



 PHILIPS ***E**lectronic*
ALL TRANSISTOR ***E**ngineer*

instructieboek

Met een EE 8-bouwdoos kunnen de volgende acht schakelingen worden gebouwd:

Electronic **E**ngineer

Met een EE 20, of de EE 8 tezamen met de aanvuldoos A 20, kunnen de volgende 22 boeiende schakelingen worden gebouwd:



Veilig! Geen netaansluitingen, geen solderen! Gemakkelijk te bouwen, gemakkelijk opnieuw te bouwen!



Sla voor de beschrijving van de schakelingen blz. 2 en 3 op.

- Twee-transistor radio-ontvanger
- één-transistor radio-ontvanger
- twee-transistor grammofoon-versterker
- automatische nachtlamp
- morsecode-apparaat
- verklikkerlicht
- knipperlicht
- regen- en vochtigheidsindikator



- Drie-transistor radio-ontvanger
- twee-transistor radio-ontvanger
- één-transistor radio-ontvanger
- twee-transistor grammofoon-versterker
- elektronisch orgel
- morsecode-apparaat
- morsecode-apparaat met luidspreker
- inbraakalarm
- belichtingsmeter
- testapparaat voor onderdelen
- balansversterker
- Bi-Ampli-versterker
- intercom
- telefoonversterker
- verklikkerlicht
- knipperlicht
- akoestisch relais
- diefstalalarm
- inbraakalarm met spaarschakeling
- automatische nachtlamp
- regen- en vochtigheidsindikator
- tijdschakelaar

DE ELEKTRONIKA OMSPANT DE WERELD

De elektronika is een moderne technische wetenschap, die dagelijks in omvang toeneemt en die mogelijk maakt, wat eens als een sprookje werd beschouwd. Radio's, platenspelers en televisietoestellen zijn in elk huis te vinden. Radio- en radarbakens, die schepen en vliegtuigen helpen hun weg te vinden door de dichtste mist, worden dagelijks gebruikt. Wij zijn niet verbaasd meer te horen dat raketten de ruimte in geschoten worden en inlichtingen terugzenden over de geheimzinnige stralingsgordels en de magnetische velden die op duizenden en zelfs miljoenen kilometers van de aarde verwijderd te vinden zijn.

EN THUIS

Communicatie, signalering, meten, controleren en tegenwoordig zelfs het maken van berekeningen, dit alles wordt mogelijk gemaakt door de elektronika. Voor veel mensen zijn deze technische mogelijkheden een gesloten boek.

De EE-bouwdozen, waarin gebruik wordt gemaakt van de modernste onderdelen, zullen je in staat stellen dit boek te openen en het te begrijpen. Wiskunde of moeilijke studie is daarvoor niet nodig, alleen maar je ogen en je eigen gezonde verstand. Naarmate je verder komt, leer je de tekeningen lezen, de onderdelen, zoals transistors, kennen en begrijpen hoe de onderdelen in de apparaten werken.

MONTEREN EN EXPERIMENTEREN

Een groot aantal interessante schakelingen kan worden gebouwd met de EE-bouwdozen. Radio-ontvangers, grammofoonversterkers, intercomsystemen zijn dingen die je bij het gebruik even veel genoeg zullen verschaffen als je had bij het bouwen er van. En dit geldt ook voor de minder bekende schakelingen; het luisterapparaat, het knipperlicht, het inbraakalarm, de vochtigheidsindikator enz. Je kunt dus zonder al te veel moeite en met veel genoeg zoveel kennis en ervaring omtrent de elektronika opdoen, dat je vrienden, je ouders en zelfs deskundigen verbaasd zullen staan over wat je op dit terrein weet.

ALGEMENE AANWIJZINGEN

BOUWBESCHRIJVING

THEORIE

INHOUD

Beschrijving van de onderdelen	4
Algemene aanwijzingen voor de montage	7
Opsporen van fouten	13
Bouwbeschrijvingen	15
Algemene theorie	41
Schemabeschrijvingen	62

Elektro-akoestiek

- A 1 Eenvoudige grammofoonversterker voor het luisteren met een oortelefoon (EE8).
- A 2 Versterker voor microfoon- en grammofoonweergave, met de mogelijkheid spraak en muziek te mengen.
- A 3 Balansversterker voor krachtige weergave en uitstekende geluidskwaliteit.
- A 4 Bi-Ampli-versterker voor gescheiden weergave van hoge en lage tonen. Geeft ruimtelijke geluidsspreiding (pseudo stereo).
- A 5 Elektronisch orgel met acht instelbare toetsen.

Telecommunicatie

- B 1 Morsecode-apparaat. Biedt de gelegenheid de morsecode te oefenen. Klinkt als radiotelegrafie. Kan, indien nodig, uitgebreid worden voor oefening met groepen (EE8).
- B 2 Morsecode-oefenapparaat met luidspreker. Telegrafie in twee richtingen mogelijk met een zend/ontvangschakelaar.
- B 3 Intercom-huistelefoon met luidspreker. Met spreek/luisterschakelaar. Het gesproken wordt weergegeven door luidsprekers.

- B 4 Luisterapparaat. Kan gebruikt worden om zwakke geluiden, zoals gezang van vogels in de open lucht, te versterken. Luisterspoel maakt het meeluisteren met telefoongesprekken mogelijk. Weergave via luidspreker of oortelefoon.

Radio

- C 1 Radio-ontvanger met één transistor. Weergave via oortelefoon, ontvangst met ingebouwde antenne (EE8). Buitenantenne. Visserijband. Richting-gevoelige ontvanger.
- C 2 Gevoelige twee-transistor radio-ontvanger met oortelefoon (EE8).
- C 3 Drie-transistor ontvanger met ingebouwde antenne en luidspreker.

Elektronische signalering

- D 1 Verklikkerlicht. Als er licht op de fotocel valt, gaat er een lamp branden en blijft branden tot er een knop wordt ingedrukt (EE8).
- D 2 Knipperlicht. Een lamp gaat regelmatig aan en uit; net als een knipperbol bij een voetgangersoversteekplaats (EE8).
- D 3 Akoestisch relais. Als de microfoon een geluid opvangt, gaat het lampje aan en blijft aan tot de hersteltoets wordt ingedrukt.

- D 4 Diefstalalarm. Geeft een fluittoon als er licht valt op een lichtgevoelige cel, bijv. als een boek, dat op de cel ligt, weggenomen wordt. Kan ook op deur of raam worden gemonteerd als inbraakalarm.
- D 4-1 Diefstalalarm met spaarschakeling.
- D 5 Inbraakalarm. Geeft een fluittoon als indringers licht aandraaien of een raam openen. De fluittoon duurt voort tot de hersteltoets wordt ingedrukt.

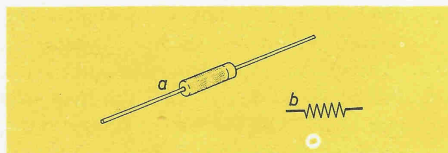
Elektronische meet- en regeltechniek

- E 1 Automatische nachtlamp. Als de zon onder gaat of als het licht in de kamer uit gaat, gaat een noodverlichting automatisch aan. Als de zon op komt, of als het licht weer aan gedaan wordt, gaat het nachtlampje vanzelf weer uit. (EE8).
- E 2 Vochtigheidsindikator. Een lampje gaat branden als het gevoelige element te vochtig wordt. Het kan o.a. als waarschuwing gebruikt worden, wanneer het bad te vol loopt, wanneer een boot lek is of als de bloemen water nodig hebben (EE8).
- E 3 Tijdschakelaar. Een lamp wordt ingeschakeld en gaat na een van te voren ingestelde tijd weer uit.
- E 4 Universele meetbrug. Weerstand en condensatoren kunnen hiermee getest worden. Meet ook lichtsterkte (lichtmeter).

WEERSTANDEN

Koolweerstanden

In de EE-bouwdozen worden koolweerstanden gebruikt. Deze bestaan uit een keramisch buisje, waarop zich een dun spiraalvormig koollaagje bevindt. Zo'n laagje heeft een veel hogere weerstand dan bijv. een koperdraad. De dikte van de laag, lengte er van en de deeltjesgrootte van de koolstof zijn bepalend voor de waarde van de weerstand. De koolweerstanden zijn te klein om de weerstandswaarde er van aan te geven met cijfers. Deze waarde wordt daarom aangegeven door middel van een kleurcode. Op de weerstanden in de doos zijn vier gekleurde ringen aangebracht. Een hiervan is zilver- of goudkleurig. Als je de kleurcode leest, moet de zilveren of gouden



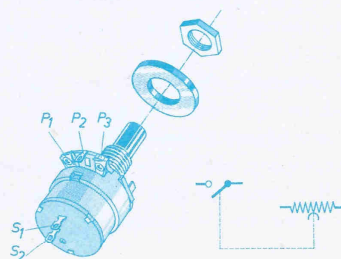
ring zich rechts bevinden. Dan geeft de kleur van de eerste ring (van links naar rechts) het eerste cijfer, de kleur van de tweede ring het tweede cijfer en de kleur van de derde ring het aantal nullen aan. Een gouden ring geeft aan dat de weerstand tot op 5% nauwkeurig is, de zilveren ring wijst op een afwijking van hoogstens 10%. De betekenis van de kleuren kan afgelezen worden van de volgende tabel:

Kleur	Eerste en tweede gekleurde ring	Derde gekleurde ring
Zwart	0	-
Bruin	1	$\times 10$
Rood	2	$\times 100$
Oranje	3	$\times 1.000$
Geel	4	$\times 10.000$
Groen	5	$\times 100.000$
Blauw	6	$\times 1.000.000$
Violet	7	$\times 10.000.000$
Grijs	8	-
Wit	9	-

De meest voorkomende tolerantie is 10% en dit verklaart, waarom de weerstanden zulke vreemde waarden hebben. De serie is namelijk 10, 12, 15, 18, 22, 27, 33, enz. Een weerstand van 10 Ohm (Ω) kan zo hoogstens $10 \text{ Ohm} + 10\% = 11 \text{ Ohm}$ zijn. Een weerstand van 12 Ohm kan ook 10% minder zijn: $12 \text{ Ohm} - 10\% = 10,8 \text{ Ohm}$. Als een weerstand zijn eigen waarde niet heeft, maar meer dan 10% hiervan af wijkt, valt hij automatisch onder een andere waarde en wordt natuurlijk dienovereenkomstig gemerkt.)

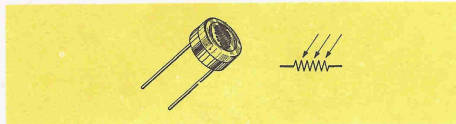
Potentiometer

Een potentiometer wordt gebruikt om het volume van een radio-ontvanger of een geluidsversterker te regelen. Het is een weerstand, waarlangs een kontakt geschoven kan worden en, afhankelijk van de positie van dit contact, wordt een hoger of lager Voltage afgetapt. Er bevindt zich ook een schakelaar op de potentiometer in de doos, om de batterij in en uit te schakelen. Deze werkt op dezelfde als als het schuifkontakt van de potentiometer. Als de knop zo ver mogelijk naar links wordt doorgedraaid (in omgekeerde richting als de wijzers van de klok) schakelt hij de schakelaar uit. Als hij naar rechts wordt gedraaid, schakelt hij hem weer in.



Licht-gevoelige weerstanden

Er zijn weerstanden, verwant aan de transistor, waarvan de waarde van de weerstand niet konstant is. In het donker hebben ze een zeer hoge weerstand. Als er licht valt op de gestreepte (gevoelige) zijde, is de weerstand veel kleiner. Deze licht-gevoelige weerstanden wor-

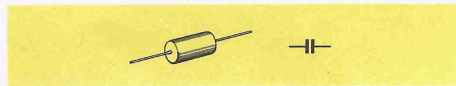


den LDR's genoemd, naar de Engelse term „Light Dependent Resistors”.

CONDENSATOREN

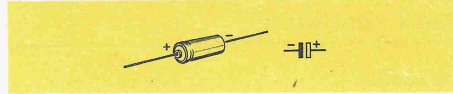
Polyestercondensatoren

Polyester, een zeer geschikt soort plastic voor dit doel, wordt in deze condensatoren als isolator gebruikt. Een metalen laagje (zilver) wordt aan één zijde van dit plastic aangebracht. Door twee van deze velletjes op elkaar te leggen en ze stevig op te rollen, krijgt men een condensator. Een (geel) beschermend laagje verhindert dat er vocht in doordringt en de condensator beschadigt.



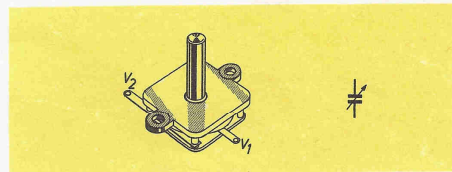
Elektrolytische condensatoren

In dit geval bestaat het isolatiemateriaal uit een uiterst dun laagje aluminium-oxyde. Dit houdt de stroom slechts in één richting tegen (net als een diode); dus mag de elektrolytische condensator slechts op één manier worden aangesloten. De positieve pool van deze condensatoren wordt bevestigd aan het gerilde einde van het buisje dat de condensator bevat.



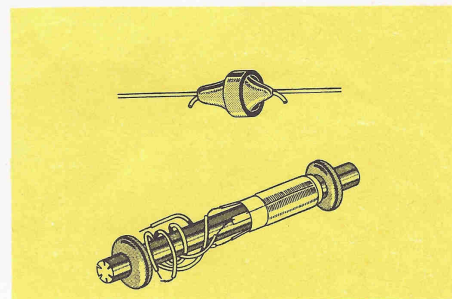
Afstemcondensator

De isolator in de afstemcondensator bestaat uit dunne laagjes plastic, waartussen twee groepen metalen plaatjes gedraaid worden, zo dicht mogelijk bij elkaar, door middel van een as. De capaciteit neemt toe als de metalen plaatjes „in elkaar” gedraaid worden. De afstemcondensator wordt gebruikt om je radio-ontvanger af te stemmen op een zender.



SPOELEN

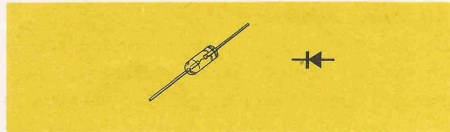
Er worden twee verschillende spoelen gebruikt en de werking er van zal later bij de schakelschema's verklaard worden. Daar zullen we je ook vertellen wat ferroxcube is en waar het voor wordt gebruikt.



HALFGELEIDERS

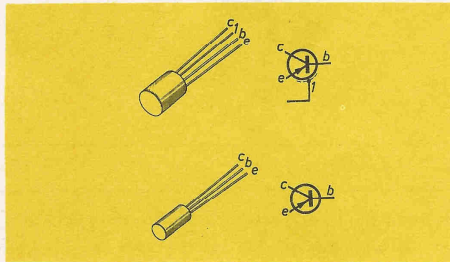
De diode

In de onderstaande figuren zie je een diode en het symbool er van. De pijl in het symbool geeft de stroomdoorlaatrichting aan.



De transistors

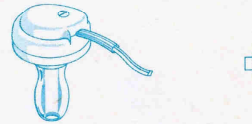
Hieronder hebben we de figuren en symbolen gedrukt van de twee transistortypen die gebruikt worden in de EE-bouwdozen, met hun overeenkomstige symbolen.



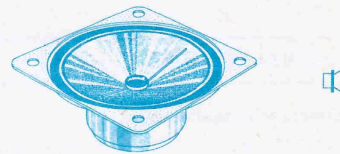
OORTELEFOON EN LUIDSPREKER

Deze onderdelen zetten een elektrische stroom om in geluid en dit wordt verklaard in het hoofdstuk over de laagfrequentie-techniek.

Oortelefoon

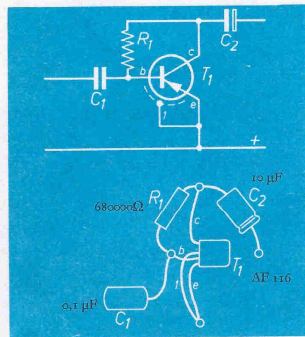


Luidspreker (alleen in EE 8/20 en EE 20)



SCHAKEL- EN BEDRADINGS-SCHEMA'S

Er kan een aantal verschillende apparaten worden gebouwd en er kunnen veel proeven worden gedaan met de EE-bouwdozen. Dit is mogelijk dank zij het montagesysteem. De basis voor elk apparaat is de geperforeerde montageplaat, waarop alle onderdelen gemonteerd kunnen worden. In de laboratoria worden schakelschema's gebruikt om te laten zien welke onderdelen in een apparaat worden gebruikt en hoe deze met elkaar verbonden worden. De onderdelen worden op de schakelschema's aangeduid door hun symbool. In de schema's gebruiken we de aanduidingen R, C en L (Engelse afkortingen voor resp. weer-



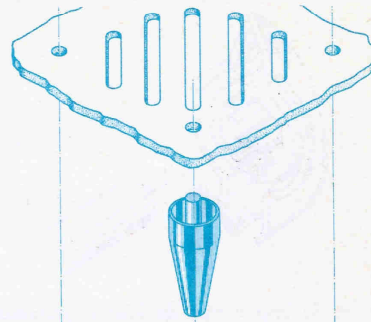
stand, condensator en spoel). In dit schakelschema bijv. stelt de aanduiding R1 de weerstand van 680.000 Ohm, en de aanduiding C2 de condensator van 10 μ F voor. In de fabrieken worden bedradingsschema's gebruikt. Ze geven nauwkeurig de plaats van de onderdelen en de loop van de montagedraden aan. Het ergste wat je bij het bouwen kan overkomen is kortsluiting. Als bijv. de onderste draad van de hierboven genoemde weerstand van 680.000 Ohm zo lang is dat hij één van de onderste draden van de transistor raakt, zal hij de transistor kunnen vernielen en hij maakt je batterij in minder dan geen tijd leeg.

HET BEVESTIGEN VAN DE ONDERDELEN

Allereerst worden de vier pootjes onder de montageplaat bevestigd. Zie de tekening:

Het monteren van de potentiometer

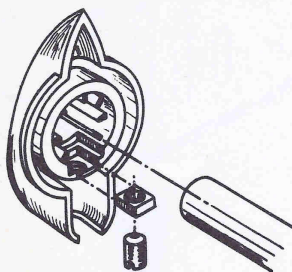
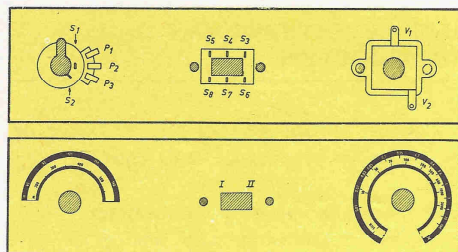
Neem de rechthoekige strip waarop de aan-



sluitingen van de potentiometer, de schuifschakelaar en de afstemcondensator getekend zijn. Deze strip moet geplaatst worden onder de montageplaat, zodanig dat de gaten in de strip samenvallen met de gaten in de plaat en het gedrukte op de strip zichtbaar is. Nu kunnen we de potentiometer monteren: Steek de as van deze potentiometer van onderen door het gat in de papierstrip en de montageplaat. Schuif dan de potentiometerschaal van bovenaf over de as van de potentiometer. In de doos vind je de strip met de schalen tussen de montagekaarten. Plaats de sluitring, die bij de potentiometer hoort, er boven op en schroef de moer op de draadbus van de potentiometer. Nu kun je de knop bevestigen aan de as van de potentiometer. Vergeet niet het schroefje in de knop stevig aan te draaien. Draai de knop helemaal naar links, zodat de potentiometer uitgeschakeld wordt. Maak nu de schroef los, zet de punt gelijk met de nul op de schaal en draai de schroef weer vast.

