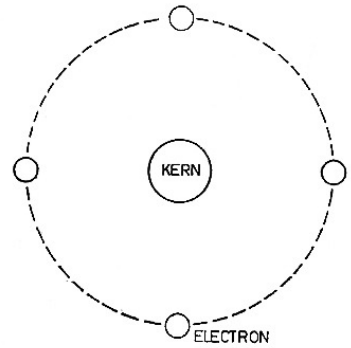


Dat knikkertje is gesmolten en heeft zich aan het plakje germanium vastgekit. Maar dit vastkitten had tot gevolg, dat er een beetje germanium en indium met elkaar werden vermengd. En dit menglaagje is nu het laagje waar het om gaat.
Dit mengsel is P-germanium geworden (positief-germanium met bij sommige germanium-atomen één electron te weinig.

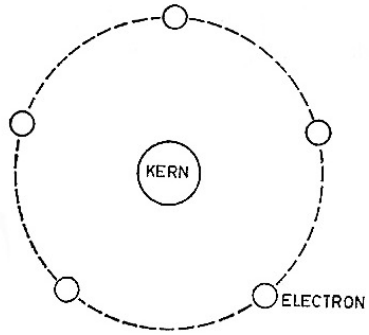
Voor het maken van de collector doen we hetzelfde, alleen nemen we hiervoor een iets groter knikkerje van indium. En ook hier weer door het smelten dat verbindingslaagje van P-germanium.
We hebben dus een klein laagje P-germanium; een plaatje N-germanium en weer een iets groter laagje P-germanium gekregen.

Nu prikken we nog een draadje in elk van de indium-knikkertjes en ook een aan het plaatje germanium en we hebben een PNP-transistor vervaardigd. Nu ja, dat zelf doen is onmogelijk, maar op papier hebben we het toch maar gedaan. We hebben een heel mooi glazen of metalen huisje er om heen gedaan om er voor te zorgen, dat het gevalletje niet vuil kan worden en we zetten een stipje op de kant waar de collector — dus de verzamelaar — zit. En als we dan 100 transistors hebben gemaakt, zijn die dan allemaal precies hetzelfde? Oh nee, er zijn zoveel bewerkingen aan geweest, dat het verschil tussen alle transistors onderling zeer groot kan zijn.

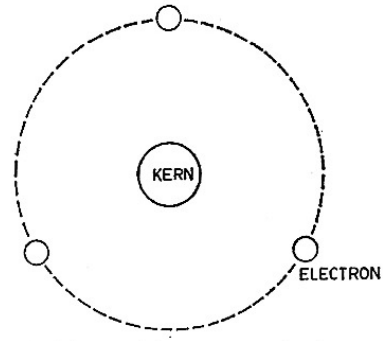
Er kan in het „schone" germanium per



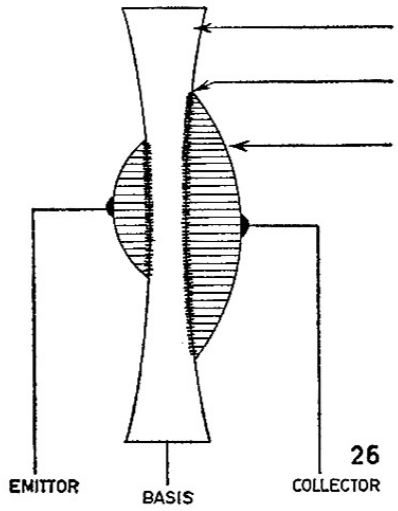
normaal germanium atoom
met vier electronen om de kern



bij dit germanium atoom is
één electron teveel. Het wil
er graag uit; daarom is het
negatief atoom (n-germanium)



omdat er hier een electron
te weinig is en de kern als
het ware schreeuwt om het
tekort komende atoom heet
dit een positief (p-germanium) atoom



plakje N-germanium

door het insmelten wordt het mengsel N-germanium en indium: P-germanium

indium knikker wordt ingesmolten.

kilo een atoom vervuiling teveel in zitten. Het smelten van het indium kan een honderste seconde te lang hebben geduurd, zodat het verbindingslaagje P-germanium iets dikker is dan van de voorgaande. Het plakje N-germanium kan enkele honderdste millimeters dikker of dunner zijn. En of dit verschil in de werking van de transistor merkbaar is ? Och, voor de amateurs is het niet zo erg, maar voor fabrikanten van meetinstrumenten is het wel erg. Die moeten soms twee precies dezelfde exemplaren hebben. En het kan voorkomen, dat ze wel enige honderden exemplaren moeten nameten voordat ze twee dezelfde hebben. Gelukkig hebben wij deze precisie niet nodig. Maar toch is het wel eens prettig om aan zo'n transistor te meten. Dan weten we wat hij doet en we kunnen er dan meer mee doen dan alleen maar nabouwen van de ontwerpjes in dit boekje. Maar daarover later meer.

Als je met het nieuwe wonder gaat werken is dat een aparte bladzijde in een dagboek waard. Noteer die datum want ik weet zeker dat je er over enige tientallen jaren aan terug zult denken. De eerste keer dat je een OC3 of OC13 tot versterker benoemt is een mijlpaal.

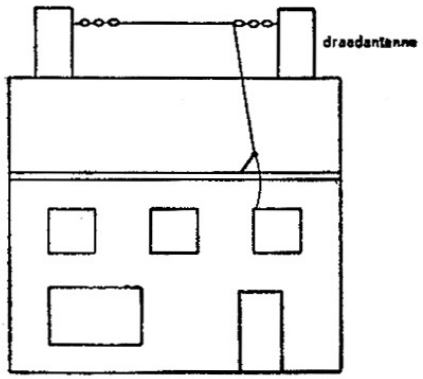
Maar hoe gaan we hem gebruiken ? We kunnen natuurlijk beginnen met de manier, die we al geregeld hebben beschreven, n.l. dat we het te versterken wisselstroompje van b.v. een kristal ontvanger op de emittor zetten en dan een koptelefoon opnemen tussen de collector en de minpool van de batterij. De stroom tussen basis en collector, die ongeveer 30 × zo groot is als die tussen basis en emittor gaat dus ook versterkt door de koptelefoon.

De stroom moet immers van de collector via de spoeltjes van de electromagneet in de telefoon naar de — pool. Als er een grote stroom door de spoeltjes gaat zal het membraan (de trilplaat in de telefoon) sterk trillen en als ze klein zijn zal ook de beweging van de trilplaat maar zwak zijn. Zo worden de stroompjes, die anders door de koptelefoon gingen zonder de transistor nu ongeveer 30 keer zo sterk. Maar eerst een kristalontvanger bekijken.

de kristal-ontvanger

Velen die dit boekje lezen zullen nog nooit een kristalontvanger hebben gebouwd of hoogstens er zomaar een in elkaar hebben „gedraaid". Maar er zijn toch nog wel een paar punten, waarop gewezen moet worden.
De kristalontvanger bestaat uit de volgende hoofdonderdelen :

antenne
aardleiding
spoel
draaicondensator
gelijkrichter
hoofd- of oortelefoon



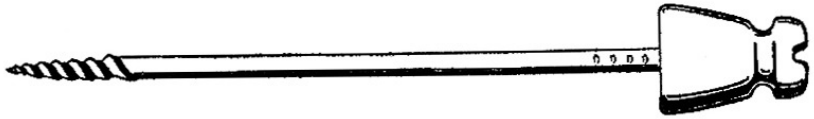
De antenne moet goed zijn. Zij die binnen een straal van 50 km van de zender wonen kunnen volstaan met een goede kamerantenne, maar als je verder afgelegen zenders wilt ontvangen is een goede dakantenne wel nodig, b.v. tussen 2 schoorsteenpijpen.
De eigenlijke antenne moet geheel vrij worden opgesteld, zodat men gebruik moet maken van isolatoren, zowel voor een kamerantenne als een buitenantenne.
Indien de tekeningen hier niet voldoende richtlijnen geven zal de radio-



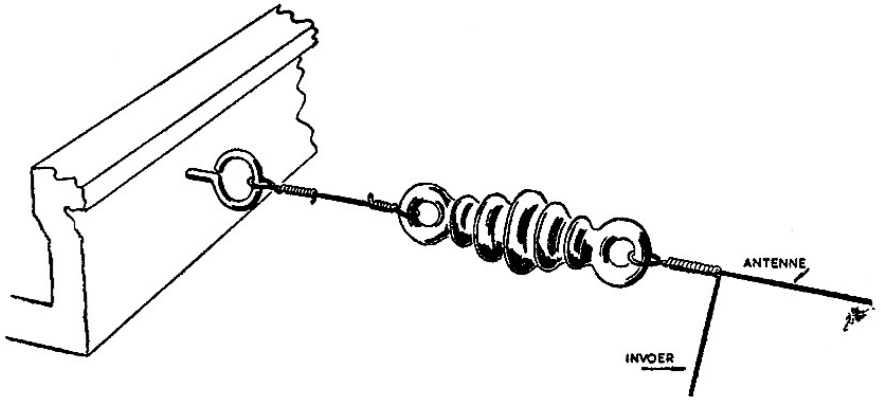
Een kamer-isolator houdt de antenne van de muur af



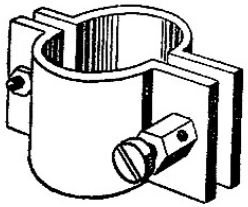
Een kozijn-doorvoer zorgt ervoor, dat de antenne geïsoleerd naar binnen wordt gevoerd



Pen- of afspan-isolator om de antenne vanaf het dak langs de muur naar het raamkozijn te voeren (ca 40 cm).