Het monteren van de afstemcondensator

Dit gebeurt met twee splitpennen en twee kleine rubber tules. De splitpennen worden van boven door de gaten in de schaal, de montage-



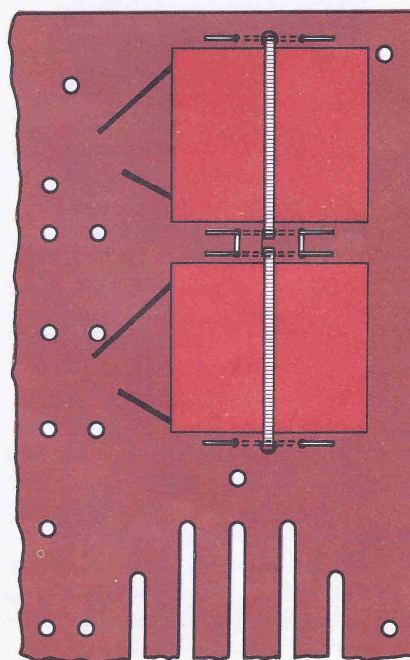
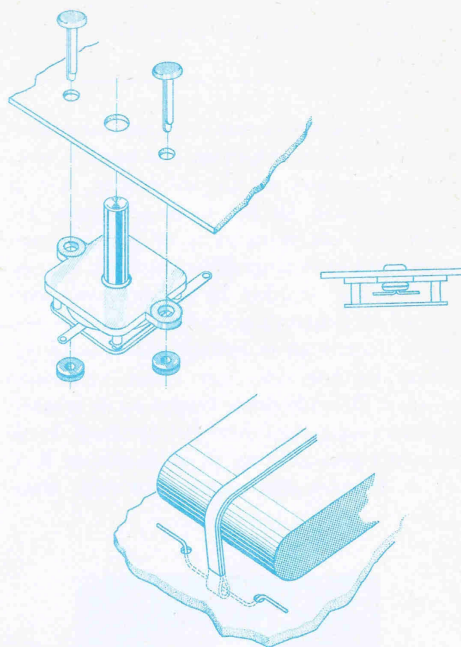
plaat en de lippen van de afstemcondensator gestoken. De rubber tules worden er over geschoven en dan worden de einden van de splitpennen uiteen gebogen. Denk er om dat je de splitpennen niet per ongeluk in de condensator steekt.

Het monteren van de schuifschakelaar

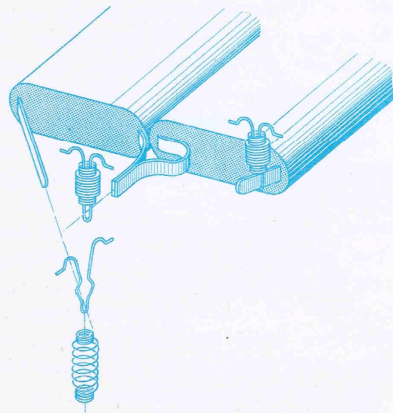
De bezitters van een EE 20 of EE8/20 gaan nu de schuifschakelaar monteren. Deze wordt in het midden tussen de potentiometer en de afstemcondensator gemonteerd. De schuifschakelaar wordt op dezelfde manier als de afstemcondensator met twee splitpennen en twee rubber tules gemonteerd.

Het monteren van de batterijen

De twee batterijen worden gemonteerd aan de achterkant van de montageplaat (zie de illustratie op blz. 19). Elke batterij wordt op zijn plaats gehouden door een elastiekje. Dit elastiekje wordt door een gat in de plaat aan weerszijden van de batterij gestoken en dan vastgezet met een stuk blank montagedraad. Als je een PP9-batterij of een andere 9 V-stroombron gebruikt, kan deze op dezelfde manier gemonteerd worden; met de plus (+) naar de luidspreker gekeerd.



Als je platte $4\frac{1}{2}$ V batterijen gebruikt, verbind dan de twee batterijstrips die zich naast elkaar bevinden. Daartoe buig je de korte strip van de bovenste batterij en de lange strip van de onderste batterij om, zodat ze elkaar raken. Schuif een grote spiraalveer over een anker-vormig veertje (zie ook blz. 21). Schuif dan het ankerveertje over de twee batterijstrips. Vergeet niet, dat je de lange en de korte aansluitstrip van dezelfde batterij nooit door mag verbinden, of ze op de een of andere manier met elkaar kontakt mag laten maken. Zulk een



kortsluiting heeft tot resultaat dat de batterij in zeer korte tijd leeg loopt.

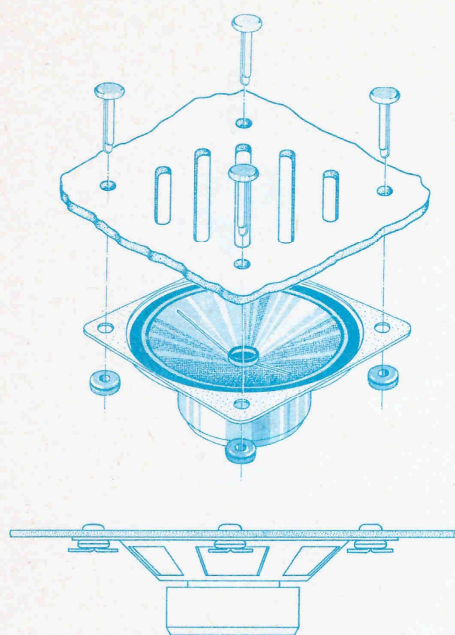
Het monteren van de fitting

Wij vervolgen onze voorbereidende werkzaamheden met de montage van het lampje. Neem allereerst de fitting en schuif hierover een grote rubber tule. Steek de fitting dan van onderen af door de montageplaat heen, en wel door het ronde gat midden achter, dus tegenover de schuifschakelaar. Schroef dan de reflector op de fitting en draai er ook het lampje in.

De montage van een luidspreker (alleen voor bezitters van een EE8/20 of een EE 20). Deze komt rechts op de montageplaat, onder de langwerpige sleuven die hierin zijn uitge-

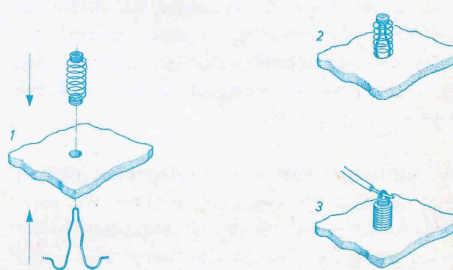


spaard. Voor de bevestiging zijn vier gaten aanwezig. Door elk van deze vier gaten steken wij een splitpen. Die steken wij ook door de vier montagegaten in het metalen huis van de luidspreker. Daarna steken wij over elke splitpen een rubber tule. De lippen van de splitpen worden dan stevig naar buiten gedrukt. Een zekere voorzichtigheid bij de behandeling van de luidspreker is nodig. Als je per ongeluk een gat maakt in de zwarte papieren conus, met een splitpen, een schroevendraaier of zelfs je vinger, dan kun je er zeker van zijn dat de luidspreker niet zo goed werkt als hij eigenlijk wel zou moeten. Vermijd dus dergelijke ongelukken, want de luidspreker is een vrij kostbaar onderdeel en de vervanging van een kapot exemplaar zou een grote bres in je zakgeld kunnen slaan. De onderdelen die wij nu hebben bevestigd, worden bij de meeste schakelingen gebruikt. Zelfs als we een bepaald onderdeel niet nodig hebben, blijft dit op zijn plaats, tenzij anders vermeld. Alleen zullen de batterijen van tijd tot tijd door nieuwe moeten worden vervangen, hoewel je zult ontdekken dat, als je batterijen van een goede kwaliteit gebruikt, deze heel lang mee gaan.



Nu kunnen we beginnen met het bouwen van een van de vele apparaten die je met je EE-bouwdoos kunt maken. Je moet zelf maar uitmaken met welke je wilt beginnen. De verschillende apparaten zijn in vijf groepen verdeeld: Elektro-akoestiek, telecommunicatie, radio, elektronische signalering en elektronische meet- en regelapparatuur. Dit is net zo'n indeling als die, welke gebruikt wordt om de verschillende afdelingen van grote industrieën te onderscheiden. We raden je aan te beginnen met het eerste model in de groep die je op het ogenblik toevallig het meest interesseert, dat is met schema A1, B1 of C1 enz. We hebben de schema's in elke groep in volgorde van de moeilijkheid gerangschikt. Zelfs de volgorde van de groepen is niet toevallig. We hebben deze manier gekozen omdat dan de verklaringen van de werking van de verschillende apparaten logisch op elkaar volgen. Als je met een echt gemakkelijke konstruktie wilt beginnen, zouden we je willen adviseren

met B1 of D2 te beginnen. Hoe het ook zij, je hebt je keuze gemaakt en weet waar je mee wilt beginnen. Pak dan allereerst de betreffende montagekaart en leg deze op de montageplaat, zodanig dat de er op gedrukte getallen leesbaar zijn vanaf de kant met de regelknoppen. Deze kaart moet zo op de plaat liggen dat de gaten in de montagekaart precies over de gaten in de montageplaat vallen. In deze gaten moeten de ankerveren worden aangebracht, welke dienen om de onderdelen en de draden met elkaar te verbinden. Deze draadklemmen bestaan uit twee delen, een zogenaamde ankerveer en de andere, een speciale drukveer (grote spiraalveer). De draadklemmen worden aangebracht in alle gaten in de kaart, behalve die welke dienen tot draaddoorvoer. Bij ieder doorvoergat staat een letter plus een cijfer (bijv. B2), of ze worden in de bouwbeschrijving vermeld. Je kunt ze ook herkennen aan het feit dat een draad die onder de montageplaat loopt gestippeld getekend is. Steek de ankerveer van onderen door de plaat en druk dan van bovenaf de tonveer hier overheen. Doe dit bij alle gaten behalve de doorvoergaten. Druk, om een draad te monteren, de tonveer neer. Steek de draad er in en laat dan de tonveer weer los. Je zult gezien hebben, dat op de montagekaart alle onderdelen geschetst zijn, om ze gemakkelijk te herkennen, en dat de waarden of de typenummers er bij staan gedrukt. Staat er bij een rechtehoek: „10 μF ”, dan is het natuurlijk een elektrolytische condensator. Staat er bij: „0,1 μF ”, dan is dit een polyestercondensator, en als er bijv. bij staat: „100.000 Ohm”, dan is dit een koolweerstand. De gedrukte waarden zowel



als de vorm van de tekening zijn voldoende om vergissingen te voorkomen. Er staat echter naast elk onderdeel ook een letter met een cijfer, bijv. een transistor kan T₁, T₂ of T₃ genoemd worden, terwijl een weerstand wordt aangeduid met een R en een cijfer. Deze letters zijn ook te vinden in de schakelschema's. Voor je echter met de montage van de onderdelen begint, is het gemakkelijker eerst de blanke draden aan te brengen. Blanke draden zijn getekend als enkele lijnen. Als je dit gedaan hebt, monteer dan de weerstanden en de condensatoren. Dit zijn van links naar rechts gelezen de drie kleurringen op de weerstand en rechts is een zilveren of gouden ring. Bij de montage van een elektrolytische condensator moet je opletten dat je de „+” en de „—” niet verwisselt. In het metalen busje van deze condensatoren zit een ril of een gedrukte „+” aan de positieve zijde. Deze ril is op de montagekaart aangeduid en de condensator moet nu precies in de gedrukte stand worden geplaatst. Nadat je de weerstanden en de condensatoren op de juiste plaats hebt gemonteerd, volgt, indien nodig, de diode. Let op de ring of het rode merk op de diode. Dit is de positieve zijde van de diode en ook de diode mag niet worden omgedraaid. Monteer de diode dus precies zoals dat op de montagekaart staat aangegeven.

TENSLOTTE DE TRANSISTOREN

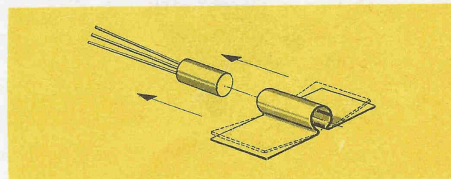
Waarschuwing

Verbind je transistoren zeer zorgvuldig en op de juiste wijze. Als je de transistoren slordig behandelt, zouden de aansluitdraden kunnen breken. Een transistor kan niet gerepareerd worden! Als een transistor op de verkeerde manier wordt verbonden, kan hij van binnen beschadigd worden. Het is beslist beter voorzichtig te zijn dan een nieuwe transistor te moeten kopen.

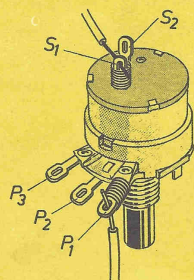
Op het montageschema staan de letters: c, b en e, dat zijn „collector”, „basis” en „emitter”. Op het huis van de transistor AC 126 staat een stip. De draad het dichtst bij de stip is de col-

lectorleiding. Als je goed uitkijkt kun je je niet vergissen. Als je je toch vergist, werkt je apparaat niet en kan de transistor stuk gaan! Bij de transistor AC 126 is de draad het dichtst bij de collector de basisleiding en het verst van de collector af de emitter. Wees erg voorzichtig bij het aansluiten van de transistoren, daar deze onderdelen niet zo sterk zijn als bijv. een weerstand.

Bij de transistor AF 116 zit de collectordraad iets afzonderlijk. Daarna volgt een draad, op het schema gemerkt 1, voor de afscherming, waarop volgen de basis- en de emitterdraad. Wees voorzichtig met de dunne transistordraadjes. Buig deze niet meer dan nodig is. Ruk er niet aan en zorg dat, als ze gemonteerd zijn, ze elkaar niet raken. De transistordraden mogen alleen verbogen worden aan de uiteinden en niet vlak bij de transistor. Vergeet nooit om, indien nodig, de koelvin over de transistor of transistors te schuiven. Dit is aangegeven op het bedradingsschema. Anders worden deze te warm en loop je het risico dat ze stuk gaan bovendien. Bij het schuiven van de koelvin over de transistor AC 126, moet de koelvin iets open gebogen worden. De onderkant van de transistor (dat is de kant waar de draden uit komen) moet met de rand van de koelvin gelijk komen. Als de transistor op zijn plaats is, laat dan de koelvin weer dicht veren. Als je al deze onderdelen hebt gemonteerd, controleer dan nog even of je geen verbindingdraden, die als zwarte lijnen op het bedradingsschema zijn getekend, hebt vergeten. Als dit alles gedaan is, gaan we het „binnengebied” op het „buitengebied” aansluiten, dwz. we gaan de schakeling verbinden met de batterijen, de potentiometer, luidspreker enz. Zorg allereerst dat de schakelaar op de potentiometer uit staat (helemaal tegen de wijzers



van de klok in gedraaid). De aansluitingen op de potentiometer enz. worden over het algemeen met geïsoleerd draad gemaakt. Deze leidingen zijn op het bedradingsschema door dubbele lijnen aangegeven. Waar deze leidingen onder de montageplaat door lopen, zijn ze gestippeld getekend. Waar de draden in een draadklem of de aansluitlip van een onderdeel komen, moet de isolatie worden verwijderd over de lengte van ca. één centimeter, wat je met behulp van een zakmesje of een isolatietang kunt doen. Let er op dat je alleen de plastic isolatie doorsnijdt en niet de metaal-draad. Waar de draad door een gat gaat, staat bij dit gat een letter en een cijfer, die overeen komen met de aansluitlip waarop de draad moet worden aangesloten. Deze letter-cijfer-kombinaties vind je ook op de papieren strip die je bevestigd hebt onder de montageplaat. Wij geloven dat het een en ander je wel duidelijk zal zijn. Soms staan bij zo'n gat twee letters aangegeven, bijv. S₁ plus P₁. Dit betekent dat deze draad dan gaat naar een kontakt van de schakelaar en een op de potentiometer. In dat geval moet je aan het draadeinde niet één centimeter maar twee centimeter blank maken. Het zal je niet veel moeilijkheden geven de draad in een draadklem te steken. Om de draden aan te sluiten op de potentiometer of de daarop gemonteerde schakelaar, schuif je eerst een klein recht veertje over de aansluitlip. Druk dit veertje dan naar beneden, steek het blank gemaakte eind van de draad door het gat in de lip en laat het veertje dan weer terug-



komen, zodanig dat de draad goed tegen de lip wordt aan gedrukt. De aansluitingen op de afstemcondensator de schuifschakelaar en de lamp worden op dezelfde manier gemaakt. De 4,5 V-batterijen worden met ankerveertjes aangesloten. Druk een grote tonveer over een ankerveertje en druk vervolgens de tonveer zo ver in dat de nog vrije strip van de batterij in het ankerveertje gestoken kan worden. Het blanke eind van de verbindingsdraad kan, door het ankerveertje omhoog te drukken, erin gestoken worden. Als je geen platte 4,5 V-batterijen kunt kopen, koop dan een PP9-type, of een ander soort 9 V-batterij; vraag de handelaar ook naar een stel verbindingsklemmen. De „knoop” is de positieve (plus)-pool, het „knoopsgat” is de negatieve (—)-pool. Let er bij de aansluiting van de batterijen vooral op dat je niet de plus en de min verwisselt. Als je je vergist, werkt het apparaat niet en bestaat het gevaar dat bepaalde onderdelen, zoals de transistors, sneuvelen.

Voor het aansluiten van de luidspreker gebruiken we splitpennen. Op de luidspreker zitten twee aansluitlippen. Steek een splitpen door elk van deze lippen, steek daarna de draad in de splitpen. Schuif dan een veertje over de splitpen heen en buig de uiteinden van de splitpen naar buiten, zodanig dat het veertje goed wordt aangedrukt.