ISOLATOR (ca 25 cm)



aardingsklem

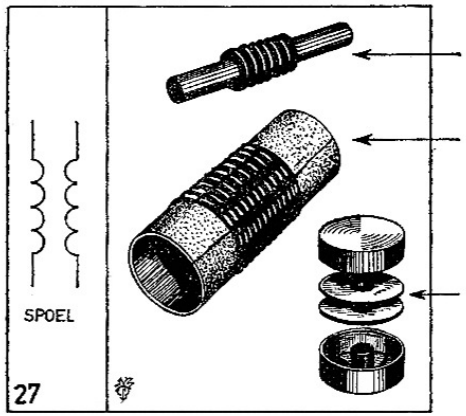
handelaar je graag adviseren. Maar denk er vooral aan, dat ook de leiding vanaf het dak geïsoleerd moet zijn en zo stevig is bevestigd, dan niet het eerste het beste stormpje de boel vernield.

De **aardleiding** zal voor dichtbij gelegen zenders niet nodig zijn, maar de gevoeligheid wordt veel groter als een goede aardleiding is aangebracht. Een draad die met een z.g. aardklem aan de waterleidingbuis vastzit is voldoende, hoewel de draad ook weer niet te dun mag zijn. (Neem schelledraad).

En zet dan de antenne en aardleiding in een stopcontact aan de muur van uw experimenteerhok vast. Het lijkt een overbodige luxe, maar dat is het beslist niet. Wij weten dit uit ervaring.

De spoel kan op verschillende manieren worden gemaakt of van verschillende merken worden gekocht. Voor het laatste zie men de tekeningen op pagina 27.

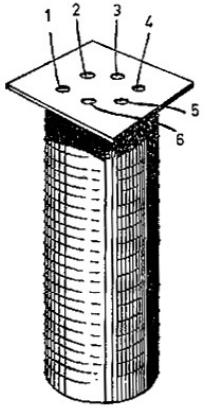
Zelf maken is nog veel prettiger, omdat men dan alle kanten uit kan. De



spoel op ferroxcubestaaf

spoel op closetrol

spoel gewikkeld in schaalkern D14/18

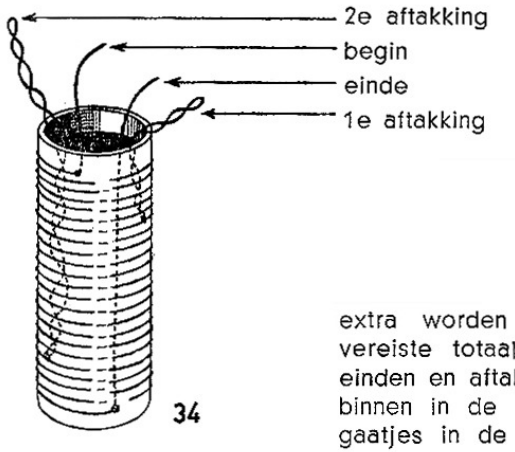


3 en 4 = uiteinden spoel
1 en 2 = aftakkingen
5 en 6 = koppelspoel

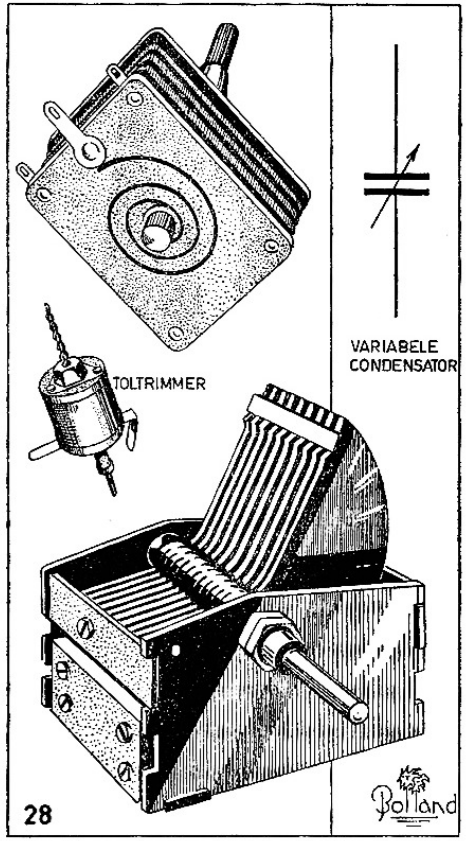
goedkoopste spoel is wel die op de koker uit een closetrol, waarop 100 windingen (12,5 meter) schelledraad worden gelegd. Dat kan net. Het is alleen nodig zeer netjes te wikkelen en dus elke winding precies naast de vorige te leggen zonder tussenruimte. Komt men toch niet helemaal uit, dan mogen de resterende windingen er wel over worden gelegd.

Alleen zal het dan goed zijn er dan nog vijf extra bij te doen. En dan een goede raad: leg na 33 en 66 wikkelingen een lus in de draad. Een stukje van deze lus wordt van het isolatieplastic ontdaan zodat het blanke draad te voorschijn komt. We hebben dan op de gehele spoel 4 aansluitpunten. Nu moet er nog een koppelspoel omheen worden gelegd.

We nemen hiervoor nog 20 windingen (het mogen er best een paar meer of minder zijn) van hetzelfde schelledraad, waarvan dus nog 2,5 meter extra nodig is.
Samen is dat dus 15 meter. Maar we hebben ook nog een begin en een eind van de eerste spoel en daarop twee aftakkingen, alsmede een begin en een eind van de tweede spoel.
Samen mag hiervoor best een meter

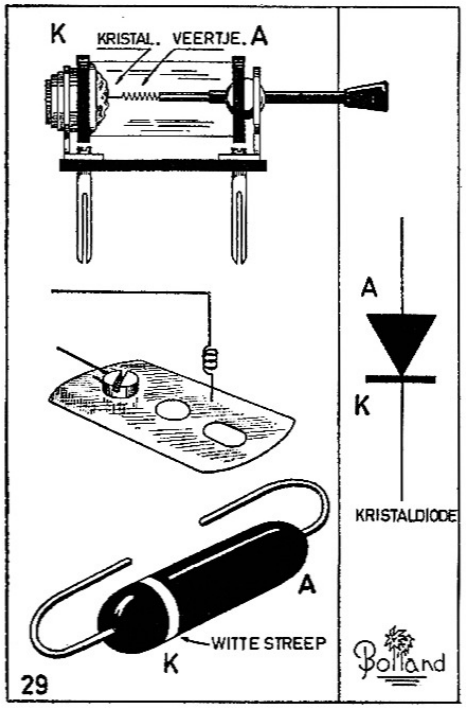


extra worden genomen, zodat het vereiste totaal 16 meter is. Die uiteinden en aftakkingen dient men naar binnen in de spoel te voeren, door gaatjes in de koker met een dikke stopnaald te prikken.
Maak de uiteinden in ieder geval zo lang, dat ze er allemaal aan één kant minstens twee cm uit steken. Bij het schoonkrabben van de aftakkingen mag de draad niet stuk worden gemaakt. De spoel kan men nog mooi afwerken door aan de zijde waar de draden uitsteken een stukje carton (met Collal) te plakken, waarin zes gaatjes zijn geprikt. Nummer de gaatjes en stop de draden er doorheen zoals de tekening aangeeft.
Dan is de spoel hetzelfde als van Ritro, Amroh of Mutron.
Eventueel kan men de aftakkingen weg laten, dus de nummers 1 en 2, maar dan wikkelt het niet zo gemakkelijk en het aantal experimenten wordt kleiner. De spoel kan ook beter gemaakt worden met een kern, het liefst een van ferroxcube. Er zijn staven in de handel van 10 cm met een doorsnede van 1 cm.
Hierop hoeven maar 50 windingen te worden gelegd, met eventueel aftakkingen op 16 en 33 windingen. En een koppelspoel vraagt ook maar de helft, dus 10 windingen.



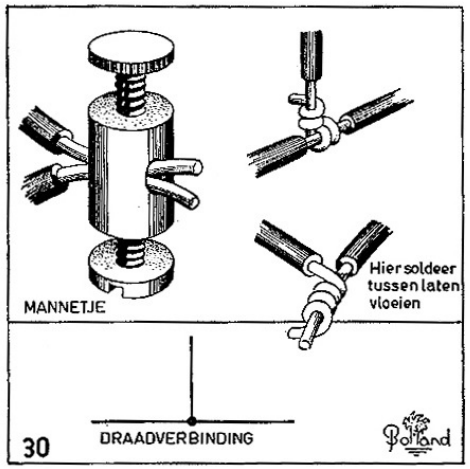
De variabele condensator kunnen we natuurlijk ook wel zelf maken, maar dat is echt onbegonnen werk. Daarvoor is een draaibank nodig en duur precisie materiaal. En ze zijn echt niet

zo duur. De goedkoopste en kleinste is de mica-condensator. Een gewone enkelvoudige condensator is ongeveer twee keer zo duur, maar het beste kan men toch meteen maar een tweevoudige condensator nemen, omdat die later ook nog bruikbaar is bij meer uitgebreide experimenten. Wil men het eerst maar eens aanzien, dan is beslist de mica-draai-condensator aantrekkelijker. Samen met de grote spoel (tussen 3 en 4) vormt de draaicondensator de afstemming.
De antenne wordt aangesloten op 1 (als het een lange is) of 2 en men kan ook de koppelspoel gebruiken om aan de ene zijde (5) de antenne en aan (6) aarde te bevestigen. Nu behoeven we alleen nog maar het geluid uit de zendergolven los te maken om, zij het dan heel zwak, de onhoorbare zender golven hoorbaar te maken. Dit doen we met :



De gelijkrichter, die hier de taak van detector ofwel in goed nederlands van éénrichtingsweg inneemt.
We hebben op pag. 6 al uitgelegd hoe een gelijkrichter werkt en zullen hierop niet verder ingaan.

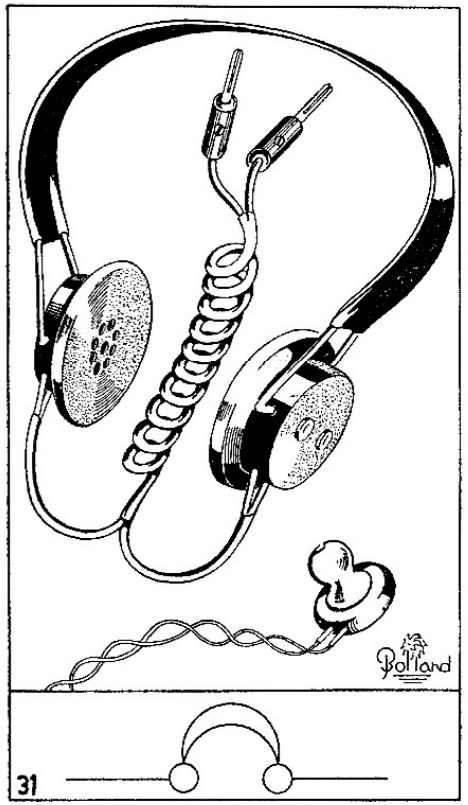
De kristalontvanger bestaat dus uit deze hoofddelen en we dienen nu nog iets te hebben dat de electrische stroompjes hoorbaar maakt. Hiervoor nemen we een hoofdtelefoon van 2000 Ohm (2000 Ω) of een oortelefoon.
De laatste is voor velen aantrekkelijker omdat die haast niets kost.



Op de figuur hiernaast zien we iets over draadverbindingen. Dat is namelijk heel lastig.

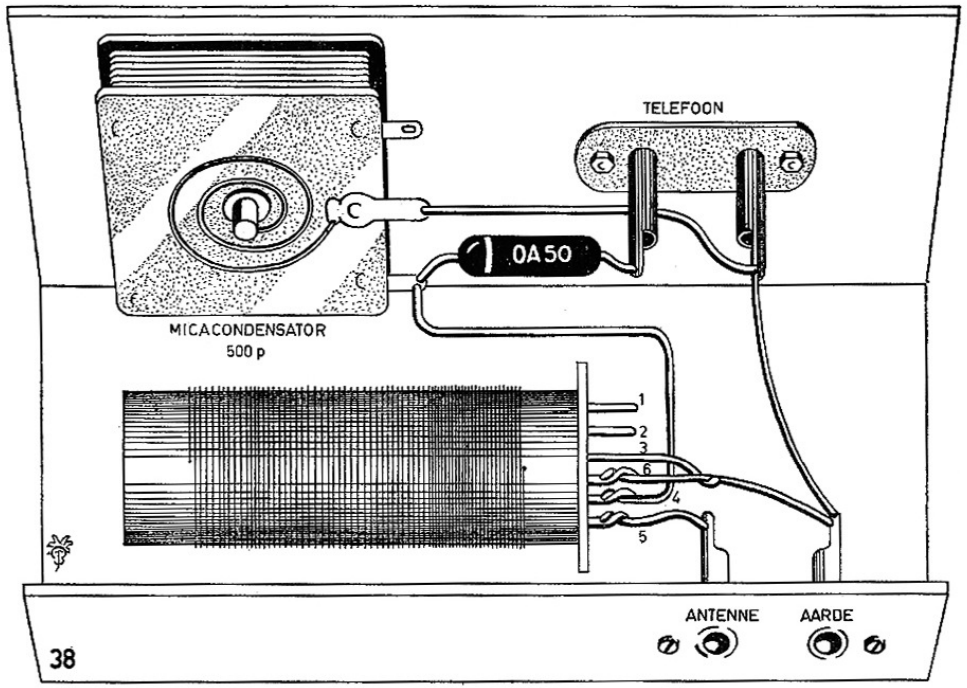
Natuurlijk kan het met een z.g. mannetje, maar liever zullen we solderen. Knopen is absoluut verboden.
Het best is wel om de twee te solderen draden eerst om elkaar te rollen en er dan soldeer tussen te laten vloeien. Tekort solderen kan op die manier haast niet meer, omdat de soldeer pas in de naden vloeit, als het metaal heet is. Let er vooral ook op, dat het soldeer niet verbrandt door te lang verwarmen.

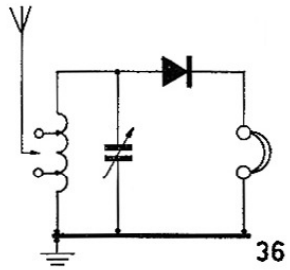
Zowel te kort als te lang solderen levert slechte verbindingen.
Op de beide volgende pagina's zijn de tekeningen gedrukt van de kristalontvanger in twee verschillende uitvoeringen.



Degenen, die al eens een kristalontvanger hebben gemaakt, behoeven natuurlijk die tekeningen niet te bekijken. Maar het is echt wel beter om eerst de kristal-ontvanger te bouwen, voordat de transistor het geluid versterkt. Dan weet je tenminste dat de ontvanger werkt en met het zwakke geluid dat er uit komt, kunnen verdere transistor-experimenten worden gedaan.

Het bouwen levert vast geen moeilijkheden op als de voorschriften voor de draadverbindingen maar juist worden opgevolgd.

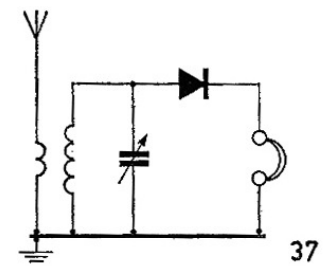




kristal-ontvanger
met aftakbare spoel

Figuur 36. Kristal-ontvanger met twee aftakkingen op de spoel. De terugkoppelspoel hoeft dus niet te worden gemaakt, maar het kan geen kwaad dit toch te doen, ook al omdat dan de andere ontvanger ook kan worden geprobeerd. De afgetakte spoel heeft het nadeel, dat de antenne op twee verschillende punten kan worden aangesloten. En bij uit proberen zal blijken dat één van beide de beste geluiden voortbrengt. Voor allebei de gesloten. En bij uitproberen zal blijgoede antenne en aarde nodig zijn.

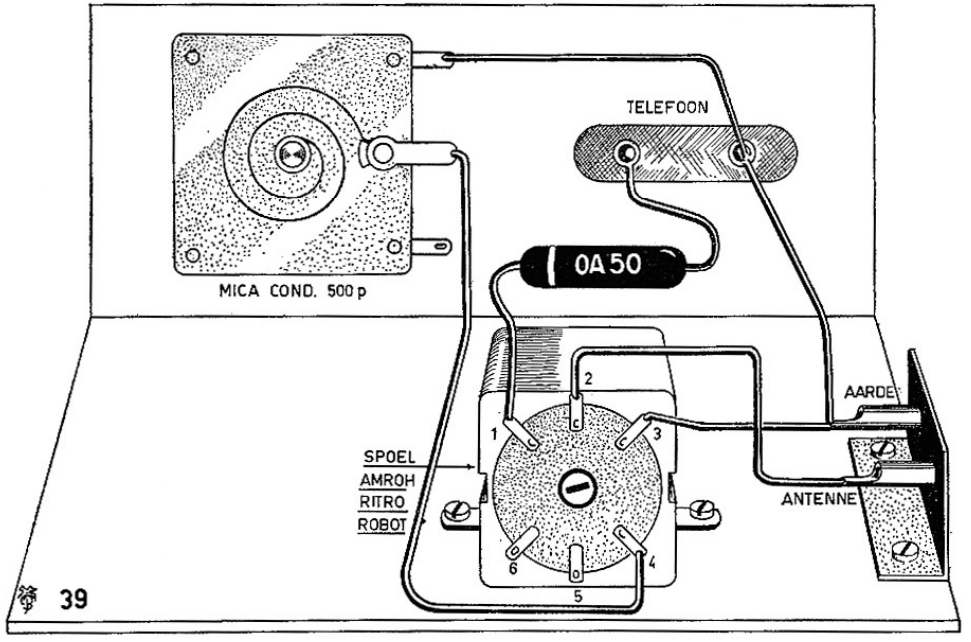
En nu de transistor-ontvanger

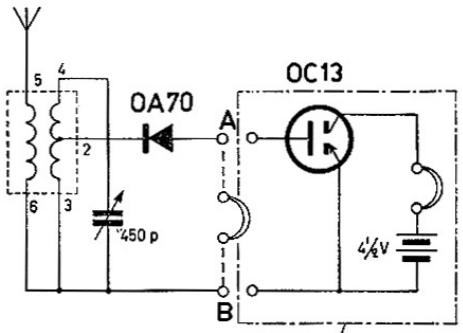


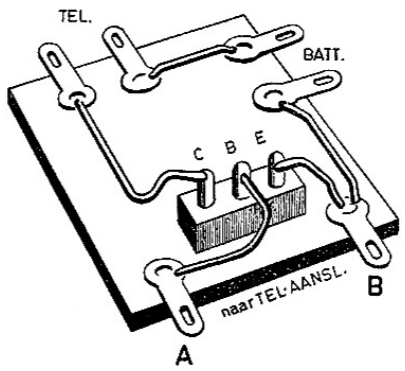
ontvanger met
koppelspoel

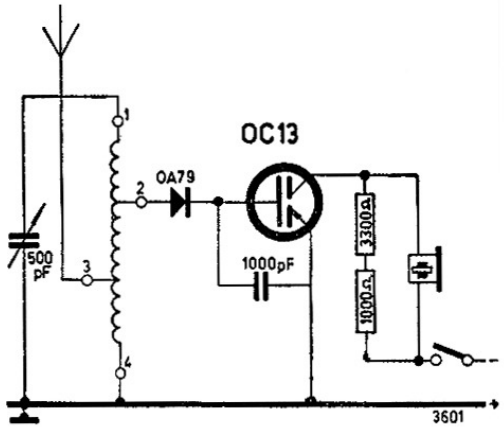
Ons uitgangspunt is de hiervoor beschreven kristalontvanger en nadat hij eerst met antenne en aardleiding op de enkele hoofd- of oortelefoon is geprobeerd, gaan we een transistor als versterker gebruiken. Hiertoe verbinden we de basis met de kathode van de gelijkrichter, de emittor met aarde en aan de collector bevestigen we één aansluiting van de hoofdtelefoon. De andere aansluiting gaat naar de — van de batterij, terwijl de + naar aarde (dus eveneens naar de emittor) gaat. Bij gebruik van een oortelefoon moeten we anders werken, omdat deze geen stroom doorlaat.