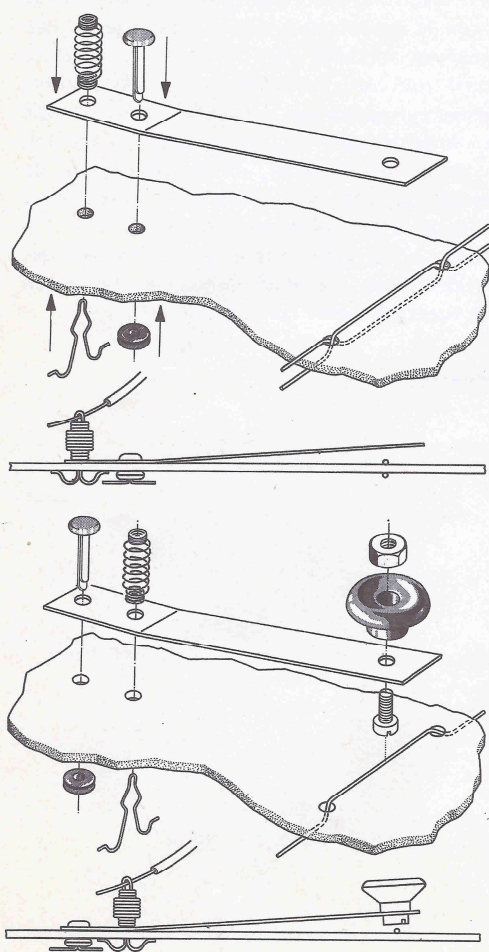
In het elektronisch orgel en in sommige andere apparaten worden toetsen gebruikt. De tekeningen laten duidelijk zien hoe de toetsen gemonteerd worden. De beste methode is de bladveer allereerst op de goede plaats te leggen, steek dan het ankerveertje door het juiste gat in de montageplaat en door het laatste gat in de bladveer. Schuif dan de tonveer over het ankerveertje. Steek tenslotte de splitpen van boven door de bladveer en door de plaat, doe er een rubber tule van boven over heen en buig



dan de lippen van de splitpen uit elkaar. Dit is de toets zoals die gebruikt wordt in het elektronisch orgel. De seinsleutel, die gebruikt wordt in het morsecode-apparaat, wordt op ongeveer dezelfde manier gemaakt, behalve dan dat er een knopje (1) aan het vrije eind zit, dat vastgezet wordt met een boutje (2) en een moertje (3), vergeet de moer bovenaan niet.

Eindkontrolle

Lees voor elk apparaat de bouwbeschrijvingen grondig door en kijk of er ook bijzondere opmerkingen op staan, zoals het aansluiten



van de antennespoel, de extra luidspreker, de seinsleutel, enz. Als je dan alles gedaan hebt wat in deze algemene aanwijzingen en de bouwbeschrijvingen staat, dan is het toestel klaar. Controleer eerst echter of je niets over het hoofd hebt gezien. Dus vergewis je er van dat: de juiste onderdelen op de goede plaats zitten, je niets vergeten hebt, draden elkaar niet raken, waar dat niet mag, alle elektrolytische condensatoren goed zitten, met de pluskant als op de tekening, je geen transistordraden omgewisseld hebt. Als je dit alles hebt gecontroleerd, met inbegrip van wat bij de bouwschema's beschreven staat, dan kun je inschakelen. Heb je geen fouten gemaakt, dan werkt je apparaat goed. Doet het dit niet, lees dan het gedeelte „Opsporen van fouten”.

OPSPOREN VAN FOUTEN

Als een apparaat niet goed werkt, schakel het dan onmiddellijk uit en begin met de volgende punten:

1. Controleer de bedrading. Vergelijk deze met het bedradingsschema op de montagekaart. Overtuig je er van dat je geen verbinding, noch enig onderdeel hebt vergeten. Kijk of de draden goed contact maken in de draadklemmen, en of ze nergens sluiting maken waar dat niet mag.
2. Ga na of je de plus en de min van de batterij niet verwisseld hebt en of de draadverbinding tussen de beide batterijen niet vergeten of los geschoten is.
3. Controleer of de transistors op de goede manier zijn aangesloten (collector, basis, emitter en de afscherming).
4. Controleer of de diode in de goede richting is aangesloten.
5. Controleer of de elektrolytische condensatoren in de juiste richting zijn aangesloten, dwz. met de ril aan dezelfde kant als gedrukt op de montagekaart.
6. Kijk bij de kleurcode, die achter in het hoek op de binnenzijde van de omslag staat, om je er van te vergewissen, dat je de juiste weerstanden hebt gebruikt.

7. Neem zo nodig een nieuwe batterij om te zien of het lampje niet kapot is.
8. Ga na of je batterijen niet leeg zijn. Gebruik het lampje, dat voor dit doel geleverd is. Controleer er de batterijen een voor een mee, want de twee batterijen in serie geven een hoger Voltage dan het lampje kan verdragen.

HET DEMONTEREN

Begin met de schakelaar op „uit” te zetten en veiligheidshalve de batterijen los te maken. De doorverbinding tussen de beide batterijen kun je laten zitten. Vervolg dan met allereerst de transistoren te verwijderen. Druk hiertoe de spiraalveren naar beneden, zodat de transistorleidingen voorzichtig en gemakkelijk uit de draadklemmen kunnen worden getrokken. Trek aan de draadjes en niet aan de transistor. Als een losse luidspreker of platenspeler is aangesloten, verwijder dan ook hun aansluitdraden. Ga dan door met het verwijderen van de weerstanden, condensatoren, de aansluitingen op de potentiometer enz. De draadaan-

sluitingen van de koolweerstanden, de elektrolytische condensatoren en de polyestercondensatoren werden bij de montage gebogen. Buig deze niet weer recht, want de ontwerpen zijn zo, dat je ze daarna toch weer moet verbuigen. Hoe minder de draden heen-en-weer gebogen worden, des te kleiner is de kans op breuk. Haal ook de draden los van de potentiometeraansluitlippen, de variabele condensator enz. Als je deze er los bij laat bungelen, is dit alleen maar hinderlijk en werkt vergissingen in de hand. Als we je een goede raad mogen geven, berg dan alle onderdelen onmiddellijk weer in de doos op. Als onderdelen verloren raken, of als ze op de grond vallen en je trapt er per ongeluk op, dan kom je op een gegeven moment vast te zitten en moet je eerst naar een handelaar hollen om vervangingsonderdelen aan te schaffen. Dit kost geld en houd je maar op. Dit opbergen geldt ook voor de ankerveertjes, de spiraalveren en de splitpennen. Wees er zuinig mee, want zonder deze gaat het ook niet.

Nadat je alle onderdelen en draadklemmen verwijderd hebt, kun je de montagekaart afnemen en vervangen door de volgende.

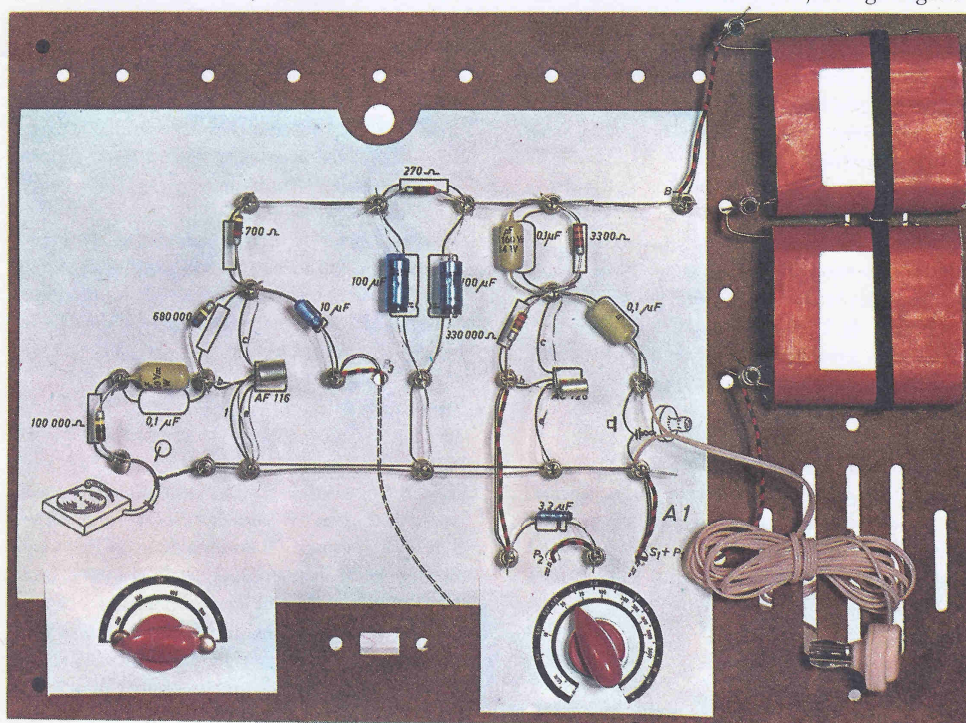
A. ELEKTRO-AKOESTIEK

A1 - TWEE-TRANSISTOR GRAMMOFOONVERSTERKER

Deze versterker maakt het mogelijk grammofoonplaten met een oortelefoon helder en krachtig weer te geven, wat wil zeggen dat je hiermee plaatjes kunt draaien zonder anderen te storen.

Op blz. 7 e.v., vind je de nodige aanwijzingen voor de montage. Gebruik montagekaart A1. Leg deze op de montageplaat, zodanig dat alle gaten in de montagekaart precies vallen boven die in de montageplaat. Heb je de batterijen en de potentiometer al bevestigd? Zo niet, doe het dan eerst. Plaats dan in alle gaten in de montagekaart ankerveren en daarover tonveren, behalve in die gaten waarbij staat: S1 + P1, P2 en P3. Bevestig dan alle op de montagekaart gedrukte onderdelen. Breng de polyester- en de elektrolytische condensatoren

ook op hun plaats, let er op dat de elektrolytische condensatoren in de goede stand komen. De transistordraden mogen niet verwisseld worden. Kijk hierbij goed uit. Sluit dan de blanke montagedraden aan (de enkele lijnen op de tekening). Als je daarmee klaar bent, sluit dan de oortelefoon aan op de twee klemmen rechts op de montagekaart, waar je er de tekening en het symbool van ziet. Sluit nu een rode geïsoleerde draad aan op de klem P3 van je potentiometer, voer die door het gat in de montageplaat waar geen draadklem in zit, en sluit hem dan via een draadklem aan op de condensator C2 (10 μ F). Op dezelfde manier moet je een draad leggen van de condensator C5 (3,2 of 4 μ F) naar de klem P2 van de potentiometer, waarbij je een geïsoleerde draad gebruikt, die loopt door het gat bij P2. Steek ook een draad van de onderste telefoonklem door het gat gemerkt S1 + P1, naar het punt S1 op de schakelaar en het punt P1 op de potentiometer. Dan moeten de batterijen nog aangeslo-



ten worden. Van de lange strip van de bovenste batterij moet een draad gaan naar het punt rechts boven op het schema gemerkt B. Van de korte strip van de onderste batterij moet een geïsoleerde draad gaan naar de lip S₂ op de schakelaar van de potentiometer. Deze draad moet je dus ergens door een gat heen steken van de montageplaat. Controleer of de lange strip van de onderste batterij reeds doorverbonden is met de korte strip van de bovenste. Is dat niet het geval, doe het dan alsnog. Als je een PP7 of een PP9-batterij gebruikt, kijk dan op blz. 12.

Sluit nu de platenspeler aan op de linkerkant van het bedradingsschema. Het symbool en de tekening van de platenspeler staan er zo dat je geen vergissing kunt maken. Als er geen aansluiting voor een versterker aan je grammofoon zit, moet je een ervaren iemand hierover raadplegen. Er kan zich echter nog één moeilijkheid voordoen, daar de meeste platenspelers voorzien zijn van een stereo-opnemer. De aansluitkabel bevat twee kernen en één of twee afschermingen. Beide kerndraden moeten aangesloten worden op de linker draadklem, de afschermingen op de rechter draadklem. Voor een niet-stereo apparaat geldt hetzelfde, kern links, afscherming rechts.

Als alles klaar en gecontroleerd is, zet dan een plaat op en zet de platenspeler en de versterker aan. Het volume kan geregeld worden door aan de potentiometerknop te draaien. Naar rechts om hem aan te draaien en een groter volume te krijgen. Je kunt nu naar hartelust draaien. Als er geen geluid uit het oortelefoontje komt, sla dan blz. 13 op, waar je aanwijzingen vindt om fouten op te sporen.

A2 - GELUIDSVERSTERKER

Deze versterker is de grote broer van de vorige. De weergave vindt nu door middel van een luidspreker plaats. Behalve een grammofoon kan ook een microfoon worden aangesloten. Als microfoon gebruiken wij het oortelefoontje.

Bouwbeschrijving

Wij gebruiken thans montagekaart A2. Deze

wordt op de juiste wijze op de montageplaat gelegd, zodat de gaten in de montagekaart precies samenvallen met de gaten in de montageplaat. Vervolgens worden draadklemmen geplaatst in alle gaten, behalve die waarbij staat: S₁ + P₁, P₂, P₃, S₃, S₄ en S₅.

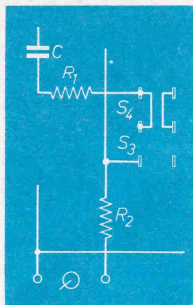
Dit zijn namelijk de doorvoergaten. Bevestig nu de onderdelen en de verbindingdraden. Let er op je niet te vergissen bij de aansluiting van de transistoren AC 126 en AF 116. Vergeet in geen geval de koelvin op de meest rechtse transistor AC 126. Zorg er ook voor dat er geen electrolytische condensatoren omgedraaid worden. Sluit het oortelefoontje aan waar je het symbool ziet voor oortelefoon en sluit ook de platenspeler aan waar het symbool voor platenspeler is getekend. Zie A1 voor gedetailleerde instructies.

Als de aansluiting van de platenspeler moeilijkheden geeft, kijk dan naar wat hierover is gezegd in de paragraaf over versterker A1. Zijn de transistoren goed aangesloten? Geen onderdelen vergeten? Zijn de elektrolytische condensatoren goed aangesloten? Heb je gedacht aan de koelvin voor de rechter AC 126? Geen draadaansluitingen vergeten? Alles in orde? Goed, inschakelen en spelen maar! Schuif de schakelaar naar rechts voor microfoonweergave; schuif hem naar links voor grammofoonweergave.

Mogelijk hoor je een pieptoon in de stand Mikrofoon. Houd het oortelefoontje, dat je als microfoon gebruikt, verder van de luidspreker, of draai de volumeregelaar naar links, zodat het geluid zachter wordt.

Spraak en muziek

Je kunt de weerstand van 100.000 Ohm ook in plaats van aan schakelaarkontakt S₃ aansluiten aan kontaktlip S₄. Sluit bovendien een weerstand van 27.000 Ohm (rood, violet, oranje) aan tussen de condensator C₁ (0,01 µF) en het schakelaarscontact S₅. (Monteer hiervoor een extra draadklem.) Dit maakt het mogelijk om door de muziek heen te praten. Met de schakelaar in de stand Grammofoon krijg je alleen grammofoonweergave en met de schakelaar in de stand Microfoon blijft de grammo-



foon spelen, maar kun je door middel van de microfoon door de muziek heen praten.

A3 - BALANSVERSTERKER

Dit is een grammofoonversterker, die je in staat stelt een grotere geluidsstrekte en een betere weergavekwaliteit te verkrijgen dan met zijn voorganger. Hierbij worden twee luidsprekers gebruikt. Deze versterker kan ook met één luidspreker gebruikt worden, doch dan speelt hij niet zo hard.

Bouwbeschrijving

Gebruik schema A3. Monteer de onderdelen en de aansluitdraden zorgvuldig. Natuurlijk moet je de positieve pool van de onderste batterij met schakelaarkontakt S2 verbinden. Het enige speciale punt waar je op moet letten, is het feit dat nu twee luidsprekers moeten worden aangesloten. Een er van is al op de normale wijze aangesloten. De luidsprekers kunnen op twee manieren worden aangesloten. Het beste wat je kunt doen is beide manieren te proberen, om te weten te komen welke manier de beste resultaten geeft. Het is mogelijk dat er een rode stip staat op één van de klemmen. Deze klem moet aangesloten worden op het kontakt waar je de letter B ziet staan. De tweede luidspreker kun je het best monteren op een klankbordje of in een kastje. Deze tweede luidspreker wordt met dezelfde luidsprekerklemmen verbonden, maar je moet er opnieuw zeker van zijn de draad van de klem gemerkt B aan te sluiten aan de verbindingslip met het rode

ringetje er op gedrukt. Als je dat niet doet, zul je minder lage tonen krijgen, omdat de luidsprekers dan tegen elkaar in werken.

A4 - BI-AMPLI VERSTERKER

Dit is een zeer interessante grammofoonversterker. Hierbij worden twee luidsprekers gebruikt, één voor de weergave van de lage tonen en een andere voor de weergave van de hoge tonen. Hierdoor hoor je, als het ware, de violen en de trompetten gescheiden van de cello's en de trommels, wat de muziek natuurlijk prettiger en echter doet klinken. Sommige van de beste radiotoestellen en grammofoons zijn ook „Bi-Ampli”, wat wil zeggen dat ze twee versterkers hebben.

Bouwbeschrijving

Gebruik montagekaart A4 en monteer de draden en onderdelen zorgvuldig. Je mag natuurlijk niet vergeten de positieve pool van de onderste batterij (korte strip) aan kontakt S2 van de potentiometerschakelaar te doen. Zie voor de kleurcode van de verschillende weerstanden de tabel aan het eind van het boek. Sluit de luidspreker op je montageplaat aan op de klemmen die zich bevinden onder en boven het luidsprekersymbool, waarbij de z.g. bas-sleutel staat. Die bassleutel lijkt op een komma met twee punten er naast. Deze luidspreker geeft de lage tonen weer. De hoge-tonenluidspreker wordt met twee geïsoleerde draden aangesloten. Op de montagekaart is de hoge-tonenluidspreker aangegeven door het luidsprekersymbool met de z.g. vioolsleutel, zoals op de tekening is te zien. De draden voor de hoge-tonenluidspreker kun je bijv. een meter lang maken, zodat je deze luidspreker een



flink eind van de lage-tonenluidspreker af kunt zetten, om de gescheiden weergave voor hoge en lage tonen beter te doen uitkomen. De hoge-tonenluidspreker hoeft niet op een klankbordje te worden gemonteerd. Evenals bij de balans-versterker A₃ is het belangrijk dat beide luidsprekers op dezelfde manier worden aangesloten. Dat wil zeggen dat de met een rode stip gemerkte aansluitlippen van de luidspreker met punt B worden verbonden.

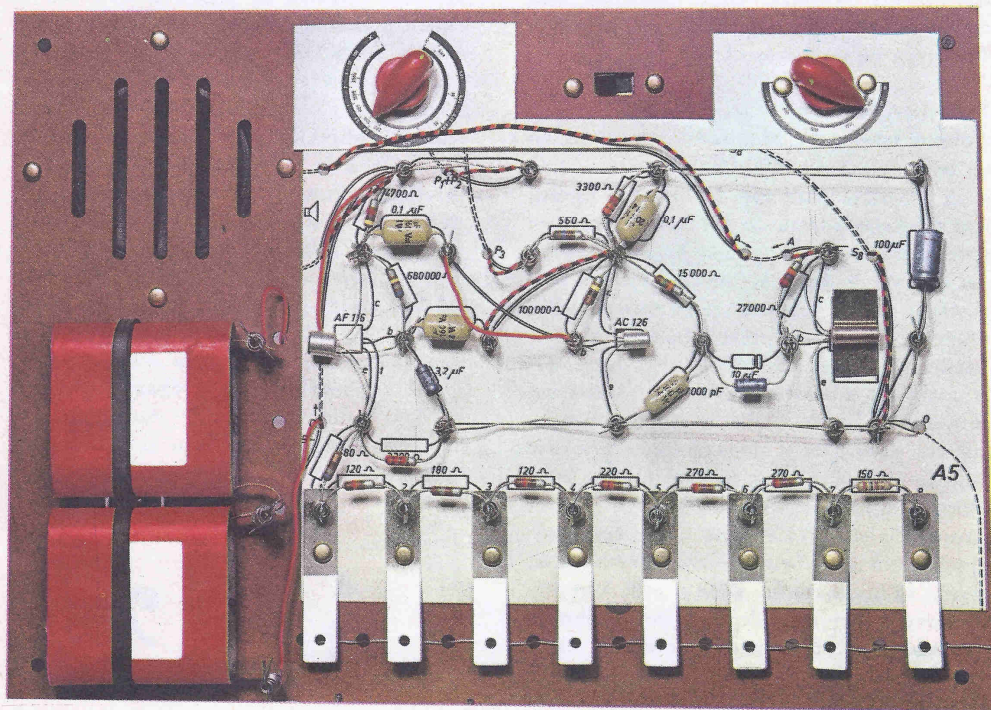
A₅ - ELEKTRONISCH ORGEL

De naam zegt het reeds, dit is een elektronisch orgel, waar je met heel weinig oefening een aantal eenvoudige liedjes op kunt spelen. Met de acht toetsen kun je acht verschillende tonen voortbrengen en met behulp van een potentiometer kan je je orgel stemmen. Hoe dit gaat, vertellen we je nog na de bouwbeschrijving.