Tussen de collector en de min nemen we nu een weerstand op van 1000 Ω tot 5000 Ω (Ohm). De waarde is niet belangrijk.





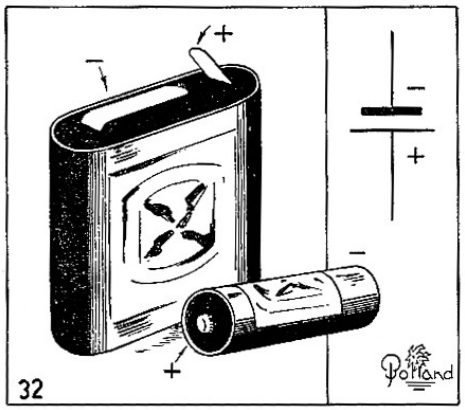


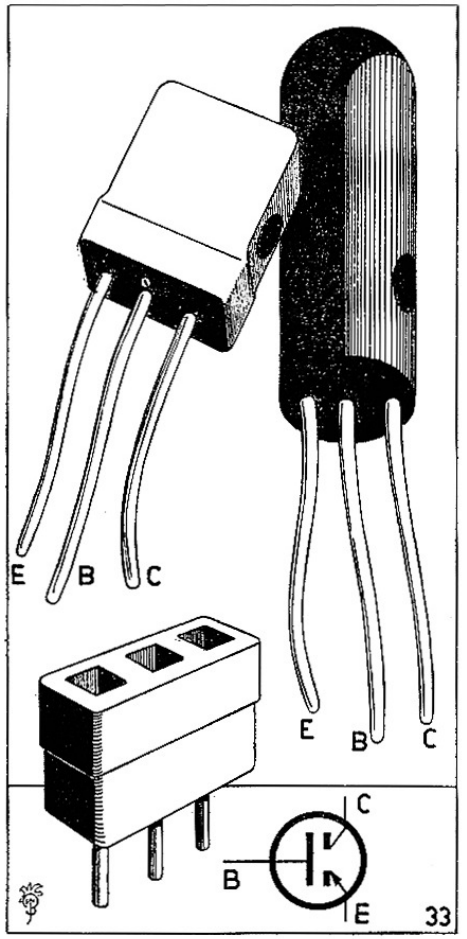


De oortelefoon komt ook tussen de — en de collector, maar hij zal niet daarom geluid geven. Hij zal dat doen, omdat hij aan weerzijden van die weerstand zit. Dat klinkt raar, maar we moeten weer een heel verhaal beginnen om dat uit te leggen. We willen slechts zeggen dat dit komt, omdat de oortelefoon niet op stroom reageert (dus amperes) maar wel op spanning (volts). In deel II van het jongenstransistorboek is meer ruimte om dit uit te leggen.

Hier volgen enkele waardevolle tips voor het monteren van de diverse schema's.

① Solderen is het beste, maar erg lastig. Het beste doet men door eerst solderen te beoefenen op losse stukjes draad. Te korte tijd verwarmen van het soldeer geeft dit materiaal geen gelegenheid tot uitvloeien over over de twee aan elkaar te verbinden delen, terwijl lang solderen het soldeer kan verbranden. En verbrand soldeer levert niet alleen een slechte verbinding die erg bros is, maar zal een veel hogere weerstand hebben dan het onverbrande metaal, zodat men dan een extra weerstand aanbrengt zonder het te zien en te willen.





② Gebruik zoveel mogelijk transistorvoetjes. In de eerste plaats, omdat dan voorkomen wordt dat door te lange en te hete verwarming bij het solderen de transistor zou sterven en in de tweede plaats omdat de transistor later voor andere experimenten kan worden gebruikt met behoud van de schakeling. Denk er vooral aan om op het voetje de zijde van de collector aan te tekenen (de rode stip).

③ Als men toch aan de transistor wil solderen, geen bezwaar, maar zorg er dan voor het draadje dat moet worden vastgezet met een tang vast te klemmen, zodat de warmte door de tang wordt afgevoerd en dus vooral niet bij het inwendige van de transistor komt. Ervaren monteurs durven het best zonder tang, maar het is toch altijd veiliger met zo'n warmte-afvoer.

④ Het beste kan men monteren op weerstands bordjes. Ook het chassis uit de Philips bouwdoos PIONIER is zeer geschikt. Goedkoop is echter een zeer dun plaatje triplex of droog (dik) karton, waarin koperen spijkertjes worden geslagen als soldeersteunen. De beginner of de zeer jeugdige knutselaar kan waarschijnlijk het beste de contacten verzekeren met „mannetjes" die voor 10 cent (1,5 fr) verkrijgbaar zijn in elke goede radiozaak.

⑤ Controleer voor het aanbrengen van de batterij één, twee of driemaal het gebouwde. En let ook op de juiste polariteit van de batterij. Controleer desnoods met een lampje en de batterij of alle verbindingen wel goed zijn.

⑥ Bouw vooral netjes. Het voorkomt vergissingen en ook een ander kan het dan zien zonder te schrikken.

Mega	=	miljoen 1.000.000
Kilo	=	duizend 1.000
Milli	=	duizendste $\frac{1}{1000}$
Micro	=	miljoenste $\frac{1}{1.000.000}$
Nano	=	duizend miljoenste $\frac{1}{1.000.000.000}$
Pico	=	miljardste $\frac{1}{1.000.000.000.000}$

En nu we toch aan het schoolmeesteren zijn, is het nuttig iets te vertellen over de waardering van weerstanden en condensatoren.

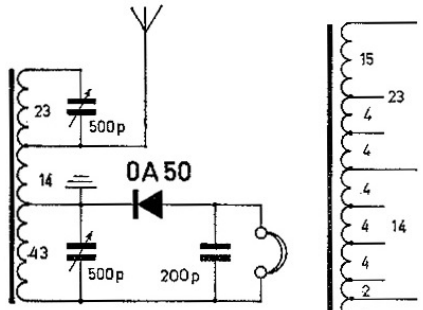
In de tekeningen lezen we steeds steeds over 500 p, 220 k enzovoort. Wel eerst dan over de condensator.

De waarde van een condensator is genoemd naar zijn uitvinder Faraday : Farad. Een zo grote waarde bestaat niet. Ook niet een millifarad (1/1000 farad). We beginnen pas bij microfarad (μF) dat is dus een millioenste farad. Het millioenste deel van een microfarad wordt pF = picofarad genoemd. Ook komt men wel nanofarad (nF) tegen, hetgeen een duizendste μF is (of 1000 pF). Een ingewikkelde benaming. Maar dat komt allemaal, omdat men nooit had gedacht zulke kleine condensatorwaarden te gebruiken. Men is uitgegaan van een veel te grote condensatorwaarde.

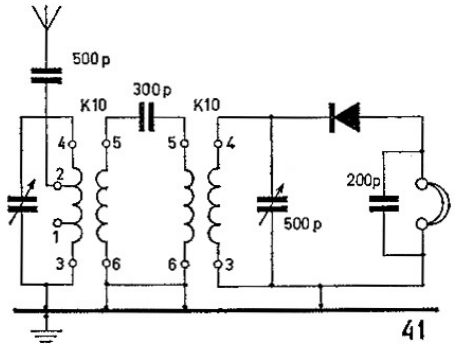
Dat werkt erg ingewikkeld, zodat we maar denken in pF en μF. Dus één millioen pF = 1 μF.
In de tekeningen wordt dit dan nog afgekort tot p en μ.

De waarde van een weerstand ligt precies andersom. Daar heet de kleinste waarde, die haast nooit gebruikt wordt, een Ohm, genoemd naar de gelijknamige deskundige. Duizend Ohm zijn 1 kilo-Ohm (k Ω) en millioen Ohm worden Mega-Ohm (M Ω) genoemd. Stel je eens een condensator voor van een megafarad .... of een weerstand van 1 pico-Ohm. Een 2 mm dikke draad van 1 cm lengte zou nog meer weerstand hebben dan 1 pico-Ohm. Maar goed dat dit niet bestaat en dat we er geen rekening mee behoeven te houden.

Na al die droge theorie nu maar weer eens over de schema's praten



40

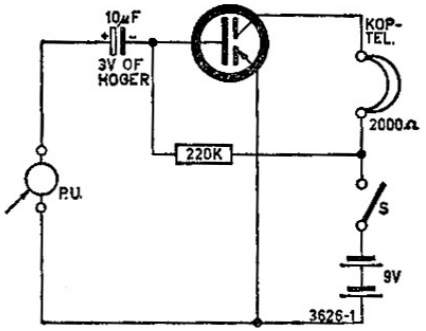


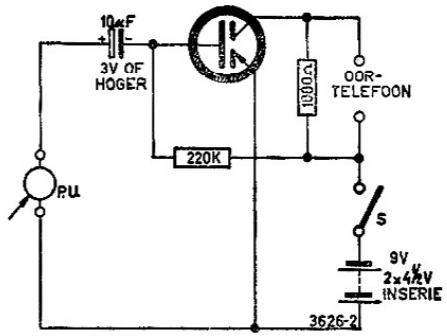
41

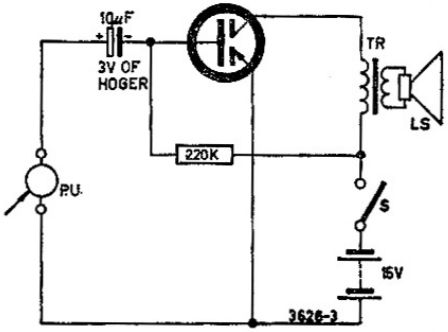
Op de pagina hiernaast worden nog enige betere kristal-ontvangers beschreven, die alle het voordeel hebben, dat ze de verschillende stations beter uit elkaar houden. Ze zijn meer selectief.

Bij een gewone kristalontvanger lopen zelfs de sterkste stations (of juist deze stations) door elkaar. Daar is alleen maar iets aan te doen door er nog een spoel bij te zetten. En bij al deze uitvoeringen is ook een tweevoudige draaicondensator nodig.

We kunnen deze selectiviteit echter ook nog op een andere manier bereiken. Voordat we dit doen echter eerst nog iets over de transistorversterker. Die is wel op z'n meest eenvoudige vorm gemaakt. Want het is zo, dat de transistor zou smelten, als het radiostation te sterk zou zijn. Dat is in de praktijk wel nooit het geval, maar het zou toch kunnen. Als we inplaats van het radiosignaal, dat van een pickup zouden versterken, dan zouden we beslist niet zo eenvoudig mogen schakelen. We moeten dan n.l. de basisstroom begrenzen. Dit doen we met een weerstand, nadat het sterke signaal eerst voor de gelijkstroom van de basis is gescheiden door een condensator. Een condensator laat geen gelijkstroom door, maar is wel in staat om wisselspanningen over te dragen. Omdat de basis toch stroom moet kunnen trekken uit de emittor moet er een verbinding zijn tussen de basis en de minpool.
Om te zorgen, dat die stroom door de basis niet te groot wordt, komt er een weerstand tussen de min en de basis. De hier getekende pickup





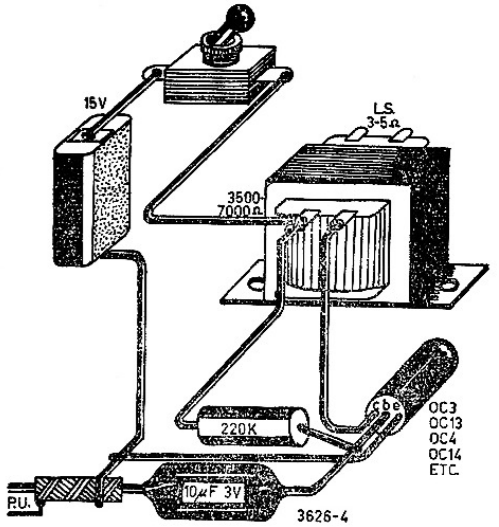


versterkers laten zien, dat met één transistor best een pickup versterker kan worden gemaakt, zelfs met een luidspreker. Het geluid is met een luidspreker wel erg zwak en daarom is het alleen maar aan te raden voor degenen, die een transformator van „7000 op 5 Ohm" heeft liggen, om dit experiment uit te voeren.

Met een hoofd- of oortelefoon is het wel de moeite waard. Let er vooral op dat er voor de beide telefoons een verschillende schakeling nodig is.

We keren na deze tussentijdse experimenten weer terug naar de ontvanger, die we toch echt wel beter willen maken. We moeten daarom eerst eens praten over de afstemkring.

We maken deze kring, bestaande uit de spoel en de draaicondensator, door hem gewoon maar aan een telefoon te verbinden erg slecht. Zodra er n.l. een weerstand aan de beide uiteinden van de kring komt wordt deze slechter. „Ja maar er zit toch geen weerstand", zult u zeggen. Nee geen



echte weerstand, maar wel de weerstand die er bestaat tussen de basis en de emittor.

En als we geen transistor gebruiken, wel de weerstand van de hoofdtelefoon. Deze weerstand dempt de spoel. Denk eens aan een schommel. Als je die een tik geeft op het goede moment, zal hij een mooi stuk omhoog gaan en steeds hoger slingeren. Maar als je hem die tik iets te vroeg of te laat geeft, doet hij haast niets en op die manier kun je het zelfs tot stilstand krijgen.

Die bewegende schommel is de te ontvangen golflengte en de duwtjes tegen de schommel dat gebeurt op dezelfde manier in de spoel. Maar stel je nu eens voor, dat er iemand is, die heel hard aan degene die duwt gaat trekken. Die kan dan lang niet zo goed die duwtjes geven. Wel op tijd, maar hij ondervindt een weerstand. Hij kan alleen zachte duwtjes geven.

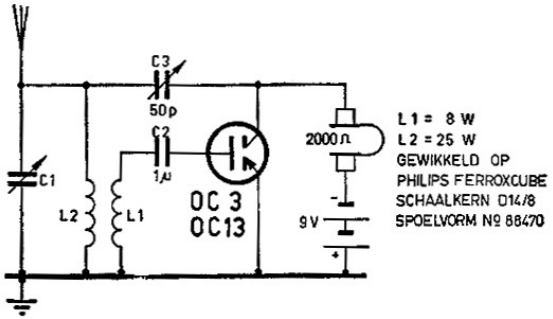
Dat gebeurt ook als we de hoofdtelefoon aansluiten. De spoel kan de te ontvangen golven, als hij tenminste door de draaicondensator is afgestemd en dus op tijd duwt, behoor-

lijk opslingeren. Maar zodra we ze hoorbaar willen maken, dan horen we maar een tiende of misscien wel een honderdste gedeelte van wat we werkelijk zouden kunnen horen.

Nu zijn er trucjes om die weerstand niet zo sterk voelbaar te maken van de spoel.

Als we n.l. een gedeelte van het versterkte signaal, mits dat ook netjes in de pas loopt, weer naar de spoel terug brengen, en dus opnieuw versterken, dan wordt de demping, die de weerstand veroorzaakt, opgeheven. Nu ja wel niet opgeheven, maar toch wel zoveel verkleind, dat we een behoorlijke winst krijgen.

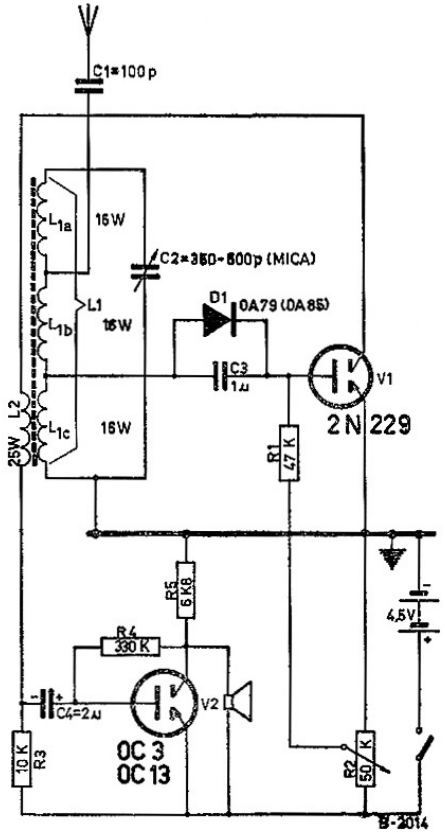
We gaan dus met een ander spoeltje (de terugkoppelspoel tussen 5 en 6) het zendsignaal weer terug brengen. Maar dat levert moeilijkheden op. Het is allemaal te ingewikkeld omdat maar ineens helemaal uit te leggen, Maar als die terugkoppeling te goed wordt dan gaat de versterker gek doen. Hij trekt zich niets meer aan van de ontvangsignalen, maar gaat in z'n eentje trillingen maken. Het wordt een apparaatje, dat zelf als zender kan dienen. We horen fluittonen en piepen in de telefoon. En als we in de buurt van een radio zitten, dan zal deze er ook last van hebben. Dit uit zich zelf gaan trillen heet genereren. Maar als deze terugkoppeling nu verzwakt wordt met een draaibare weer-



stand of met een draaibare condensator, dan is dat genereren niet meer mogelijk op een gegeven moment. Maar dan is er wel een kleinere demping op de spoel. We moeten dus de ontvanger net niet tot generenren brengen of op de rand van het genereren om de beste ontvangresultaten te verkrijgen. En die winst is zeer groot in vergelijking tot de gewone kristalontvanger met een transistor er achter.