Bouwbeschrijving

Dit is één van de moeilijkste apparaten in de bouwdoos en we hopen dat je er niet mee zult beginnen voordat je met andere apparaten een behoorlijke dosis ervaring hebt opgedaan.

Verwijder allereerst de lamp en berg hem op tot je hem later weer gebruikt. De montagekaart A₅ moet je geheel anders plaatsen dan die, welke gebruikt worden voor alle andere apparaten. Leg de montageplaat zo voor je, dat nu de potentiometer en de afstemcondensator aan de achterkant staan, en leg dan de montagekaart zo op de plaat, dat alle getallen aan de voorkant te lezen zijn. Laten we nu op de gewone manier met de montage beginnen. Vergeet bij het plaatsen van de draadklemmen in de doorvoergaten niet dat de veren niet komen in de doorvoergaten gemerkt P₁ + P₂, P₃ en S₈, noch in de gaten gemerkt met een letter A met een pijl of een letter C met een pijl, en evenmin in de gaten voor de acht toetsen aan





de voorkant van de montagekaart.

Je let er natuurlijk wel weer op dat de transistors op de juiste manier worden aangesloten en de elektrolytische condensatoren in de goede richting worden geplaatst. Zie voor de kleurcode van de verschillende weerstanden de tabel aan het eind van het boek.

Nu moet je een draad door de voorste gaten van de montageplaat vlechten. Je moet hiervoor een blanke draad nemen en je kunt op de tekening precies zien hoe hij moet lopen.

Als je dit gedaan hebt, kun je de toetsen monteren op de manier van blz. 13. Tenslotte, want we nemen aan, dat je verder niets hebt vergeten, moet je de nog vrije pluspool van de batterijen (korte strip) met behulp van een geïsoleerde draad verbinden met schakelaarcontact S7.

Stemmen en spelen

Druk op een toets en je moet een toon horen. Zo niet, volg dan de op blz. 13 gegeven raad. Werkt alles, druk dan achtereenvolgens op de toetsen, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 en 8. Je zult dan horen dat de toon die uit de luidspreker klinkt steeds hoger wordt, maar een mooie toonladder is het waarschijnlijk nog niet. Draai nu zo lang aan de knop van de potentiometer dat, als je achtereenvolgens de toetsen 1 tot en met 8 bespeelt, je een goede toonladder hoort, dus do, re, mi, fa, sol, la, si, do. Als je er niet in slaagt een redelijke ladder te krijgen, verwissel dan de condensatoren C4 (0,1 μ F) en C5 (47.000 pF) en probeer het opnieuw. Nu kun je eenvoudige wijsjes spelen. Probeer hiervoor een handleiding voor blokfluit (sopraanblokfluit) of een schoolzangboekje te krijgen. Do is 1, re is 2, enz. Je zult zien, het gaat prima.

B. TELECOMMUNICATIE

B1 - MORSECODE-APPARAAT

Als je de seinsleutel van dit apparaat indrukt, hoor je in de telefoon een fluittoontje. Druk je de seinsleutel maar kort in, dan hoor je wat men noemt een punt, druk je de sleutel langer in, dan hoor je wat men een streep noemt. Al lang geleden heeft men bepaalde afspraken gemaakt, waarbij men voor elke letter van het alfabet en voor elk cijfer een code heeft vastgelegd, bestaande uit punten en strepen. Deze morsecode wordt over de gehele wereld gebruikt en op de radio heb je ongetwijfeld wel eens telegrafisten (marconisten) in de lucht gehoord. Als je de morsecode op blz. 56 uit het hoofd leert en goed oefent, zul je in staat zijn om dergelijke telegrafieberichten af te luisteren. Je zult alleen merken dat sommige telegrafisten veel te snel voor jou zenden, en dat de boodschappen die overgeseind worden lang niet altijd in het Nederlands zijn, maar bijv. in het Engels. Daar kun je natuurlijk niets aan doen, maar als je met een vriend samen werkt, kan je naar hartelust oefenen en berichten overseinen.

Bouwbeschrijving

In de algemene bouwbeschrijving op blz. 7 e.v. vind je de nodige aanwijzingen voor de montage. Gebruik montagekaart B1. Leg deze op de montageplaat, zodanig dat alle gaten in de kaart precies vallen boven de gaten op de montageplaat. Je hebt natuurlijk de batterijen en de potentiometer al bevestigd en de montageplaat zo neergelegd dat de potentiometer aan de voorkant komt. De montagekaart B1 moet zo worden neergelegd, dat je alle getallen die er op staan, van voren af kunt lezen. Ga dan alle draadklemmen bevestigen, in de in de montagekaart aanwezige gaten, behalve die waarbij staat B1 + S1, B2, B3, A en B. Er komen ook geen draadklemmen in de gaten van de seinsleutel. Breng dan de lange blanke draden aan, dat zijn dus de draden die overeen komen met de ononderbroken zwarte lijnen op de montagekaart. Als dit gedaan is, vervolg

dan met de montage van alle onderdelen. Eerst de weerstanden, waarvan je de kleurcode kunt vinden aan het eind van dit boek. Monteer vervolgens de polyestercondensatoren en de elektrolytische condensatoren. Let hierbij goed op dat de ril in de bus van de elektrolytische condensatoren aan de kant komt waar deze op de montagekaart staat getekend. Bevestig dan ook de transistor AC 126. De stip op het huis van de AC 126 duidt de collectorleiding aan. Deze stip staat ook op de montagekaart, en je moet die niet over het hoofd zien. Als je dit alles gedaan hebt, kun je de drie geïsoleerde draden die op de montagekaart getekend staan, aanbrengen. Van de elektrolytische condensator C4 (3,2 of 4 μ F) gaat dus een rode draad door het gat waarbij P3 staat, onder de montageplaat door naar het contact P3 van de potentiometer. Evenzo gaat er van de elektrolytische condensator C5 (10 μ F) een geïsoleerde draad via het gat waarbij P1 + S1 staat, onder de montageplaat door naar het contact P1 van de potentiometer en S1 van de schakelaar op die potentiometer. Vergeet de draad naar contact P2 niet. Breng dan een blanke draad van de elektrolytische condensator C5 boven de montagekaart, naar het linker gat A, dan onder de montageplaat door, en bij het rechter gat A weer naar boven. Dan door het linker gat B weer naar beneden en door het rechter gat B weer naar boven. Daar laat je een eindje van de draad uitsteken, zodat hij niet kan terugschieten. Dan moet je de seinsleutel nog bevestigen. De tekening en wat op blz. 13 staat zal je daarbij helpen. Sluit nu de oortelefoon aan, rechts op de montagekaart, op de klemmen vlak boven en onder het symbool van de oortelefoon. Er staat een oortelefoontje bij getekend, zodat je het niet over het hoofd kunt zien. Heb je nu van de beide batterijen een korte en een lange strip doorverbonden? Zo niet, doe dat alsnog en sluit dan de negatieve pool, dwz. de lange strip van de bovenste batterij, aan op de draadklem waarbij B staat, dit kan een blanke draad zijn, als je wilt. Sluit een geïsoleerde draad van de positieve pool van de onderste batterij (korte strip) aan op het contact S2 van de potentiometerschakelaar.

Je zult ergens wel een gaatje vinden waar je deze draad door kunt leiden. Als je een PP7- of een PP9-batterij gebruikt, kijk dan op blz. 12. Controleer, voor je je morseapparaat inschakelt, eerst alles wat je gedaan hebt en let op dat de transistor juist is aangesloten. Ben je er van overtuigd dat je inderdaad geen fout gemaakt hebt, schakel dan in door de knop op de potentiometer rechtsom te draaien. Druk de seinsleutel in en uit het oortelefoontje zal een fluittoon moeten komen, zo niet, kijk dan op blz. 13 naar de aanwijzingen om fouten te vinden.

Uitbreidingsmogelijkheden

Je kunt met dit apparaat zonder meer oefenen. Je hoort dan in de oortelefoon precies wat je met de seinsleutel uitzendt. Heb je aan de oortelefoon een paar lange draden gemaakt, dan kan iemand in een andere kamer horen wat jij uitzendt, zelfs al hoor je het zelf niet. Je vriend kan ook niet terugzenden, maar als je een beetje handig bent, zal het je niet moeilijk vallen nog een tweede seinsleutel te maken, die je bevestigt op een plankje. Sluit deze tweede seinsleutel nu precies zo aan als de seinsleutel van je apparaat, dus een draad aan de minkant van de elektrolytische condensator van 10 μF en de andere draad aan de pluskant. Als je dan nog een tweede kristaloortelefoon op de kop kunt tikken en deze aansluit op dezelfde klemmen waarop de eerste oortelefoon zit, dan kun je heen en terugseinen. Ieder krijgt dan één seinsleutel en één oortelefoon ter beschikking en ieder hoort dan wat de ander seint en ook wat hij zelf seint.

Morse seinen in groepsverband

Als een jeugdclub of een groep padvinders de morsetelegrafie wil beoefenen, dan kunnen verscheidene oortelefoons parallel aan de oortelefoon van het apparaat worden aangesloten, dus precies op dezelfde manier tussen dezelfde twee klemmen. De instructeur heeft de seinsleutel voor zich en al zijn leerlingen horen de telegrafie en kunnen opschrijven wat zij gehoord hebben. Het is hier natuurlijk van het grootste belang langzaam te beginnen en het

seintempo pas zeer geleidelijk op te voeren, als iedereen de morsetekens werkelijk onder de knie heeft.

B2 - MORSECODE-APPARAAT MET LUIDSPREKER

Het verschil tussen dit en het vorige apparaat is dat de morsesignalen hier door een luidspreker worden weergegeven.

Bouwbeschrijving

Gebruik montagekaart B2. Lees dan de bouwbeschrijving van schema B1 door. Voer op dezelfde manier als bij B1 beschreven, de montage van B2 uit. Monteer zo eerst alle onderdelen, met inbegrip van de tweede transistor AC 126, waarbij je de koelvin niet moet vergeten. Sluit de potentiometer en de schakelaar aan met behulp van (rode) geïsoleerde draden. Van de plusklem van de onderste batterij (korte strip) gaat een geïsoleerde draad naar schakelaarkontakt S2. Sluit de luidspreker aan op de beide draadklemmen onder en boven het luidsprekersymbool, rechts op de montagekaart. Controleer, alvorens je het apparaat inschakelt, alle onderdelen en verbindingen nogmaals zorgvuldig en schakel het apparaat in door de knop op de potentiometer rechtsom te draaien. Hoe meer deze naar rechts gedraaid wordt, des te luider is de toon.

„Twee-richtingen”-schakelaar

Telegrafie in twee richtingen is, zoals in B1 reeds is beschreven, mogelijk door twee seinsleutels aan te sluiten en twee luidsprekers op de luidsprekerklemmen. Het is echter leuker, en wat het stroomverbruik betreft, beter een twee-richtingen-schakelaar aan te brengen. Daartoe sluiten wij het schakelaarkontakt S7 aan op de klem onder het luidsprekersymbool. Het luidsprekerlipje wordt niet verbonden aan deze klem, maar aan het schakelaarkontakt S8. De tweede luidspreker staat in een geheel ander vertrek, waar zich ook de tweede seinsleutel bevindt, en wordt aangesloten op de schakelaarklem S6. De andere aansluitlip van

beide luidsprekers blijft met de klem waar B bij staat verbonden. Als we het knopje van de schakelaar naar rechts doen, horen we wat onze vriend elders seint, als het schakelaarknopje naar links staat, hoort onze vriend wat wij seinen. De tweede seinsleutel komt aan dezelfde klemmen als de eerste. Ook dit apparaat is uitstekend geschikt voor het morse-onderricht in groepsverband, maar er mogen in geen geval meer dan twee luidsprekers worden aangesloten, omdat dan de transistor AC 126 kan worden beschadigd. Voor het morseonderwijs in een niet al te groot clublokaal is dit apparaat natuurlijk uitstekend geschikt.

B₃ - INTERCOM. (Luid sprekende huistelefoon)

In fabrieken, kantoren, winkels en restaurants wordt veel gebruik gemaakt van luid spreken-de huistelefoons. Kontakt in twee richtingen is mogelijk over vrij grote afstand en het volume is regelbaar.

Bouwbeschrijving

Dit is een tamelijk ingewikkeld apparaat en wij hopen dat je er niet aan begint voordat je enige bouwervaring met eenvoudiger apparaten hebt opgedaan.

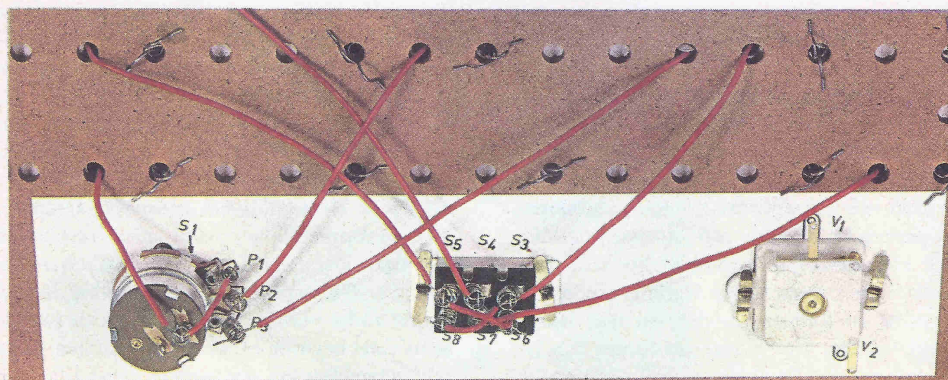
Gebruik montagekaart B₃. Leg deze op de bekende manier op het montagebord en breng dan in alle gaten draadklemmen aan, met uit-

zondering van de gaten waarbij staat S₁ + P₁, P₂, P₃, S₃ + S₈, S₅ + S₆, S₄ en S₇.

Als alle draadklemmen op hun plaats zitten, begin dan met de montage van de weerstanden, de condensatoren, de transistoren en de benodigde blanke verbindingsdraden. Zie voor de kleurcode van de verschillende weerstanden de tabel achter in het boek. Vergeet niet de elektrolytische condensatoren in de juiste stand te plaatsen en vermijd fouten bij het aansluiten van de transistoren. Als je dit alles hebt gedaan, ga dan het binnengebied op het buitengebied aansluiten, waarvoor rode geïsoleerde draden worden gebruikt.

Bij voorbeeld, eerst een geïsoleerde draad van de draadklem waarin de afschermleiding en de emitterleiding van de transistor AF 116 zitten, over de montagekaart, dan door het gat waarbij staat S₃ + S₈ naar beneden, en onderdoor naar de schakelaarkontakten S₃ en S₈. Leg dan de draad van schakelaarkontakt P₃ naar beneden door het gat P₃ en weer naar boven naar de polyestercondensator van 0,1 µF C₃, enz.

Van de nog niet aangesloten pluspool van de onderste batterij (korte strip) gaat een geïsoleerde draad naar schakelaarkontakt S₂. Vergeet niet de vrije minpool van de bovenste batterij (lange strip) aan te sluiten op de draadklem waarbij B staat. Rechts op de montagekaart zie je het luidsprekersymbool staan. Dit duidt op de luidspreker die in je apparaat is gemonteerd. Sluit deze aan op de manier aangegeven op de montagekaart, dus op de



draadklem schuin boven het luidsprekersymbool en op de draadklem rechts onderaan op de schakeling. Sluit de tweede luidspreker aan met behulp van een paar lange draden op de draadklemmen die zich rechts van het luidsprekersymbool, links onder op de montagekaart, bevinden. Je kunt hiervoor heel goed twee-aderig netsnoer gebruiken, dat je in elke winkel kunt kopen. Dit hoeft geen extra zwaar snoer te zijn. Nog een laatste controle en dan inschakelen door de knop op de potentiometer rechtsonder te draaien. Zet nu de knop van de schuifschakelaar naar links en spreek in de luidspreker van je apparaat. Als nu alles goed is, moet je stem door de andere luidspreker duidelijk worden weergegeven. Is de weergave te zacht, draai dan de knop van de potentiometer verder rechtsonder. Is dit in orde, zet de knop van de schuifschakelaar dan naar rechts. Nu kan je vriend in de andere kamer spreken voor de luidspreker aldaar, en jij kunt hem horen.

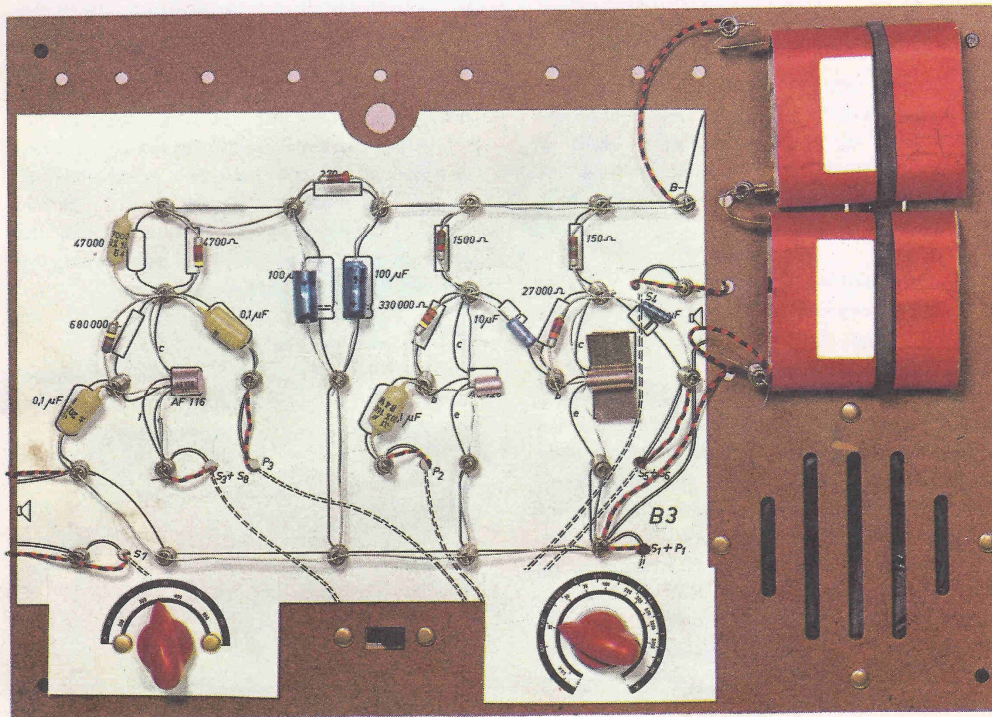
Toepassingen

Het aantal toepassingen is bijzonder groot. Dit apparaat kan ontzaglijk goede diensten bewijzen als baby-sitter. Als de baby in zijn wieg ligt en boven de wieg hangt de luidspreker die als microfoon is geschakeld, dan kan je moeder in kamer of keuken horen of de baby huult. Ze kan dan zelfs door de schakelaar om te zetten enige sussende woorden tot het kind spreken, zonder de trap op te hoeven.