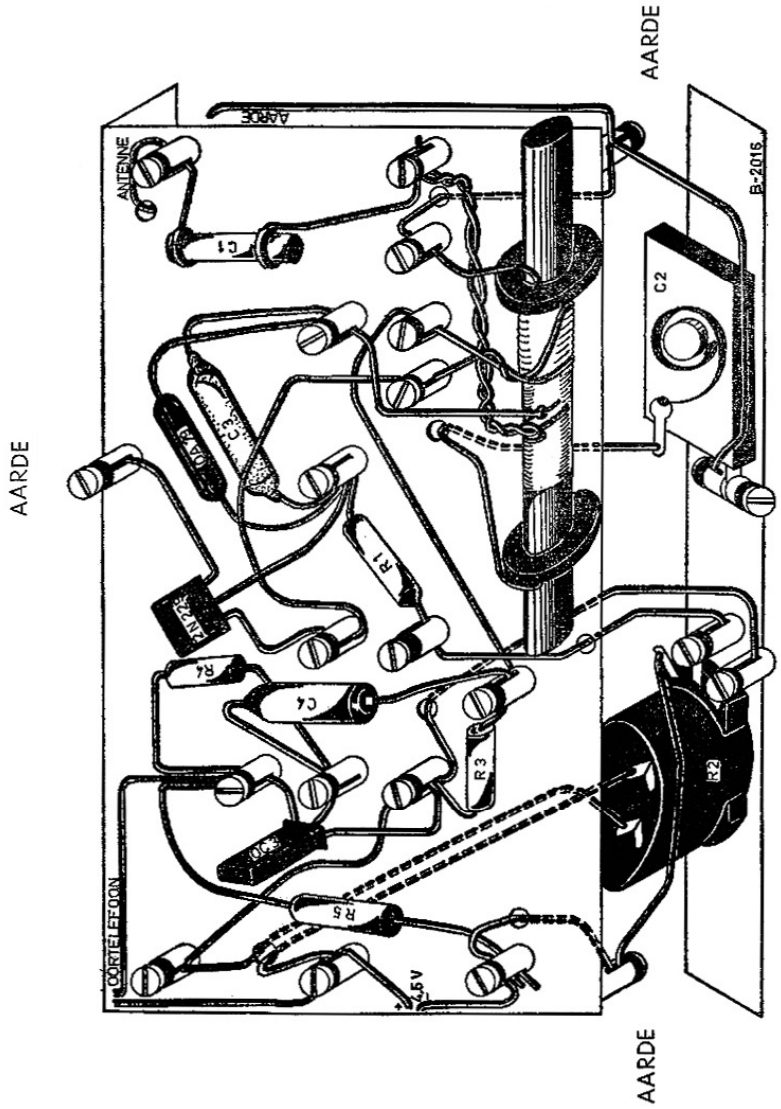
Bij het experimenteren met deze terugkoppeling zal blijken, dat de één veel betere resultaten geeft dan de ander. Transistors en vooral de goedkope experimenteer-transistors versterken goed, maar hoe hoger de frequentie (het aantal trillingen per seconde) is, des te minder is de versterking.

De een versterkt nog bij 1.000000 Hz (1000 kHz) terwijl de ander haast niets meer doet bij 500.000 Hz (500 kHz). Nu liggen de radiostations in het middengolf gebied tussen 200 en 500 meter (dat is tussen 600 en 1500 kHz) en het is dus voor zo'n goedkope transistor wel erg moeilijk. Nu zijn er gelukkig ook nog betere transistors in de handel tegen een redelijke prijs (7 gulden of 90 frs.) die zelfs bij 2000 kHz iets doen. Zo'n transistor is de 2N229 van Sylvania. Dit is een heel andere transistor, die NPN-transistor heet. Bij deze transistor is namelijk de polariteit precies tegengesteld aan die van de PNP-typen.
Aan de collector en de basis komt dus de + en aan de emittor de — van de batterij. Het is dus wel zaak om bij deze transistor de schakeling stipt op te volgen.



In de ontvanger zijn twee transistors toegepast. De eerste transistor (V1) is van het n-p-n, de andere (V2) van het p-n-p type.

De antenne-wisselspanning, die ons het geluid in de oortelefoon moet

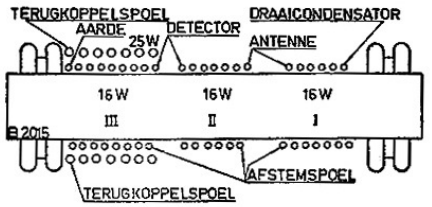


geven, komt via de condensator C1 de ontvanger binnen.

De wisselspanning die over L1c ontstaat, gaat vervolgens via de diode D1 en de condensator C3 naar de transistor V1. D1 en C3 zorgen er nu voor, dat de gemoduleerde h.f.-wisselspanning wordt gedetecteerd.

Dit detecteren betekent scheiden. In de radio-ontvangtechniek verstaat men onder dit begrip het scheiden van de muziek- en spraakwisselspanningen van het hoogfreuqentsignaal, dat via de antenne in de ontvanger arriveerde. In zo'n detectorschakeling laat men de h.f.-wisselspanning meestal verloren gaan. Het laagfrequentsignaal (muziek en spraak) gaat men dan verder versterken. In ons geval wordt het l.f.-signaal dat uit de detector komt aan de basis van V1 gelegd.

In de ontvangerschakeling regelt men de terugkoppeling d.m.v. de potentiometer R1. De regeling is soepel.



De gegeven ontvangerschakeling is, gezien het kleine aantal transistors, bijzonder gevoelig. Met een zeer korte en lage antenne werden reeds een vrij groot aantal stations ontvangen. De ontvanger wordt gevoed uit een droge batterij van 4,5 volt. Daar het verbruik van de schakeling uiterst gering is, gaat de batterij lang mee. Zij raakt bij regelmatig gebruik pas na een half jaar uitgeput.

De ontvanger is gebouwd op het chassis van de „Pionier".

Bij het bouwen van de schakeling is geen gebruik gemaakt van een soldeerbout. Er bleken voldoende „mannetjes" aanwezig te zijn, om de bedrading netjes te kunnen uitvoeren.

Op de ferrietstaaf, die met dunne koordjes aan de bovenzijde wordt bevestigd, zijn 4 spoeltjes gewikkeld. Direct op de spoel liggen 3 wikkelingen. Over wikkeling 3 is de terugkoppelspoel L2 aangebracht (zie fig. 2). Voor de terugkoppelspoel is met zijde omsponnen geëmailleerd draad gebruikt. Men kan ook draad met plastic isolatie toepassen.

De afregeling

Allereerst dient te worden vermeld, dat nu een veel eenvoudiger antenne kan worden gebruikt, b.v. een kamerantenne. De aardleiding blijft gewenst doch is niet noodzakelijk.

Wanneer men de bedrading goed heeft gecontroleerd, kan de 4,5 volts batterij worden aangesloten. Als de schakelaar in de aan-stand is gezet, dient men bij het aansluiten een zachte ruis in de oortelefoon waar te nemen.

Is dit niet het geval, dan controlere men nog eens de bedrading van de eindtrap (V2) en kijkt of de eindtransistor een brom of klik wil produceren, wanneer men de basis van V2 met een schroevedraaier aanraakt.

Als de eindversterker het doet, gaan we de antenne en aardleiding aansluiten.

We dienen nu, wanneer aan de afstemcondensator wordt gedraaid, stations waar te nemen.
Stel dan vervolgens met de potentiometer R1 de terugkoppeling in. De ontvanger is het meest selectief en het meest gevoelig, wanneer de terugkoppeling op het randje van genereren wordt gebracht.

Bij het testen van het ontwerp werd gebruik gemaakt van een 5 meter lange antenne, die ongeveer 3,5 meter hoog was gespannen.

Overdag zijn de beide Hilversumse zenders, Brussel (Vlaams en Waals), de BBC en enkele Duitse stations te horen. 's Avonds ook nog andere buitenlandse stations.

Door het geringe verbruik is de schakeling buitengewoon geschikt voor portable-gebruik.

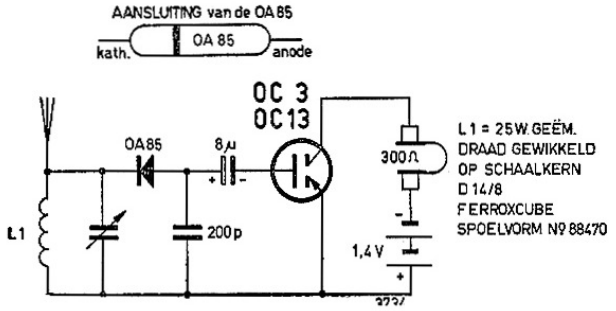
In de vacantie zal dan ook dit ontwerp uitstekende diensten kunnen bewijzen als kampeer-ontvanger.

Nog enkele experimenten met ontvangers

Tot nu toe zijn de voornaamste soorten schema's wel gegeven. Er zijn echter nog vele mogelijkheden, waarvan we er hierbij toch nog wel een paar willen noemen.

Eerst maar die met één transistor.

Uitgaande van het schema, waarin een transistor wordt toegevoegd aan de kristal-ontvanger, is hier dan een verbetering door het toevoegen van twee condensatoren, n.l. 200 pF en 8 μF. De koptelefoon hoeft niet 300 Ω te zijn. Hij mag ook een waarde van 2000 Ω hebben. In dat geval kan de batterijspanning 4.5 volt worden.



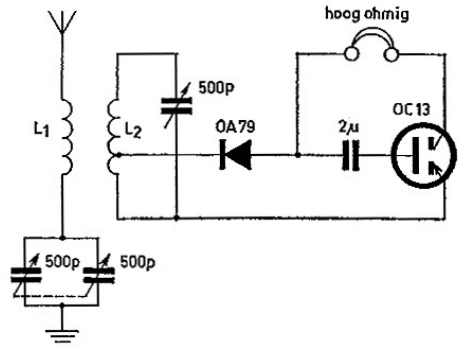
De tweede ontvanger werkt zonder batterij.

De wisselspanning, die de antenne opvangt wordt namelijk gelijkgericht en dan als voeding gebruikt.

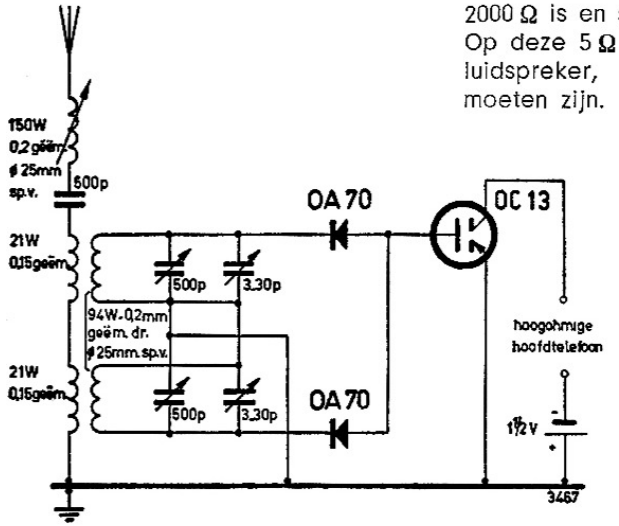
Dit lijkt raar, maar de wisselstroom uit het lichtnet wordt toch ook op die manier geschikt gemaakt.