Je kunt natuurlijk ook een luidspreker buiten bij de voordeur zetten, en als er dan gebeld wordt, kan je moeder vanuit de keuken vragen: „Wie is daar?“, om als ze hoort dat het de groenteman is, hem te vertellen hoeveel aardappels enz. ze nodig heeft. Laat de luidspreker echter niet in de regen liggen, omdat hij dan kapot gaat.

„Over“

In de radiotelefonie is het dikwijls nodig om een schakelaar om te zetten als men van spre-



ken op luisteren overgaat, en dit kondigt men aan door aan het eind van de zin te zeggen: „Over”. Als je dit apparaat als luid sprekende huistelefoon gebruikt of als verbinding met een buurjongen, dan is het een goede gewoonte om steeds, als je met een mededeling klaar bent, „Over” te zeggen, zodat je vriend gewaarschuwd wordt dat hij nu kan spreken. Je kunt dit apparaat natuurlijk ook gebruiken om een hoorspel op te voeren, dat dan in een andere kamer wordt weergegeven. Dit is een bijzonder leuk werkje, vooral als je het goed voorbereid hebt en zorgt voor allerlei geluidseffecten. Je zult geboeid raken door het aantal geluiden dat je kunt voortbrengen met eenvoudige middelen als stukjes papier, stokjes, glazen knikkers, metalen plaatjes enz. Als je hiermee op een regenachtige middag begint, zul je het waarschijnlijk zo leuk vinden dat je het jammer vindt te merken dat de zon weer schijnt.

B4 - TELEFOONVERSTERKER

Dit is een bijzonder gevoelige microfoonversterker, waarmee je zelfs zeer zwakke geluiden kunt opvangen en duidelijk door de luidspreker weergeven. Je kunt het ook gebruiken om telefoongesprekken via een luidspreker weer te geven.

Bouwbeschrijving

Gebruik schemakaart B4 en bevestig eerst alle draadklemmen. Laat de gaten waarbij staat $S_1 + P_1$, B_2 , B_3 , S_4 , S_3 en S_5 vrij. Monteer alle draden en onderdelen op de bekende manier. Besteed weer je gewone aandacht aan de juiste montage van de transistoren en elektrolytische condensatoren en vergeet de koelvin voor de rechte AC 126 niet. Zie de kleurcode aan het eind van het boek. Sluit de minpool van de batterij aan op de draadklem bij B en verbind de pluspool van de onderste batterij met het schakelaarkontakt S_2 . Sluit ook een luidspreker aan. De oortelefoon wordt aangesloten op de tweede en vierde klem van links, onder op de montagekaart. Omdat deze

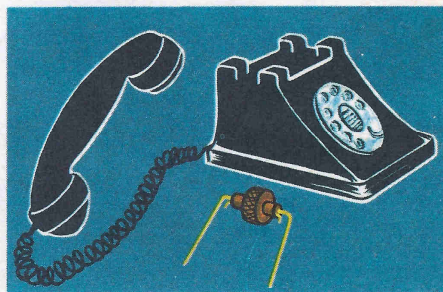
oortelefoon als microfoon gebruikt wordt, staat het microfoonsymbool hierbij aangegeven. Pak nu het spoeltje met het wassen laagje uit je doos en bevestig hieraan twee geïsoleerde draden. Maak daartoe de uiteinden van deze draden over ongeveer anderhalve centimeter blank en draai deze om de aansluitdraden van de spoel. Eén geïsoleerde draad aan elk spoeldraadje. Sluit nu de vrije uiteinden van deze draden aan op de eerste en vierde draadklem links onder op de montagekaart. Zet nu de schuifschakelaar naar rechts.

Microfoonversterker

Als je het apparaat hebt ingeschakeld, laat dan iemand zachtjes in de microfoon spreken. Zijn stem zal dan duidelijk door de luidspreker hoorbaar zijn. Het is best mogelijk dat voordat iemand iets zegt, een fluittoon uit de luidspreker komt. Dit komt omdat dan de microfoon en de luidspreker te dicht bij elkaar zijn. Je kunt dit voorkomen door de microfoon verder weg te zetten of door de knop van de potentiometer iets linksom te draaien, waardoor de luidspreker het minder hard doet. Je zult merken dat, als je op een rustige avond je microfoon buiten het raam hangt en de potentiometer helemaal rechtsom draait, dus voor de grootste gevoeligheid, het gezang van de vogels buiten door je kamer klinkt, zelfs van vogels die een eind van je huis af zijn. Dit apparaat kun je dus ook goed gebruiken voor het opvoeren van radiohoorspelen.

Telefoonversterker

Dit is een werkelijk verbluffend experiment. Zet de schuifschakelaar naar links en leg het

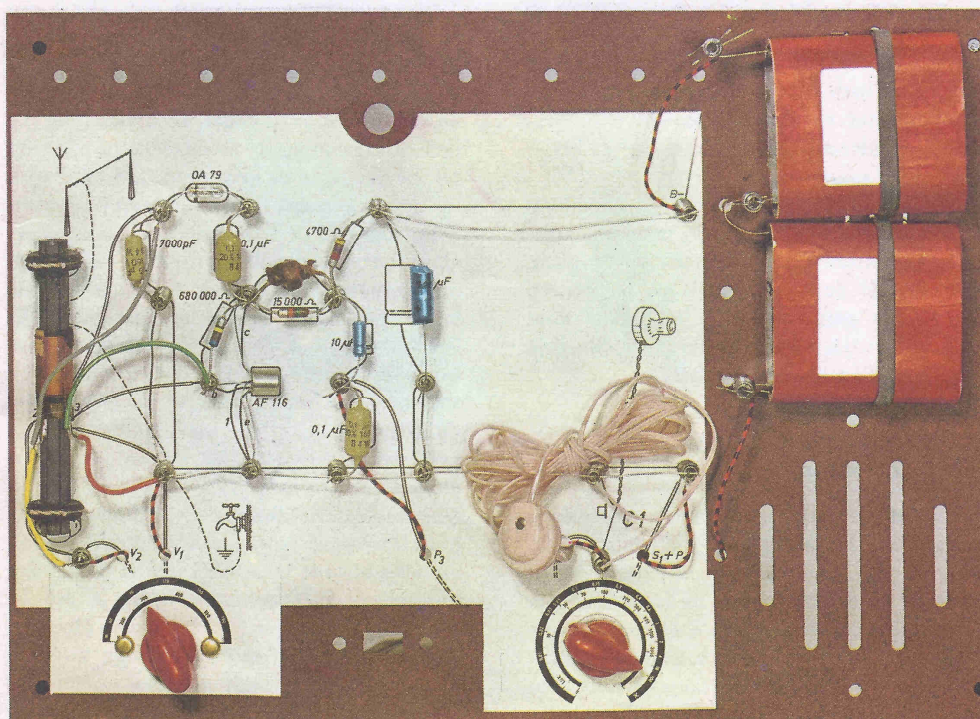


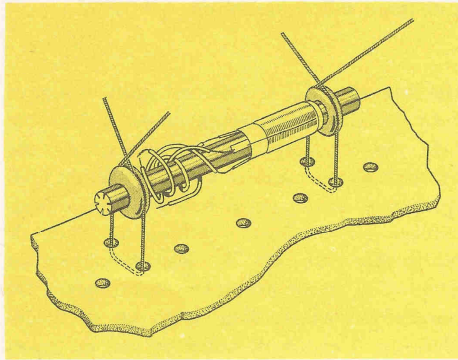
opnamespoeltje vlak bij de telefoon, zoals op de tekening is aangegeven. Bel een vriend op en begin een telefoongesprek met hem. Wat hij zegt en wat jij zegt zal dan door de luidspreker klinken. De luidspreker kan zich natuurlijk ook in een andere kamer bevinden. De telefoon is namelijk ook een elektrisch instrument en alles wat jij zegt en wat je vriend zegt veroorzaakt stromen die gaan door spoelen die zich in het telefoonapparaat bevinden.

Deze spoelen wekken een magnetisch veld op dat gaat door jouw luisterspoel. Deze magnetische velden wekken in die luisterspoel weer spanninkjes op die door je luisterapparaat verder worden versterkt tot op luidsprekersterkte. Zoek door te proberen uit wat de beste stand van de luisterspoel is. Bij sommige telefoons die zeer goed afgeschermd zijn lukt dit misschien niet.

Luisteren met oortelefoon

Het kan zijn, dat je helemaal geen weergave door de luidspreker wenst, of dat je veel last hebt van rondzingen, dit is de fluittoon die optreedt als de microfoon te dicht bij de luidspreker is. In dat geval kun je beter de luidspreker als microfoon gebruiken. Sluit de luidspreker aan op de microfoonklemmen (tweede en vierde draadklem links onder). De oortelefoon wordt aangesloten op de draadklem bij B en op de collector van de linker AC 126 via de elektrolytische condensator van C6 (3,2 of 4 μF). Hiervoor kun je de draadklem gebruiken waarbij rechts op de montagekaart een kleine b staat. De rechtertransistor T_3 , AC 126 en de weerstand van 27.000 Ohm R_7 hoeven nu niet meer gebruikt te worden.





C. RADIO

C1 - RADIO-ONTVANGER MET EEN TRANSISTOR

Deze radio-ontvanger heeft een ingebouwde antenne en je kunt ernaar luisteren met een oortelefoon. Hij is geschikt voor ontvangst op de middengolf, dat is het gebied waarop de meeste omroepzenders uitzenden.

Je hebt natuurlijk alle voorbereidingen getroffen, de batterijen zijn bevestigd en ook de potentiometer en de afstemcondensator (variabele condensator) als beschreven op blz. 7 enz.

Neem montagekaart C1 en leg hem zodanig op de montageplaat, dat alle gaten in de montagekaart samenvallen met de gaten op de plaat. Vergeet niet de montagekaart zo te plaatsen dat je alle getallen aan de voorkant kunt lezen, dat is dus aan de kant van de variabele condensator en de potentiometer.

DE MONTAGE VAN DE FERROCEPTOR

Schuif de antennespoel op de ferroxcubestaaf, totdat deze precies midden op de staaf zit. Schuif een plat afgesneden lucifershoutje tussen de spoel en de staaf, zodat de spoel niet van plaats kan veranderen. Schuif er dan de twee grote tulen over, zoals je kunt zien op de tekening. Nu is je ferroceptor klaar en je kunt hem op de montagekaart bevestigen. Plaats hem

zo, dat hij ongeveer op de afbeelding op de kaart ligt, met het lipje met de rode draad naar de kaart toe gekeerd. Verschuif zo nodig de rubber tules een klein eindje naar boven of naar beneden, zodat ze tussen de gaatjes komen. Bevestig dan de antenne met stukjes touw (nooit draad), die over de tules door de gaatjes lopen, en knoop ze onder de montageplaat vast. Welk soort knoop je wilt gebruiken, moet je natuurlijk zelf weten. Omdat je later de antenne weer wilt verwijderen, is het misschien het beste dat je de touwtjes net zo vastmaakt als je schoenveters.

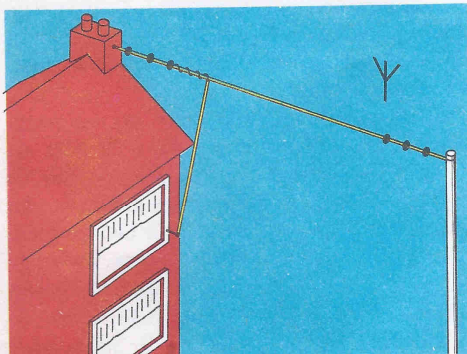
Bevestig de klemveren in alle gaten van de montagekaart, behalve in die waarbij staat $S_1 + P_1$, P_2 , P_3 , V_1 en V_2 . Als al deze klemmen op hun plaats zitten, kun je beginnen met de montage van de onderdelen. Denk erom, dat dit precies zo gebeurt als op de montagekaart aangegeven staat. De kleurcode voor weerstanden kun je aan het einde van het boek vinden.

Verbind de transistor AF 116 ook. Het is van het grootste belang, dat je je niet vergist bij het aansluiten van de draden. Bevestig eerst de collectordraad, die een beetje aan de kant zit, en dan, de een na de ander, de afscherming (1), de basisaansluiting (b) en de emitteraansluiting (e). Bevestig dan de geïsoleerde aansluitdraden op de juiste plaats. Als je dit werkje verricht hebt, sluit dan de rode draad van de antennespoel aan op de draadklem die door een stippellijn verbonden is met de tekening van de kraan. De gele draad op de draadklem, die verbonden is met contact V_2 van je condensator, de groene draad op het punt waarbij staat b van de basis van de AF 116 en tenslotte de grijze draad op het knooppunt tussen de polyestercondensator van 47,000 pF en de diode OA 79 (X1).

Sluit nu de oortelefoon en de batterijen aan (de plusklem van de batterij aan S_2) en als je denkt dat alles in orde is, schakel dan in. Draai dan aan de afstemcondensator totdat je een of meerdere stations hebt ontvangen. Het kan zijn dat je luidere ontvangst krijgt, als je je hele apparaat een beetje draait of een buitenantenne aansluit (zie de volgende paragraaf).

Buitenantenne

Waar de ontvangst zwak is, kan deze door de aansluiting van een buitantenne aanzienlijk worden verbeterd (lees ook pag. 57 e.v.). Een buitantenne moet tussen twee hoog gelegen punten, zoals bijv. twee schoorstenen, worden aangebracht, of tussen een huis en een garage. Dit is een karweitje dat slechts door volwassenen mag worden uitgevoerd, en zelfs dan nog alleen met de nadrukkelijke toestemming van je ouders. Speciaal antennendraad kun je bij de radiohandelaar kopen, en dit moet bevestigd worden tussen isolatoren van glas of porselein, die je ook bij de radiohandelaar kunt kopen. Op de tekening kun je zien hoe de draden door de isolatoren moeten lopen. De antenneleiding moet natuurlijk het huis worden binnengevoerd. Je moet aan je ouders vragen hoe dit gebeuren moet. De invoer moet geïsoleerd zijn. We raden je aan om binnenshuis geïsoleerd draad te gebruiken. De montagedraad, zoals je deze in de doos vindt, is hiervoor geschikt, mits je natuurlijk nog voldoende hebt. Bij gebruik

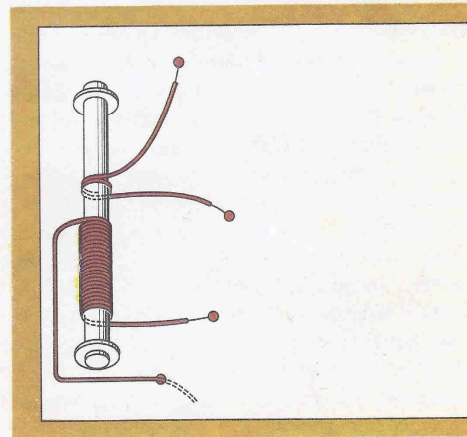


van een buitantenne is ook een goede aardleiding nodig. De beste aarde is de waterleiding. Met behulp van de hiervoor benodigde klemmen, die je ook bij een radio- of elektriciteitszaak kunt kopen, kan je dan de aarddraad aan de waterleidingbuis bevestigen, als deze tenminste niet van plastic is, want dan gaat het niet. Vergeet niet, indien nodig, roest of verf van de waterleidingbuis af te krabben. Nu is echter nog de vraag: Hoe verbinden wij onze antenne en aarde met de ontvanger? Plaats hiertoe links boven een extra draad-

klem. Neem een stukje geïsoleerd draad en leg twee of drie windingen van dit draad om de ferroxcubestaaf, zoals geschetst op de montagekaart (stippellijnen). Sluit één einde van deze „spoel” aan op de nieuwe draadklem en het andere einde op de draadklem die verbonden is met de condensoraansluiting V1. Sluit op de bovenste draadklem je buitantenne aan en op de onderste draadklem de aardleiding. Daarna kun je nog proberen of je bijv. met drie windingen om de ferroxcubestaaf een betere ontvangst krijgt dan met twee, en of heen-en-weer schuiven van dit antennespoeltje nog verbetering geeft.

Visserijband

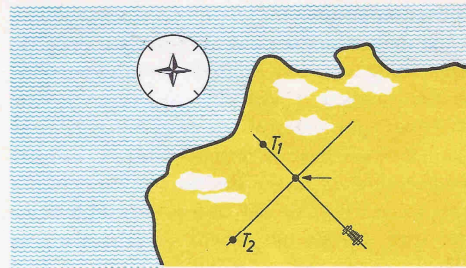
De omroepzenders werken op de middengolf, dwz. op golflengten tussen ongeveer 190 en 600 m, maar ook op kortere golflengten zijn tal van interessante zenders, zoals op de z.g. visserijband. Die is tussen omstreeks 180 en 60 m te vinden. Om die te ontvangen heb je een andere spoel nodig. Die moet je zelf maken met rood geïsoleerd montagedraad. Eerst moet je de middengolfspoel van de ferroxcubestaaf afnemen. Dan moet je achtentwintig windingen zo dicht mogelijk tegen elkaar aan om de staaf leggen. Sluit de twee einden van je eigen gemaakte spoel aan op de draadklemmen van de contacten V1 en V2 van je variabele condensator. Naast je visserijbandspoel leg je dan nog eens twee windingen geïsoleerd



draad, die je aansluit op de verbinding tussen de diode en de condensator van 47.000 pF aan de ene kant, en op de basisleiding van de AF 116-transistor aan de andere kant. Mocht genereren optreden, wissel dan de aansluitingen van deze spoel om. Als je niet dicht bij de kust woont, zal waarschijnlijk een buitenantenne nodig zijn. De aansluiting hiervan maak je precies als hierboven beschreven onder „Buitenantenne”, dus weer twee windingen, één eind van de draad gaat naar de antenne en het andere eind naar de aardleiding. Als je dit gedaan hebt, draai dan voorzichtig aan je afstemknop, en als alles goed is en je bent niet te ver van een zender verwijderd, dan kun je horen of de visser een goede ontvangst heeft gehad en nog allerlei interessante berichten.

Peilontvanger

Voor het verrichten van radiopeilingen heb je geen buitenantenne nodig, deze mag zelfs niet zijn aangesloten. Het zal je blijken dat, als je de hele ontvanger langzaam ronddraait zonder hem op te tillen, bij een bepaalde stand van de ontvanger de zender niet meer te horen is. Dit komt omdat de radiogolven dan in een verkeerde richting door de antennestaaf lopen. Dit gebeurt als de antennestaaf dwars op de richting van de zender staat. Wijst nu de ferroxcubestaaf dan van links naar rechts, dan bevindt de zender zich links of rechts van je ontvanger, precies op een lijn die je je zou kunnen indenken door de ferroxcubestaaf heen. Deze eigenschap kun je gebruiken om je plaats te bepalen, zoals schepen op zee dit doen. Daarvoor heb je een kompas nodig, ook net als schepen. Hoe gaan we nu te werk? Laten we eens aannemen dat de ontvangst van een bepaalde zender, dus D1, verdwijnt als de antennestaaf precies noordwest-zuidoost loopt. Die richting stel je natuurlijk met je kompas vast. Trek dan op de kaart een lijn, die ook zuiver noordwest-zuidoost loopt door de zender. Ergens op die lijn bevind jij je met je ontvanger. Stem nu af op een of andere zender T2, niet in dezelfde plaats, maar waarvan je natuurlijk wel weet waar deze staat. Nu vind je bijv. dat de tweede lijn van zuidwest naar



noordoost gaat, dus trek je een tweede lijn door T2 in de richting zuidwest-noordoost. Je bevindt je met je ontvanger ook op deze lijn. Waar ben je nu? Je bent op de eerste lijn en op de tweede lijn en er is maar één punt waarvoor dat mogelijk is, namelijk het punt waar de beide lijnen elkaar kruisen. Dat is dus vrijwel waar je je bevindt.

C2 - TWEE-TRANSISTOR RADIO-ONTVANGER

Deze ontvanger is ook geschikt voor ontvangst met oortelefoon en het gebruik van een tweede transistor maakt hem veel gevoeliger.

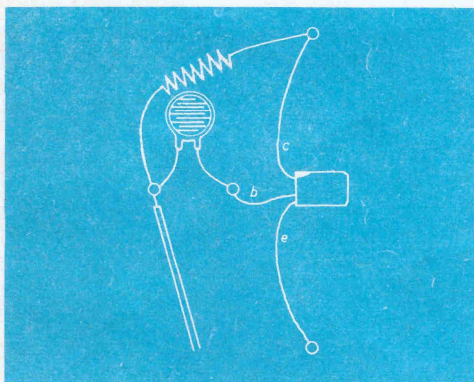
De kleurcode van de weerstanden kun je achter in het boek vinden.

De twee-transistor ontvanger is iets ingewikkelder dan zijn voorganger. Zonder de ervaring, opgedaan bij het bouwen van de ontvanger C1, zou het kunnen gebeuren, dat de C2 het niet zo goed doet als je had gehoopt. Dit komt, omdat in deze uiterst gevoelige schakeling ieder onderdeel nauwkeurig op zijn plaats moet worden aangebracht. Ook de verbindingsdraden moeten precies lopen zoals aangegeven. Lees daarom ook de bouwbeschrijving van C1 nog eens goed door. Voor het grootste deel is C2 precies gelijk aan C1, maar in plaats van alleen C15 (100 of 125 µF) gebruiken we nu ook C16, die van dezelfde waarde is en een belangrijk verschil is natuurlijk dat een tweede transistor wordt toegepast. Gebruik montagekaart C2.

Als de ontvangst te zwak is, gebruik dan zo mogelijk een buitenantenne. Deze ontvanger kan ook als peilontvanger worden gebruikt (zie de aanwijzingen bij C1).

C₃ - DRIE-TRANSISTOR ONTVANGER MET LUIDSPREKERWEERGAVE

Voor luidsprekers zijn grotere stromen nodig dan voor oortelefoons. Vandaar dat in dit schema een derde transistor wordt gebruikt. Als gevolg van de grotere versterking, moet de bouw ervan nog nauwkeuriger geschieden dan in het vorige geval. We hopen dat, als je al begonnen bent, je dit gedaan hebt met de één-transistor ontvanger. Voor de bouwbeschrijving verwijzen we je weer naar de beschrijving voor de één-transistor ontvanger C₁. Ga op dezelfde manier te werk, maar nu gebruik je natuurlijk montagekaart C₃. Voor één ding vragen we je bijzondere aandacht. Vergeet niet de koelvin op de rechtertransistor AC 126 te plaatsen. Als je dit niet doet, dan zal je ontvanger wel spelen, maar het gevaar bestaat dat je toestel, als het een tijdje in



staat, steeds zachter gaat spelen, en zelfs dat je transistor sneuvelt.

Bijzondere toepassing

Wat zou je zeggen van een wekker die alleen afgaat als het mooi weer is en stil blijft als het pijpestelen regent? Iets dergelijks is te maken. Zet een tweede draadklem in de buurt van de klem waarop de basis van de linker AC 126-transistor is aangesloten. Sluit op de nieuwe draadklem de weerstand R6 aan, en de draad die gaat naar de condensator C17. Laat de

basisleiding van de AC 126 aan de draadklem zitten. Breng dan tussen de draadklemmen de licht-gevoelige weerstand aan (raadpleeg de tekening). Je zult merken dat, als je dit goed hebt gedaan, je ontvanger precies zo speelt als tevoren. Maar doe nu het licht uit. De ontvangst wordt dan heel zacht en misschien wel geheel onhoorbaar. Zodra je het licht weer inschakelt, heb je weer muziek. Dit komt omdat zonder licht de lichtgevoelige weerstand een zo grote weerstand heeft, dat de stromen naar de basisleiding er praktisch niet meer door kunnen. Je zou je dus kunnen indenken dat je je radio-apparaat als wekker gebruikt. Als 's morgens de zon opgaat, begint het weer te spelen. Is de hemel echter zwaar bewolkt en blijft het daardoor lang donker, dan speelt het apparaat niet en je slaapt door.

D. ELEKTRONISCHE SIGNALERING

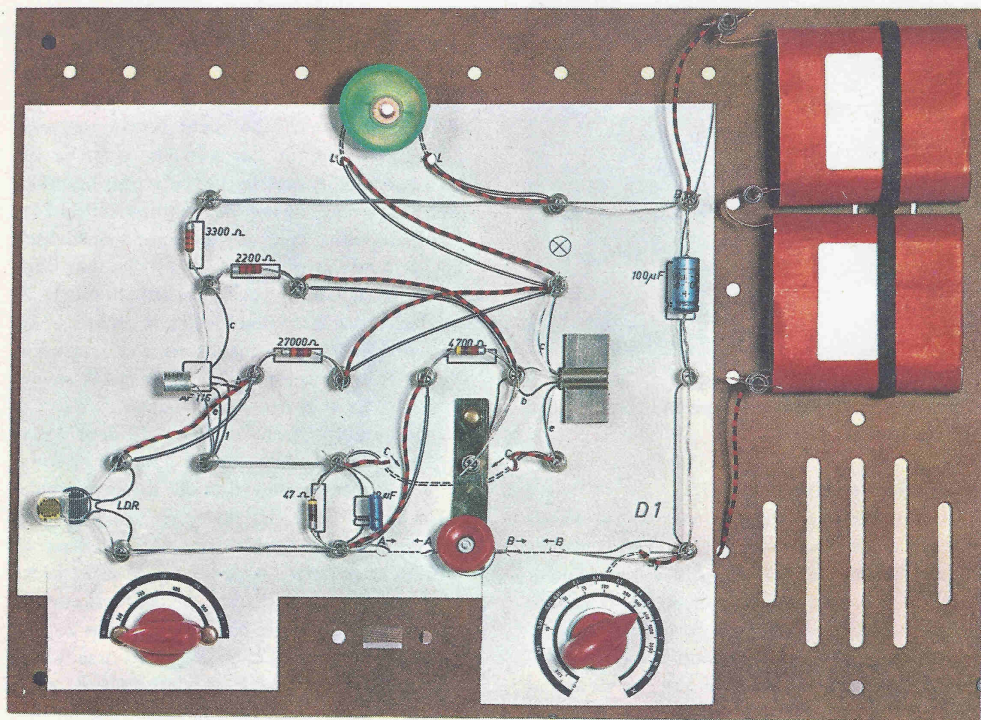
D₁ - VERKLIKKERLICHT

Dit apparaat signaleert of in een vertrek dat normaal donker is, het licht is aan geweest. Zodra namelijk in het vertrek, waar je dit apparaat hebt opgesteld, het licht gaat branden, gaat het signaleringslampje op jouw verklikkerinrichting aan. Zelfs al draait men onmiddellijk de lamp in de kamer weer uit, dan blijft jouw signaallampje toch branden, totdat je de op het apparaat aangebrachte geheime toets hebt ingedrukt. Je kunt dus zien of iemand in je kamer is geweest en het licht heeft aangedraaid, zelfs al is dat uren geleden.

Neem montagekaart D₁ en plaats deze op de montageplaat, zodanig dat de gaten in de montagekaart samenvallen met die in de montageplaat, en dat de getallen op de kaart leesbaar zijn van voren af, dus van de kant waar de potentiometer zit. Zit de fitting op zijn plaats? Evenzo de batterijen en de potentiometer? (De plusklem van de batterij moet aan S₂ van de potentiometer.) Ga in alle gaten draadklemmen plaatsen, behalve in die waarbij staat: A, B, C, L en S₁. Dit zijn immers gaten om

streepte zijde is de gevoelige kant. Schakel het apparaat in door de knop van de potentiometer rechtsom te draaien. Dan moet het lampje op je apparaat onmiddellijk gaan branden. Doe nu het licht in je kamer uit en druk op de hersteltoets. Dan moet het signaal-lampje weer uitgaan. Schijn nu eens met een zaklantaarn in de kamer rond en je zult gauw zien hoe gevoelig je verklikkerlicht is. De schakeling is zo te maken dat zij nog sneller werkt. Vervang hiertoe de weerstand R_3 ($27.000\ \Omega$) door een van $100.000\ \Omega$ (bruin, zwart, geel) of een van $330.000\ \Omega$ (oranje, oranje, geel). De kleurcode van de weerstanden kun je achter in het boek vinden.

Deze schakeling is een voorbeeld van een knipperlicht dat gebruikt zou kunnen worden voor een groot aantal doeleinden, zoals knip-



perbollen, politie signalen, richtingaanwijzers en reclameverlichtingen. Het is verder een zeer modern apparaat omdat alles hier elektronisch gaat.

We gebruiken montagekaart D2 en, nadat de lamp, de batterijen en de potentiometer op de montageplaat bevestigd zijn, plaatsen we de kaart erop, natuurlijk weer zodanig dat alle getallen van de potentiometerkant afleesbaar zijn en de gaten in de montagekaart precies vallen boven die in de montageplaat. Plaats dan draadklemmen in alle gaten, behalve die waarbij L en S1 staat. Breng de blanke montagedraden aan en monteer dan de weerstanden (kijk achter in het boek voor de kleurcode). Daarna de elektrolytische condensatoren (let vooral op de juiste stand, de ril in de bus aan de getekende kant), en dan de blanke draadverbindingen. Sluit dan de transistor AF 116 aan en let erop dat je je niet vergist met de verschillende aansluitingen. Sluit vervolgens de AC 126 aan. Let hier op de stip die de collectorleiding aangeeft, en vergeet de koelvin natuurlijk niet. Schroef het lampje in de fitting. Controleer of de verbinding tussen de plus- en de minpool van de twee batterijen nog goed in orde is en sluit dan de minpool van de bovenste batterij (lange strip) aan op de draadklem bij B en de pluspool van de onderste batterij (korte strip) op de schakelaarlip S2. Voor de laatstgenoemde aansluiting wordt natuurlijk een geïsoleerde draad gebruikt. We waren bijna de geïsoleerde draad van de schakelaarlip S1 naar de klem rechts onder op de montagekaart vergeten. We mogen niet vergeten de lamp aan te sluiten met rode draden, vanaf de klemmen onder en boven het symbool van de lamp.

Dan ook nog twee geïsoleerde draden, één van de basis van de AC 126 naar de condensator van 10 μ F, en een andere van de collector van de AC 126 naar de condensator van 100 μ F. Als dit klaar is en gecontroleerd, schakel dan het apparaat in door de knop op de potentiometer rechtsom te draaien. Het lampje begint dan aan en uit te gaan en het zal dit blijven doen, desnoods urenlang, totdat je batterij leeg is.

D3 - AKOESTISCH RELAIS

Dit is een elektronische schakelaar die een lampje inschakelt als in een vertrek geluid wordt gemaakt. De gevoeligheid van dit apparaat is instelbaar. Het kan daarom worden gebruikt als geluidsverklapper, die al op zeer zwakke geluidjes werkt. Het is echter ook te gebruiken als lawaaimeter, waarbij dan het lampje pas aangaat, als het geluid boven een zekere sterkte komt, bijv. als de kleine baby pruttelt en „zingt” gaat het lampje niet branden, maar zodra hij schreeuwt gaat het lampje aan en blijft branden totdat je de hersteltoets hebt ingedrukt.

We gebruiken montagekaart D3. De fitting, de batterijen en de potentiometer moeten eerst worden gemonteerd. Leg deze kaart op de juiste manier op de montageplaat en bevestig draadklemmen in alle gaten, behalve in die welke gemerkt zijn A, B, C, S1 + P1, P2 en P3. Monteer dan achtereenvolgens alle blanke verbindingdraden, de onderdelen, diode en transistoren. Let er wel op dat tussen de beide letters B en de beide letters C de blanke draad onder de montageplaat door loopt. Denk om de juiste aansluitingen van de transistoren, de diode en de elektrolytische condensator. Ga zorgvuldig te werk en vergeet geen draden. Breng nu de geïsoleerde draden aan op de montagekaart. Denk erom dat de geïsoleerde draad van de emitterleiding van de AC 126 naar de weerstand R8 gedeeltelijk onder de montageplaat doorloopt. Monteer dan de hersteltoets (seinsleutel), zoals aangegeven op blz. 12. Links onder op de montagekaart zitten twee draadklemmen. Bevestig hieraan twee geïsoleerde draden, waaraan aan de andere kant een luidspreker zit. Deze luidspreker gebruiken we als microfoon. Sluit nu de batterijen aan. De lange strip, minpool, van de bovenste batterij naar de draadklem gemerkt B, de korte strip van de onderste batterij naar de schakelaarlip S2.

Let erop dat de doorverbinding tussen de beide batterijen geen contact maakt met andere delen van het apparaat, zoals de bus van de elektrolytische condensator. Is dit gedaan,

schakel dan in door de potentiometerknop rechtsom te draaien. Als het niet werkt, ben je waarschijnlijk vergeten de draden aan de potentiometer zelf aan te sluiten. Dit is echter niet waarschijnlijk, want alvorens in te schakelen, heb je natuurlijk alles gecontroleerd.

Gebruiksaanwijzing

Leg de luidspreker daar neer waar je het geluid in de gaten wilt houden. Draai de knop op de potentiometer dan zo ver naar rechts, dat het lampje begint te branden zodra je een geluid sterk genoeg vindt. Door op de hersteltoets te drukken gaat het lampje weer uit. Je kunt nu bijv. vertellen wie de deur te hard dicht gegooit heeft. Je zet de potentiometer in een bepaalde stand en wie de deur zo hard dicht gooit dat de lamp gaat branden, wordt beboet! Dit is natuurlijk maar één toepassing. Er zijn er honderden.

D4 - DIEFSTALALARM

Dit alarmapparaat geeft een geluidsignaal als er licht valt op een LDR (licht-gevoelige weerstand) of als een raam of deur die eigenlijk gesloten hoort te zijn, wordt geopend.

Gebruik montagekaart D4 en bevestig hierop als tevoren in alle gaten draadklemmen, behalve in die waarbij staat A, S1, S3, S4, S6 en S7. Monteer dan de onderdelen en de blanke draden. Kijk voor de kleurcode weer achter in het boek. Denk om de juiste aansluitingen van de transistoren en vooral om de koelvin op de AC 126. Breng de geïsoleerde draden aan van de draadklemmen op de montagekaart naar alle aangegeven schakelaarkontakten. Vergeet er geen. Sluit ook de batterijen aan: Minpool van de bovenste batterij op de draadklem bij B en de pluspool van de onderste batterij op de schakelaarlip S2. Dan ook de schuifschakelaar aansluiten met geïsoleerde draden op S3, S4, S6 en S7, en alle andere draden die je nog niet gemonteerd hebt.

Wat de luidspreker betreft, daarvoor kun je de luidspreker gebruiken die op het montagebord zit, maar ook een afzonderlijke luidspreker.

Dan kun je deze aan lange draden zetten, desnoods in een ander vertrek. Eén draad gaat dan van de klem bij B naar de luidspreker, de andere draad van de collectorleiding van de transistor AC 126 eveneens naar de luidspreker. Sluit ook de LDR aan, waar dit op de montagekaart staat getekend. Zet nu de schuifschakelaar naar rechts en schakel het apparaat in. Als alles goed is, hoor je nu een fluittoon uit de luidspreker komen. Leg dan je hand op de LDR, zodanig dat er geen licht meer op kan vallen. De fluittoon stopt dan. Denk er wel om, de LDR is bijzonder gevoelig en reageert al op heel weinig licht.

Toepassing

De toepassingen van deze schakeling zijn talrijk. Je kunt bijv. een paar geïsoleerde draden met de LDR verbinden op de manier waarop in schema B4 draden verbonden zijn met een telefoonspoeltje. Dit stelt je in staat om de LDR op enige afstand van je apparaat neer te leggen, plat op een tafel en er een boek op te leggen. Zodra iemand het boek oppakt, begint de fluittoon. Je kunt het apparaat ergens neerzetten waar het gewoonlijk donker is, in de kelder bijvoorbeeld. Draait iemand het licht aan, dan klinkt weer een fluittoon uit de luidspreker.

Als je een elektrische trein hebt met een koplamp, dan kun je de LDR in een tunnel leggen, en als de trein de tunnel binnenrijdt, dan hoor je de fluittoon, zodat de overweg vóór de tunnel gesloten kan worden. Het kan soms handig zijn om de LDR in een kartonnen kokertje te plaatsen, zodat hij zich in de schaduw bevindt tot het licht van de trein erop valt.

De tweede mogelijkheid

Links op de montagekaart staan nog twee draadklemmen die om aansluiting vragen. Je kunt van hieruit twee draden laten lopen, bijv. naar een raam of een deur. Als deze draden aan het andere eind contact maken, dan zwijgt de luidspreker, maar zodra je de draden van elkaar afhaalt, hoor je weer een fluittoon. Voordat je dit inbraakalarm in gebruik neemt, moet je de

schuifschakelaar naar links zetten. Neem nu twee metalen punaises, één ervan prik je in de vensterbank en daarop sluit je één draad aan, en de ander prik je in het raamkozijn, en daarop sluit je de andere draad aan. Nu zal de luidspreker zwijgen zo lang het raam dicht is. Als het raam opengaat, hoor je de fluittoon weer.