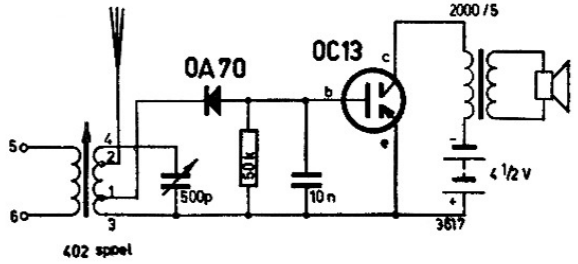
Natuurlijk is die spanning niet groot en hoogstens een honderdste gedeelte van die van een batterij.

Hoe dichter bij de zender, hoe hoger de spanning en des te beter de ontvangst.



De dubbelontvanger is moeilijk te maken, maar heeft een tweemaal zo grote geluidssterkte. Ook de scheiding tussen de verschillende stations (dat heet selectiviteit) is veel groter.
De spoelvorm moet een diameter hebben van 25 mm, maar mag ook wel iets groter zijn. Met één transistor is ook wel luidsprekerontvanst mogelijk. In plaats van de hoofdtelefoon moet dan een transistor-uitgangstransformator worden aangesloten, die primair 2000 Ω is en secundair 5 Ω.
Op deze 5 Ω aansluiting komt dan de luidspreker, die eveneens 5 Ω zal moeten zijn.

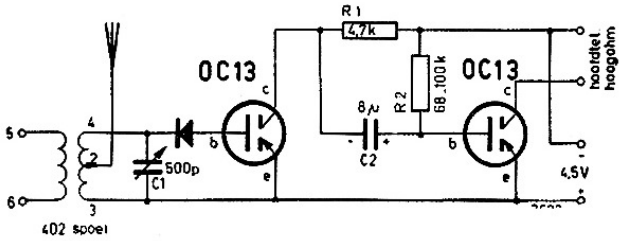


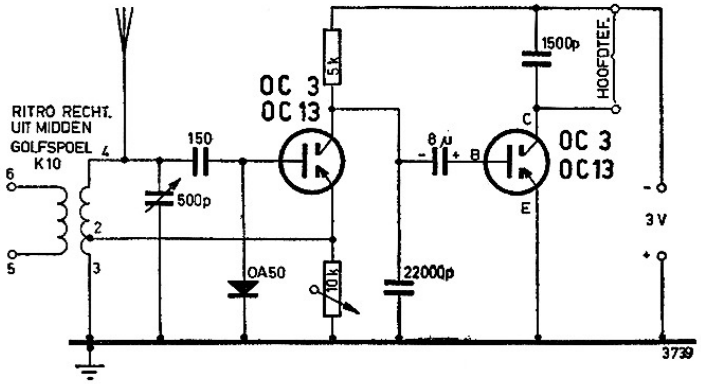


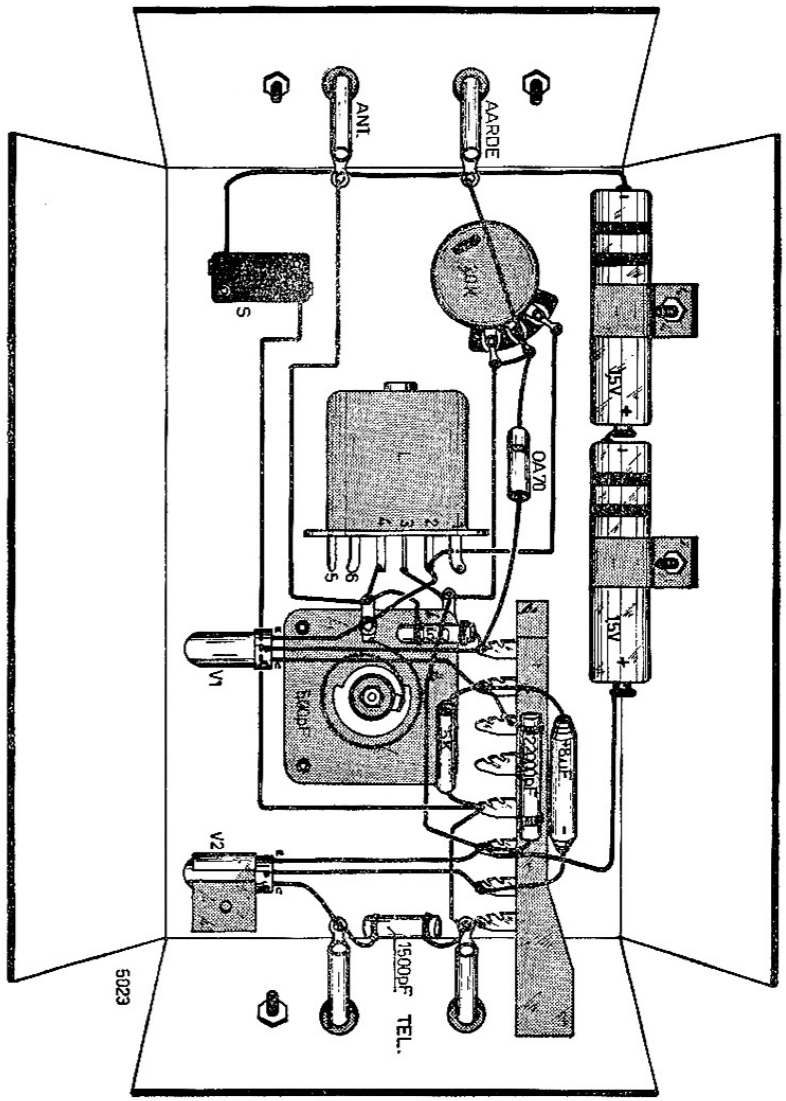
Met twee transistors zijn er natuurlijk nog meer mogelijkheden.

De geluiden van de kristalontvanger worden dan ongeveer 1000 × versterkt. Het eerste schema is heel eenvoudig en zal iedereen wel kunnen maken.

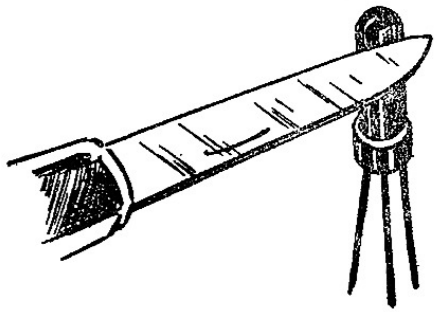
Het tweedeis veel mooier maar ook moeilijkker. Het werd gebouwd in een kartonnen doosje en kan met een potentiometer worden bijgeregeld voor het geluidsvolume. Voor deze ontvanger hebben we dan ook een mooie bouwtekening gemaakt.







Bouwtekening behorende bij de figuur onderaan op pag. 41



Bijzondere schema's met transistors

Als we de lak van de transistor afkrabben (voorzichtig) dan kan er licht op de verbinding tussen vuil en schoon germanium komen. Als er nu een gevoelig relais te krijgen is (ga geen nieuwe kopen want dat is veel te duur) dan kunnen wij de lichtgevoeligheid aantonen.

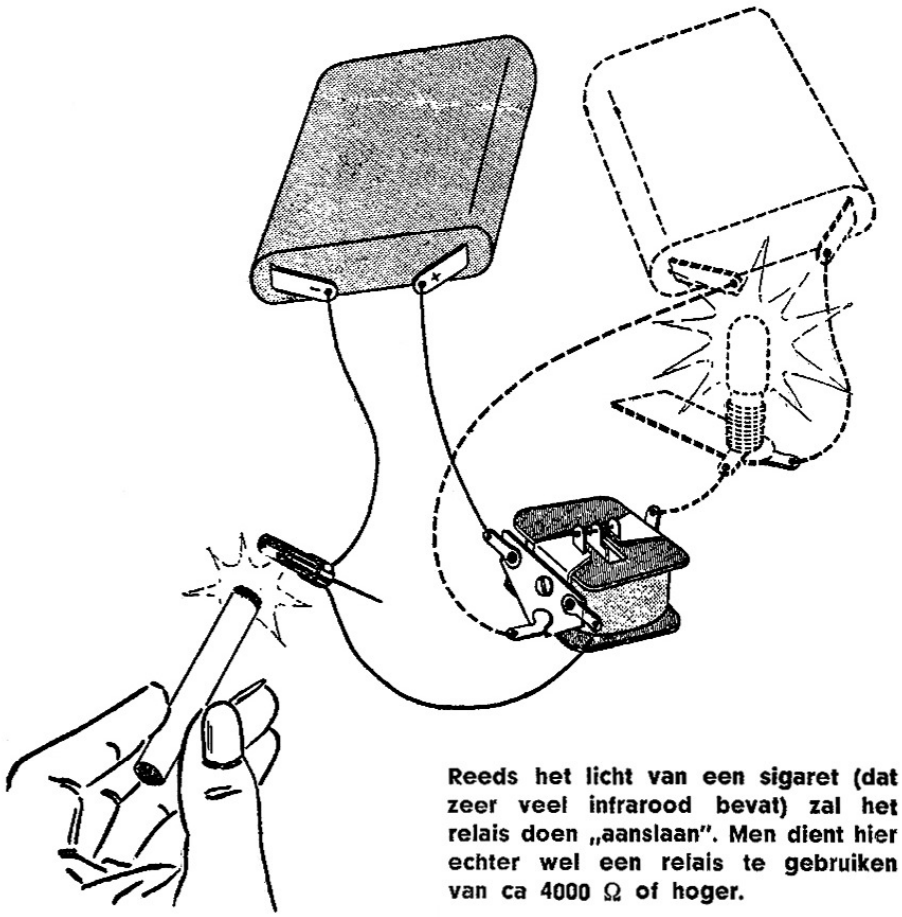
Schakel het relais, transistor en batterij, als aangegeven en houdt dan eens een brandende sigaret (in het donker) bij de transistor. Het relais zal dichtslaan en er kan met een zwak lichtje als dat van een sigaret een groter licht ontstoken worden.