D4.1 - VARIANT OP SCHEMA D4

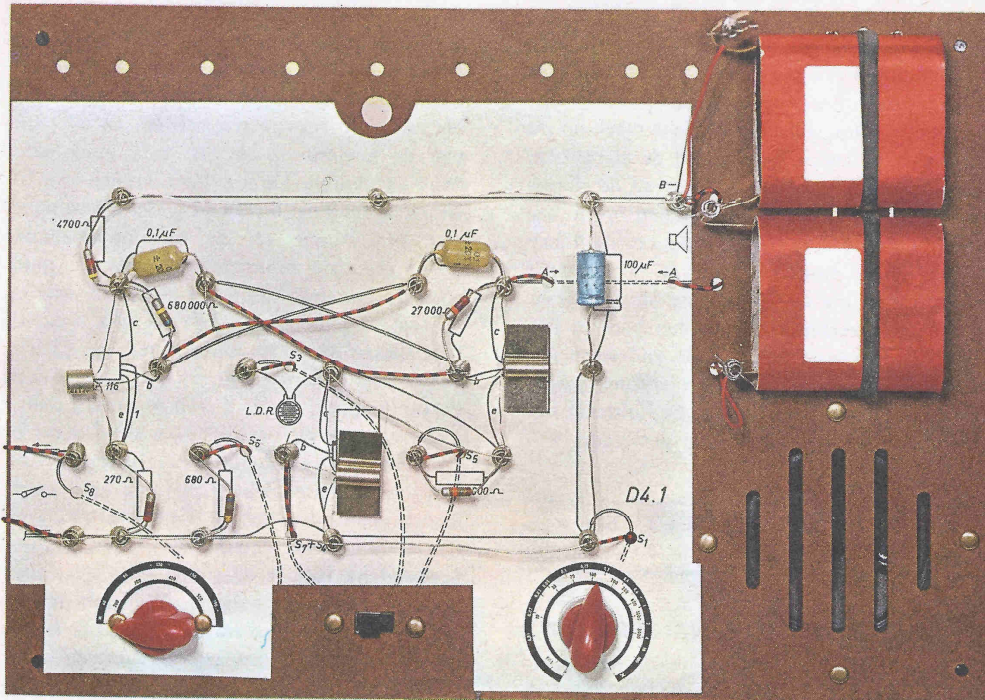
Dit is een variant op schema D4, dus weer een diefstalalarm, maar het voordeel hiervan is dat dit apparaat bijna geen stroom verbruikt in de rusttoestand, dat wil dus zeggen, als de luidspreker niet werkt. Gebruik montagekaart D4.1. Lees de bouwbeschrijving van D4 nog een keer door en ga op de daar beschreven manier te werk. Denk er ditmaal echter om dat er twee AC 126-transistoren moeten worden gebruikt, elk met een koelvin, en denk er ook

om dat ook verscheidene andere onderdelen niet dezelfde zijn. Let er goed op in welke gaten je geen draadklemmen moet plaatsen. We geloven niet dat we je verder over de bouw nog iets moeten vertellen. De LDR komt nu op een andere plaats dan in het vorige apparaat en de schuifschakelaar werkt precies andersom. Als je deze naar links draait is het apparaat gevoelig voor licht, en als je hem naar rechts draait signaleert hij het opengaan van deuren of ramen.

D5 - INBRAAKALARM

Het bijzondere van dit alarm is dat, als de waarschuwingstoon eenmaal gaat klinken, deze door blijft gaan totdat een hersteltoets wordt ingedrukt. Je hebt hier ook de keus tussen het werken met lichtsignalen of schakelaarkontakten.

Na je ervan vergewist te hebben dat de schuif-



schakelaar, de potentiometer en de batterijen op hun plaats zitten, leg je montagekaart D₅ op de montageplaat. Plaats de klemmen in de goede gaten, maar niet in de doorvoergaten en in die waarin de twee toetsen (seinsleutels) komen. Monteer dan weer nauwkeurig alle onderdelen. Na de montage van alle onderdelen en de transistoren, denk om de koelvinnen op de transistoren AC 126, is het het beste om dan de beide toetsen te monteren op de manier zoals aangegeven voor de toetsen van het elektronisch orgel. Onder deze toetsen loopt een blanke draad die je zo door de gaten in de montagekaart moet vlechten, dat hij onder de toetsen boven de montagekaart ligt, zodat elke toets als hij wordt neergedrukt contact maakt met deze blanke draad. Sluit vervolgens de geïsoleerde draden aan en daarna de batterij en de luidspreker (zie hiervoor bij D₄). Is de LDR al op zijn plaats? Met de schuifschakelaar naar rechts vind je dat, als er voldoende licht op de LDR valt, de luidspreker een toon gaat geven. Met de schuifschakelaar naar links begint de fluittoon zodra de linkertoets wordt ingedrukt. De toon kun je doen ophouden door de rechertoets in te drukken, mits de oorzaak van de toon eerst opgeheven is. Dus, als er geen licht meer op de LDR valt, of als de linkertoets, de alarmtoets weer losgelaten wordt. In plaats van de alarmtoets kun je ook twee lange draden op de betreffende punten (de basisleiding van de linker AC 126 en de emitterleiding van de AF 116) aansluiten en die aan de andere kant elk met een punaise verbinden. Prik één van de punaises in de vensterbank en de andere in het raam, zodanig dat als het raam gesloten wordt deze twee elkaar even raken; de fluittoon begint dan zodra het raam wordt gesloten.

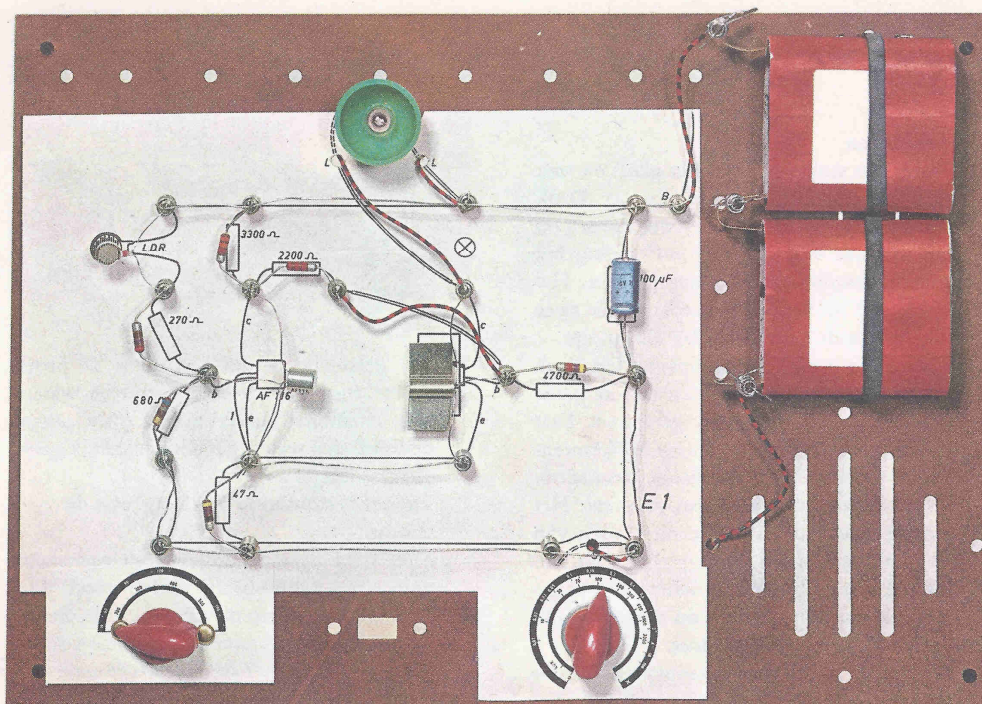
E. ELEKTRONISCHE MEET- EN REGELTECHNIEK

E1 - AUTOMATISCHE NACHTLAMP

Dit is een apparaat dat veel praktische toepassingen heeft, bijv. automatische regeling van

straatverlichtingen en autoparkeerlichten. Het wordt ook gebruikt bij automatische lift-, winkel- en garagedeuren.

Als het in je kamer donker wordt doordat iemand het knopje van het licht omdraait of doodeenvoudig omdat de zon ondergegaan is, dan begint het lampje van je apparaat automatisch te branden. Als op je montageplaat je lamp, de batterijen en de potentiometer nog niet bevestigd zijn, doe dat dan allereerst. Neem daarna montagekaart E1 en leg deze op de montageplaat, zodanig dat vanaf de kant waar de potentiometer zit alle getallen op de montagekaart leesbaar zijn, en alle gaten in de montagekaart precies samenvallen met de gaten in de montageplaat. Als dit gebeurd is, plaats dan draadklemmen in alle gaten, behalve dat waarbij staat S₁ en de twee waarbij de letter L staat gedrukt, want dit zijn doorvoergaten. Vervolg dan met de montage van de weerstanden, waarvan je de kleurcode achter in het boek kunt vinden. Breng dan, zo je dit nog niet hebt gedaan, de lange blanke draden op hun plaats en de geïsoleerde draad tussen de weerstanden R₅ (2200 Ω) en R₆ (4700 Ω). Bevestig ook C₁ (100 of 125 μ F) op de montagekaart. Sluit nu de transistors goed aan. Na montage van de transistoren en plaatsing van de koelvin op de AC 126, moet je de lamp aansluiten. De aansluitklemmen van het lampje zitten juist boven en onder het symbool van het lampje en de verbindingsdraden lopen over de montagekaart naar de gaten waar L bij staat. Sluit nu de LDR aan op de twee draadklemmen links boven. Staat de schakelaar op de potentiometer op „Uit”? (Helemaal linksom gedraaid?). Dan sluiten we de minpool van de bovenste batterij (lange strip) aan op de draadklem waarbij staat B. De pluspool van de onderste batterij (korte strip) wordt, met behulp van een geïsoleerde draad, verbonden met de schakelaarlip S₂ op de potentiometer. Zijn de batterijen nog doorverbonden? Heb je alles nog even gecontroleerd? Schakel dan maar in. Wat gebeurt er? ... Niets. Maar draai nu het licht in je kamer uit en het lampje gaat aan. Je kunt de weerstand R₂, die aangesloten is tussen de basis (b)



van de transistor AF 116 en de leiding die gaat naar schakelaarkontakt S₁, vervangen door de potentiometer. Dit stelt je in staat de gevoeligheid van je automatische nachtlamp te regelen. Verwijder hiertoe de weerstand R₂ (270 Ω) en de draadklem onder het teken „680 Ohm” op de montagekaart. Doe dan een geïsoleerde draad door het gat dat nu overblijft, van de basis (b) van de transistor AF 116 naar de potentiometer P₁. De tweede draad loopt door hetzelfde gat van de linkeronderklem op de montagekaart naar de potentiometerlip P₂.

E₂ - VOCHTIGHEIDSINDICATOR

Dit apparaat waarschuwt ons met behulp van een lichtsignaal als iets te nat wordt. Hiermee zijn tal van interessante proeven te nemen. Lees de lijst maar van toepassingen die volgt op de bouwbeschrijving en ook blz. 61. Dan zul je zien dat de naam vochtigheidsindicator nog veel te bescheiden is.

Bouwbeschrijving

Dit apparaat wordt gebouwd op montagekaart E₂. Je hebt de volgende onderdelen nodig: De lamphouder, de potentiometer en de batterijen. Deze laatste moeten onderling doorverbonden worden zoals eerder beschreven. Leg, nadat je de draadklemmen hebt bevestigd, de verschillende verbindingdraden op hun plaats. Na de elektrolytische condensator van 100 μF te hebben gemonteerd (let op de ril in de bus), is de beurt aan de weerstanden en de AC 126, compleet met koelvin. De lamphouder wordt natuurlijk ook aangesloten en tenslotte de batterijen. De minpool van de bovenste batterij (lange strip) moet je verbinden met de klem waarbij staat B. De pluspool (korte strip) van de onderste batterij wordt met een rode draad aangesloten op schakelaarkontakt S₂. Eigenlijk moeten we de draden met blanke einden verbinden met de klemmen waaraan de basis en de collector van de AF 126 vastzitten. Be-

kijk je apparaat nog eens goed, en lees, alvorens in te schakelen, de volgende toepassingen.

Toepassingen

- A. Neem een stukje papier (niet glad) en trek er met potlood een dikke lijn op. Druk het uiteinde van één van de twee draden op één uiteinde van de streep en beweeg het andere draadje over de streep heen. Het lampje zal het helderst branden als de twee blanke draadeinden dicht bij elkaar zijn.
- B. Neem een stukje krantenpapier en druk hierop met de blanke einden van de beide draden. Er zal dan niets gebeuren. Laat nu een paar druppels water op het krantenpapier vallen. Houd de blanke draadeindjes op de vochtige plek van de krant. Het lampje gaat aan. Zodra je de draden van de vochtige plek verwijderd, gaat het lampje weer uit. Dus: vochtig papier geleidt elektriciteit. Je hebt nu waarschijnlijk gemerkt dat jij dat ook doet.
- C. Neem nu een stukje vloeipapier. Vlecht op enige afstand van elkaar twee draadjes door dit vloeitje. Sluit één draad aan op B en de andere op C. (Zie montagekaart). Nadat je enkele druppels water op het vloeitje hebt gedaan, gaat het lampje branden. Je hebt nu dus een regenalarm.
- D. Steek de draden, verbonden met de collector en de basis van de AF 116, op enige afstand van elkaar in een bloempot. Als de aarde droog is, gaat het lampje niet branden, maar zodra de aarde in de bloempot vochtig genoeg is, gaat het lampje aan. Dus: Nooit meer verwelkte planten, dank zij dit apparaat.
- E. **Vloeistofindicator**
Een draadje, bijv. dat verbonden met de collector, sluit je aan op een metalen pan of iets dergelijks. Het andere draadje leg je in de pan, maar zo dat het het metaal niet raakt. Als er water in de pan wordt gedaan, dan gaat het lampje aan, zodra het vloeistofoppervlak bij de draad in de pan is gekomen. Dit geldt alleen als de vloeistof geleidend is, dus niet als je de proef neemt met olie of uiterst zuiver water.



stof geleidend is, dus niet als je de proef neemt met olie of uiterst zuiver water. Olie en uiterst zuiver water, zoals zuiver gedestilleerd water, geleiden namelijk geen elektriciteit.

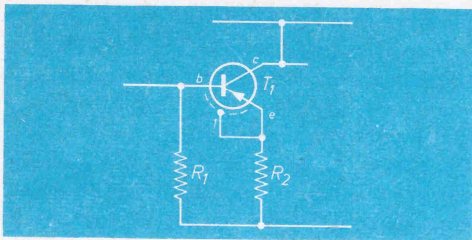
F. De gelijkrichtende werking van de diodes

Sluit voor deze proef eerst een weerstand van 4.700 Ohm (geel, violet, rood) aan tussen de basis van de AF 116 en de onderkant van de weerstand van 27.000 Ohm (die dus met het schakelaarkontakt S1 verbonden is). Sluit nu een diode aan tussen de collector en de basisdraad van de AF 116. Sluit eerst de kant van de diode, waarop een ring staat, aan op de basis van de AF 116. Het lampje blijft uit. Draai de diode nu om, dus met de ring op de diode aan de kant van de collectordraad van de AF 116. Nu gaat het lampje aan. Dit bewijst dat een diode de stroom maar in één richting doorlaat, namelijk als de geringde zijde (met het P-germanium) naar de negatieve klem van de batterij toegekeerd is.

- G. Sluit na verwijdering van de extra weerstand van 4.700 Ohm een LDR aan tussen de basis en de collector van de AF 116. Hoe meer licht er op de LDR valt, des te feller brandt het lampje.

Opmerkingen

Dat wij dit apparaat als een vochtigheidsmeter kunnen gebruiken, wijst er reeds op dat het zeer gevoelig voor vocht is. In het geval dat het nat weer is, bestaat het gevaar dat het lampje



gaat branden, als gevolg van het water dat in de montageplaat gedrongen kan zijn. Dan gloeit het lampje op voordat je de AF 116-transistor hebt aangesloten. In dat geval moet je de weerstand van 27.000 Ohm vervangen door een van een kleinere waarde, bijvoorbeeld 12.000 Ohm. Daardoor wordt het apparaat wat minder gevoelig gemaakt.

Toepassingen van de vochtigheidsindicator zijn er natuurlijk vele. Als je een boot hebt, kun je het vocht-gevoelige element (een stukje vloeipapier met twee draden er door gestoken) vlak bij de kiel gemonteerd, gebruiken. Het lampje waarschuwt je dan als de boot water maakt. We hebben er reeds op gewezen dat je de twee draadjes in een bloempot kunt stoppen om je te waarschuwen als de aarde te droog wordt. Je kunt het stukje vloeipapier ook in een stuk wasgoed, dat te drogen hangt, steken en met een wasknijper vastklemmen. Het lampje gaat dan uit als het stuk wasgoed droog is. In plaats van vloeipapier kun je ook een stukje flanel of katoen of iets dergelijks gebruiken. Als je een waterpistool hebt, kun je een automatische schietschijf maken. Neem een ronde schijf en maak daar een gat van ongeveer 2,5 cm doorsnede in. Hang daar een vocht-gevoelig element achter, bijvoorbeeld van een heel dun stukje vloeipapier. Als je raak schiet wordt dit geleidend en gaat het lampje aan. Alvorens verder te gaan, moet je natuurlijk wel zorgen dat je vocht-gevoelige element weer droog is.

E3 - TIJDSCHAKELAAR

Deze schakeling regelt automatisch de tijd die een lamp blijft branden. Met behulp van de

potentiometer kun je deze tijd naar wens langer of korter maken. Een toepassing hiervan is het van tevoren vaststellen van de belichtingstijd bij het afdrukken van foto's en ook trappehuisverlichting die een bepaalde tijd branden. Op de montageplaat moeten de fitting voor het lampje, de batterijen, de potentiometer en de schuifschakelaar worden gemonteerd. Je begint weer, zoals gewoonlijk door op montagekaart E3 alle draadklemmen te bevestigen, behalve in de gaten waar een letter of een cijfer in staat. Monteer dan de onderdelen. Breng vervolgens de elektrolytische condensatoren aan, natuurlijk in de goede stand, met de ril in de bus zoals op de montagekaart is aangegeven.

Dan alle blanke verbindingsdraden en tenslotte de transistoren, waarbij je natuurlijk goed oplet, dat de collectordraad, dit is de draad bij de stip op de afschermbus van de transistor, aan de goede klem wordt aangesloten. Je vergeet de koelvin op de rechter AC 126 natuurlijk niet. Als dit gedaan is en je hebt gecontroleerd of de schakelaar op de potentiometer inderdaad op „uit” staat (helemaal linksom gedraaid), begin je met de montage van de rode draden. Controleer, alvorens je de batterij gaat aansluiten, of je het lampje wel in de fitting hebt geschroefd. Sluit daarna de minpool van de bovenste batterij (lange strip) aan op de klem waarbij B staat en de pluspool van de onderste batterij (korte strip) op de schakelaarlip S2. Als je dan ook de schuifschakelaar hebt aangesloten en je hebt alles nog eens een keer gecontroleerd, dan ben je klaar om in te schakelen. Doe dit door de knop op de potentiometer rechtsom te draaien. De schuifschakelaar moet hierbij naar links staan.