Maar ja, niet iedereen zal een relais kunnen krijgen en toch willen we nog wel eens proeven nemen met licht.

Een betere lichtcel is, hoewel moeilijk toch wel goedkoper te krijgen. Het is een seleencel, die ook in belichtingsmeters voorkomt.

Met dit schijfje of plaatje gaan we een lichtpieper maken. Dus een seinapparaat, dat pas geluid geeft als er licht opvalt.

De seleencel neemt eigenlijk de plaats van de batterij in. Als er licht valt op de seleencel dan is het een batterij. En we kunnen er dus een echt seinapparaat van maken door er een sterk teruggekoppelde versterker van te maken.



Reeds het licht van een sigaret (dat zeer veel infrarood bevat) zal het relais doen „aanslaan". Men dient hier echter wel een relais te gebruiken van ca 4000 Ω of hoger.

a	•—	1	•————
b	—•••	2	••———
c	—•—•		
d	—••	3	•••——
e	•	4	••••—
è	••—••		
		5	•••••
f	••—•	6	—••••
g	——•		
h	••••	7	——•••
i	••	8	———••
j	•———		
k	—•—	9	————••
l	•—••	0	—————
m	——	ver- kort 1	•—
n	—•	2	••—
o	———		
p	•——•	3	•••—
q	——•—	4	••••—
r	•—•		
s	•••	5	•••••
t	—	6	—••••
u	••—		
v	•••—	7	——•••
w	•——	8	———••
x	—••—		
y	—•——	9	————•
z	——••	0	—————

We hebben het bij de teruggekoppelde ontvanger gehad over genereren. Als de terugkoppeling te groot was, dan zou de schakeling eigen trillingen voortbrengen in de frequentie waarop de spoel en de condensator zijn afgestemd

Natuurlijk moeten 'het trillingen zijn die we kunnen horen en niet de radiotrillingen van millioenen Herz. Ze mogen hooguit enkele duizenden Herz zijn, omdat onze oren geen trillingen horen, die hoger zijn dan 15.000 Hz.
Als we nu bij dit apparaat steeds de hand op de seleencel leggen, zodat er geen licht op komt, kunnen we er nog morse mee seinen ook.

Maar je merkt dan ook, dat de toon hoger of lager wordt, naarmate er meer of minder licht opvalt.

Als je nu de plus bij de trafo (zie de bouwtekening) onderbreekt met een seinsleutel of een drukknop dan heb je een seinapparaat, dat ook als lichtorgel kan dienen.

afkappingsteken •—•—•—•
kwijtingsteken •••—•—
noodsein (SOS) •••———•••

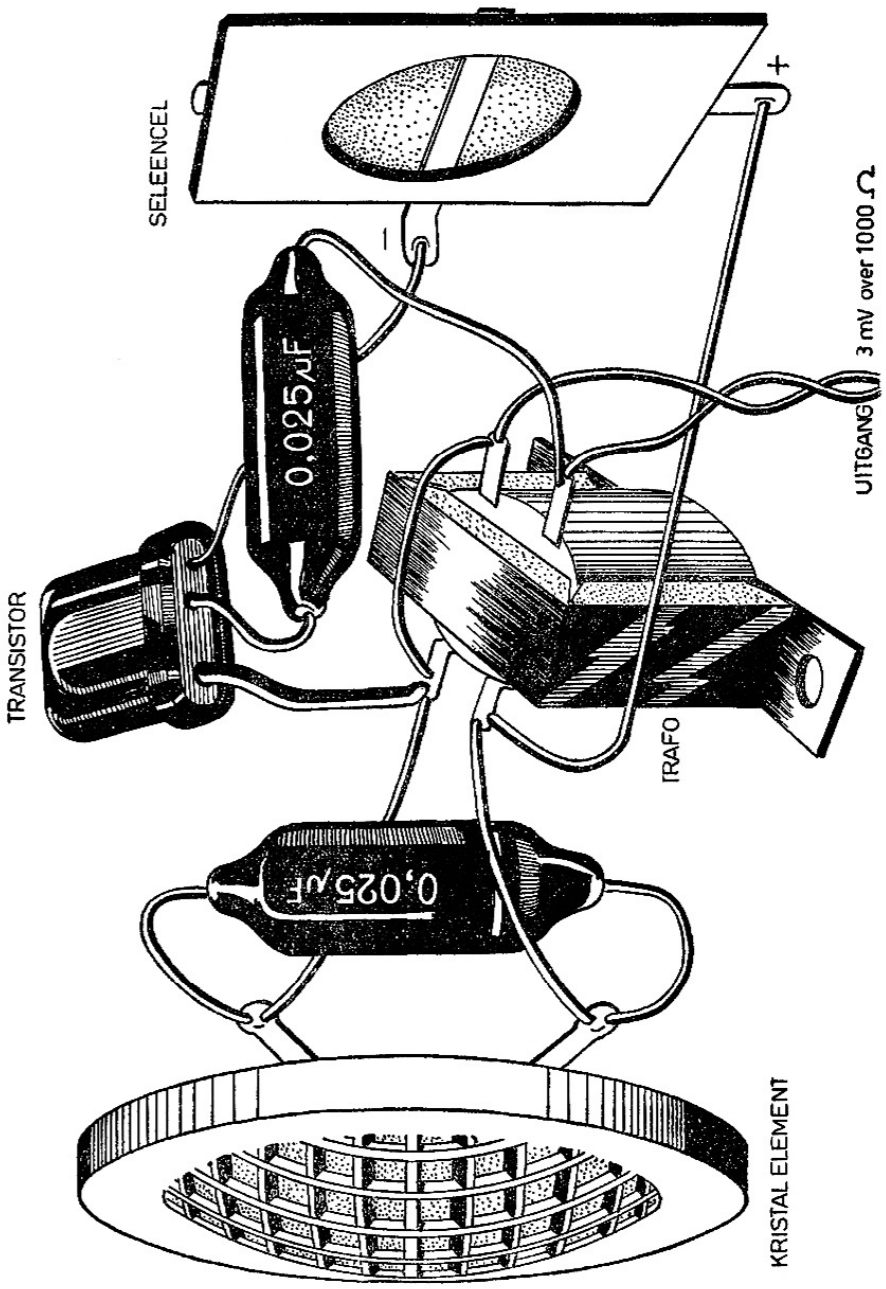
" •—••—• , ——••——
/ —••—•

: •—•—•—
: ———•••

() —•——•—
? ••——••

begrepen •••—•
wachten •———•••
vergissing ••••••••
begin teken —•—•—

sluitteken •—•—•
scheiteken —••••—
koppelteken —••••—



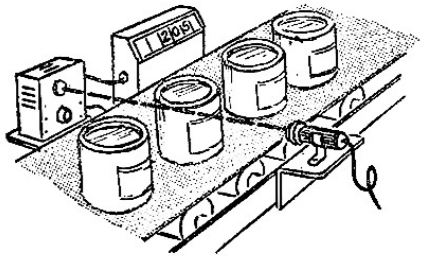
Het type transistor dat gebruikt wordt is vrij onbelangrijk. Vrijwel ieder type doet het, o.a. OC70, 71, 72, 13, 14, 3 of 4. Het transformatortje is gewikkeld op een miniatuurkerntje, afkomstig van een afvlaksmoorspoel uit een triller-eenheid. De grootte en de wikkelverhouding is niet critisch. Men kan voor het gemak natuurlijk ook een trafotje kopen, die in verschillende soorten in de handel zijn.

Aantal wikkeling bedraagt ongeveer: primair 400 en secundair 200 van 0,1 mm emailledraad.

Het controle-telefoontje is een element van een Ronette kristal-microfoon. Practisch ieder kristaltelefoontje is hier echter bruikbaar.

De lichtcel is van het type, dat ook wel gebruikt wordt in luxmeters.

Men kan de lichtcel zelfs vervangen door een plaatje uit een seleencel, zij het dan met iets minder resultaat. Wanneer men voor de samenstelling een doorzichtig plastic doosje gebruikt, dan kan de licht- of seleencel in het doosje worden ingebouwd; in het andere geval zou deze een plaats buitenop moeten vinden. De eerste methode is natuurlijk veel eleganter.



Op het zelfde principe werkt ook een electronisch telapparaat

Als je dit boekje aandachtig hebt gelezen, wil je natuurlijk meer weten over electronica (dat is het hele gebied van radio, televisie, modelbesturing, versterking, enz.)

Wel lees dan eens een keer

RADIO ELECTRONICA

De eerste keer is het beslist wel een beetje moeilijk, maar lees hetzelfde nummer nog eens en nog eens en na een jaar weet je al heel wat van de electronica af. En blijft het dan nog te moeilijk, of ben je nog te jong, lees dan eens een nummer van

TECHNIEK
en HOBBY

dat ook nog over foto's, electrische en chemische proeven, timmeren enz. gaat. Het zal je beslist bevallen!

~~R.E.~~ kost per nummer 85 cent (12 fr) terwijl T&H slechts 50 cent (8 fr) kost

Technische uitgeverij Wimar