Zet nu de schuifschakelaar naar rechts, en het lampje gaat onmiddellijk branden, maar gaat na korte tijd weer uit. De tijdsduur kun je met je potentiometer regelen. Wil je nu weer een lichtimpuls geven, dan moet je eerst weer even de schuifschakelaar naar links zetten. Zodra je deze weer naar rechts schuift, krijg je weer een lichtimpuls. Je kunt voor elke stand van de potentiometer, die je kunt aflezen van de getallen van het potentiometerschaaltje, bepalen hoeveel seconden de lichtimpuls duurt. Als je

daar een tabelletje van maakt, of een grafiekje, dan kun je daarna met behulp van die tabel of grafiek de knop op de potentiometer in de juiste stand zetten, overeenkomstig het aantal seconden dat je de lichtimpuls wilt laten duren. Als je dat gedaan hebt, kun je de schuifschakelaar naar rechts zetten, en je krijgt een lichtimpuls van het gekozen aantal seconden.

E4 - UNIVERSEEL MEETBRUG

Stel dat je een weerstand of een condensator cadeau krijgt waarop geen kleurcode aanwezig is en waarop geen waarde staat, maar waarvan je toch graag wilt weten hoe groot hij is. Dit is hetzelfde probleem als dat waarvoor de fabrikant van onderdelen zich geplaatst ziet, want als hij deze onderdelen maakt, zal hij graag, voordat hij de waarde erop stempelt, willen weten hoe groot de capaciteit of de weerstand ervan is. Hij moet dus metingen verrichten. Een ander voorbeeld is: je wilt een foto maken. Dan hangt de belichtingstijd af van de lichtsterkte. Je moet deze lichtsterkte kunnen meten. Je kunt natuurlijk een belichtingsmeter in een winkel kopen, maar de fabrikant van belichtingsmeters moet ook de lichtsterkte kunnen meten voordat hij weet wat hij op het schaalte van de meter moet zetten. Het apparaat dat wij gaan maken, zal ons helpen weerstanden, condensatoren en lichtsterktes te meten. Deze universeel meetbrug is niet zo moeilijk te bouwen, maar je kunt er alleen werkelijk nut en plezier van hebben, als je een zekere kennis van elektronika hebt. - Die kennis kun je alleen verwerven met het bouwen van een aantal apparaten uit onze bouwdoos. Als je die kennis hebt, neem dan montagekaart E4 en leg die op de juiste manier op de montageplaat. Bevestig draadklemmen in alle gaten, behalve daar waarbij staat $S_1 + P_1$, P_2 en P_3 . Zorg ervoor dat het schaalte op de juiste wijze op de potentiometer wordt gezet, dat wil zeggen dat als de schakelaar op „uit” staat, de punt van de knop zich precies boven de eerste lijn links moet bevinden. Dit apparaat is natuur-

lijk niet zo nauwkeurig als de apparaten die men in fabrieken en laboratoria gebruikt, maar je zult zien, nauwkeurig genoeg voor ons doel.

Het meten van weerstanden

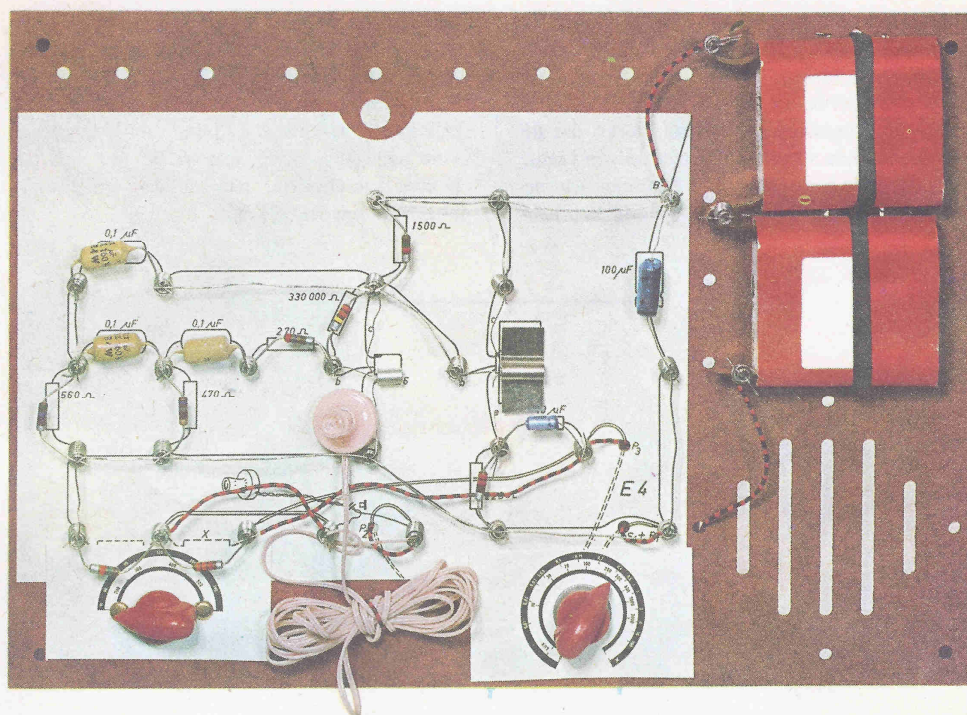
Het meten dat wij zullen doen, bestaat hierin dat we van een onbekende weerstand de waarde vergelijken met die van een bekende weerstand, en dat ons apparaat aanwijst hoeveel maal de onbekende weerstand groter of kleiner is dan de bekende weerstand.

Links onder op het apparaat zitten drie draadklemmen, waar draden naar toe lopen die nog niet zijn aangesloten. Tussen de tweede en de derde klem van links (waartussen een gestippelde weerstand staat getekend met een X erbij) sluiten we onze standaardweerstand aan, dat wil zeggen, de weerstand die we gaan gebruiken om de onbekende weerstand mee te vergelijken. Hiervoor kunnen we bijvoorbeeld een weerstand van 1.500 Ohm nemen. Sluit deze aan. Pak dan een andere weerstand zonder naar de waarde te kijken en sluit die aan op de eerste en tweede klem van links. Schakel nu je apparaat in en stop de oortelefoon in je oor. Je zult dan een fluittoon horen. Draai nu net zo lang aan de knop van de potentiometer totdat die fluittoon verdwijnt. Kijk dan boven welk punt van de schaal de punt van de knop staat. Stel, dat dit boven de 10 is, dan weten we dat de onbekende weerstand tienmaal zo groot is als je vergelijkingsweerstand. Deze onbekende weerstand is in het voorbeeld dus $10 \times 1.500 \text{ Ohm} = 15.000 \text{ Ohm}$. Daarmee is de onbekende weerstand geen onbekende meer.

Het kan ook zijn, dat de toon verdwijnt als de wijzer op de knop boven 0,1 staat. Dan is de onbekende weerstand $0,1 \times 1.500 \text{ Ohm}$, dus 150 Ohm, enzovoort. Als standaardweerstand is een weerstand van 1.000 Ohm zeer geschikt. Andere geschikte waarden zijn 100 en 10.000 Ohm. Deze worden in de doos niet bijgeleverd, maar zijn alle bij handelaren te krijgen.

Het meten van condensatoren

Het meten van condensatoren geschiedt op dezelfde manier als het meten van weerstanden.



Er is echter één verschil, namelijk: de standaardcondensator moet nu tussen de eerste en tweede klem van links worden aangesloten. De onbekende condensator wordt tussen de tweede en derde klem van links aangesloten, waar dus een X bij staat. De meting geschiedt verder precies op dezelfde manier als bij weerstanden.

Lichtmeter

De Lux is de eenheid van verlichtingssterkte. Stel je voor dat je je bevindt op een afstand van drie meter van een lantaarnpaal, waarin een lamp van 100 W zit, dan is, waar jij staat, de verlichtingssterkte ongeveer 10 lux. Dat wil zeggen, mits er geen ander licht is. Zou je nu proberen een boek te lezen, dan zul je merken dat 10 lux veel te weinig is, tenminste om

prettig te lezen. Voor een goede verlichting bij het lezen en het maken van huiswerk, zijn minstens 300 lux nodig, voor tekenwerk wel 500. Een horlogemaker moet zijn werkstuk met minstens 1.000 lux verlichten, een smid daarentegen kan desnoods met 150 lux volstaan.

Voor de algemene verlichting van een woonkamer is 150 lux wel voldoende, maar als je moeder wil naaien en ze heeft donkere stof, dan is 700 lux vereist.

Daglicht is veel sterker dan kunstlicht en je komt op veel hogere luxgetallen. Als je veel aan fotografie doet en je hebt geen belichtingsmeter, dan zul je blij zijn te horen dat deze lichtmeter hiervoor zeer bruikbaar is. Je moet hem echter zelf ijken en zelf vaststellen welke belichtingstijd en diafragma-instelling het beste passen bij de verschillende verlichtingssterkten.

Sluit tussen de eerste en de tweede klem van links onder een weerstand aan van 120 Ohm (bruin, rood, bruin). De LDR wordt tussen de tweede en derde klem van links, dus op de plaats X aangesloten. Monteer die zo dat de gestreepte zijde van de LDR naar boven komt, want dat is de gevoelige zijde. Laat dan licht op de LDR vallen, bijvoorbeeld door het hele

apparaat op de tafel te plaatsen onder de lamp en draai aan de knop van de potentiometer totdat de toon door de oortelefoon verdwijnt. De stand van de potentiometerknop geeft dan de lichtsterkte aan. Staat de punt van de knop bijvoorbeeld tussen de 200 en de 300 van het lichtsterkteschaaltje, dan is de verlichtingssterkte ongeveer 250 lux.

ALGEMENE THEORIE

INTERESSANT EN NUTTIG VERMAAK

Ingenieurs en technici van onze grote laboratoria hebben de onderdelen in deze bouwdoos ontworpen en hebben, met alle bekwaamheid en plezier waarmee ze aan radio of radar, aan elektronische regelapparatuur of aan televisie werken, schakelingen uitgedacht. Het terrein, waarop de elektronika wordt toegepast, breidt zich gestadig uit en daarom neemt de vraag naar knappe en enthousiaste technici ook gestadig toe. Misschien zal het genoeg, dat je aan je EE-bouwdozen zult beleven, je aanmoedigen om erover te gaan denken van de techniek het werk voor je leven te maken. Als je studeert, maar ook later nog, als je werkt, zul je beseffen hoeveel nuttige dingen je geleerd hebt toen je op je kamer aan het experimenteren was. We wensen je nu echter alvast veel genoeglijke uren.

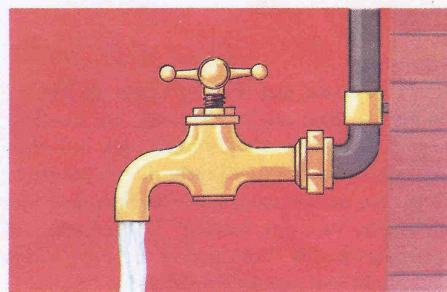
Atomen

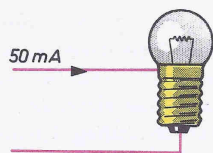
Alle lichamen in de natuur zijn opgebouwd uit atomen. De atomen bestaan uit een kern met een aantal elektronen eromheen. Je zou dit met een zonnestelsel kunnen vergelijken. In ons zonnestelsel is de zon de kern en alle planeten draaien eromheen. Het kleinst waarneembare materie-deeltje bestaat nog uit miljoenen atomen. In de natuur verschillen de stoffen onderling wat betreft de bouw van de kern en het aantal elektronen dat eromheen draait. Waterstof is de stof met het eenvoudigste atoom; er draait slechts één elektron om de kern van het waterstofatoom. Een ander atoom, dat van helium, heeft twee elektronen. Wat het koperatoom betreft, dit heeft 29 ronddraaiende elektronen, die zich niet allemaal op dezelfde afstand van de kern bevinden. Het laatste van de 29 bevindt zich nogal ver van de kern, bijna vrij van de andere. De kracht waarmee het in zijn zonnestelsel wordt vastgehouden is niet zo sterk als die voor de andere elektronen. Het kan van het ene koperatoom naar het andere overspringen.

Het wordt een „vrij elektron” genoemd. Aan gezien een uiterst klein deeltje koper reeds miljarden atomen bevat, bevat het ook miljarden vrije elektronen. Alle elektronen hebben een negatieve elektrische lading. De beweging van elektronen wordt een elektrische stroom genoemd. Elektronen kunnen zich gemakkelijk door een koperdraad bewegen, omdat koper een goede elektrische geleider is.

Grote en kleine stromen

Als je een kraan opendraait, komt er water uit. Het water loopt door een buis. Als je de schakelaar van het elektrisch licht omdraait, komen elektronen in enorm grote aantallen door de draad. Ja, letterlijk enorme aantallen, want als je een grote elektrische lamp aandraait, stromen elke seconde $6,3 \text{ miljoen} \times \text{miljoen} \times \text{miljoen}$ elektronen door de lamp. Het is heel moeilijk te werken met zulk een getal en daarom wordt een stroom van $6,3 \text{ miljoen} \times \text{miljoen} \times \text{miljoen}$ elektronen per seconde een stroom van één Ampère genoemd. Dit kan in een nog kortere vorm geschreven worden als: 1 A. In de elektronika zijn we gewoonlijk zuiniger met elektronen dan bij wat we de netvoeding noemen. We gebruiken er veel kleinere stroompjes dan van 1 Ampère (1 A) in werkelijkheid duizend of miljoen maal zo klein. Om het gemakkelijker te maken over deze kleine stroompjes te spreken, heeft men het duizendste deel van één Ampère milli-Ampère (afgekort mA) genoemd. Het miljoenste deel van een Ampère wordt micro-Ampère genoemd, afgekort μA (μ is de Griekse letter mu).





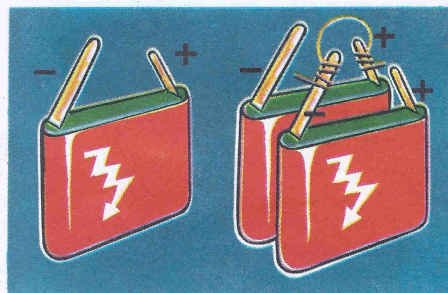
Weerstand

Je weet heel goed, dat water niet zomaar vanzelf door de pijpen van de waterleiding loopt. Het moet erdoor gepompt worden, omdat het water op zijn weg door de pijpen weerstand ondervindt. Met de elektrische stroom is het precies hetzelfde. Hij ontmoet ook weerstand, zelfs wanneer de elektronen lopen door een stelsel van koperen draden, waar de elektronen gemakkelijk door stromen. In beide gevallen biedt een lang toevoerstelsel meer weerstand aan de stroom dan een kort, en een nauw stelsel biedt meer weerstand dan een wijd. Voor wat betreft waterpijpen, hier heeft het soort materiaal waarvan ze gemaakt zijn geen invloed op het doorstromen. Bij elektrische draden is het wat ingewikkelder, omdat, als deze niet gemaakt zijn van een goede geleider, zoals koper, de stroom er niet zo gemakkelijk door gaat. IJzer bijvoorbeeld heeft een grotere elektrische weerstand dan koper. De eenheid van de elektrische weerstand is de Ohm, als symbool ook geschreven als Ω . Een koperen draad van ongeveer 180 m lang en 2 mm dik heeft een weerstand van 1 Ohm. Een weerstand van 1.000 Ohm wordt kilo-Ohm genoemd, afgekort tot k-Ohm en een miljoen Ohm wordt één mega-Ohm genoemd, afgekort tot M-Ohm. Een weerstand van 500.000 Ohm kan dus genoemd worden 500.000 Ohm, of 500 k-Ohm of 0,5 M-Ohm, naar het het beste uitkomt.

Spanning

Water stroomt niet vanzelf door de buizen, want er is altijd een kracht nodig om het door de buizen te stuwten. Zo heeft ook een elektrische stroom een stuwkracht nodig, een stuwkracht die we spanning noemen. Spanning kun je krijgen van een batterij. De eenheid van spanning wordt Volt genoemd. Als je een draad hebt met een weerstand van 1 Ohm en je

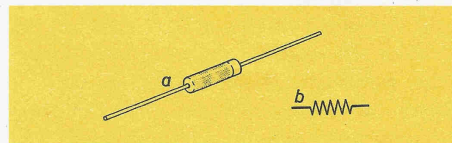
verbindt hem met een batterij van 1 Volt, dan loopt er een stroom van 1 Ampère door de draad. In de elektronika kunnen we spanningen hebben die veel groter zijn dan 1 Volt en ook andere, die veel kleiner zijn. Bijvoorbeeld de beeldbuis van een televisietoestel werkt bij 18.000 Volt. In dat geval kunnen we ook spreken van 18 kilo-Volt (kilo voor 1.000), afgekort tot 18 kV. Maar in een radiotoestel komen we ook spanningen tegen van een duizendste Volt en van een miljoenste Volt. Deze worden milli-Volt en micro-Volt genoemd, respectievelijk afgekort tot mV en μ V. De batterijen die we voor onze elektronische experimenten gebruiken, hebben een spanning van 4,5 Volt. Als we echter twee ervan zogenaamd in serie schakelen, werken ze samen. De totale spanning is dan 4,5 Volt + 4,5 Volt



= 9 Volt. A propos, als je je dat misschien afvraagt, de woorden Ampère, Ohm en Volt zijn afgeleid van de namen van beroemde natuurkundigen.

De verschillende soorten schema's

Bij elektronische apparaten gebruiken we onderdelen, die met elkaar worden verbonden door middel van koperdraden. Het schakelschema toont ons theoretisch hoe deze verbindingen lopen. In de schakelschema's worden de onderdelen weergegeven door symbolen.

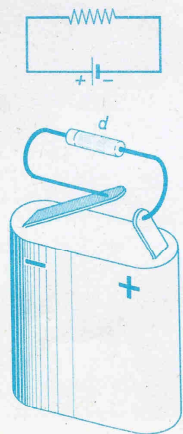


Zo kun je het symbool voor een weerstand op de tekening zien en daaronder kun je zien hoe een bepaald soort weerstand er in werkelijkheid uitziet. Er naast staat het symbool van een batterij. Verder in dit boek zullen we steeds weer schakelschema's tegenkomen. De bedradingsschema's zijn te vinden op aparte montagekaarten. Het schakelschema wordt gebruikt om de werking van een schakeling te verklaren, het bedradingsschema om je in staat te stellen het apparaat te bouwen.

In de laboratoria worden schakelschema's gebruikt en in de fabrieken bedradingsschema's, net als in je EE-boek en -bouwdoos.

Plus of min?

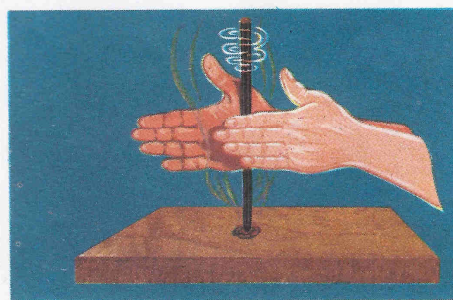
Op het symbool van de batterij zie je een + en een — teken. Deze geven de richting aan waarin de stroom gaat, maar let nu goed op! Men is dit overeengekomen, nog vóór dat we wisten van het bestaan van elektronen. Een zijde van de batterij werd plus genoemd en men zei dat de stroom loopt van plus naar min. Pas later ontdekte iemand, dat de elektronen in werkelijkheid stromen in tegengestelde richting, dus van min naar plus. We moeten onze grootouders en overgrootouders daar niet te hard om uilachen. Ze waren alleen nog niet zo ver als wij. Een batterij is, als het ware, een doosje, waarin zich een enorm aantal elektronen bevindt. De elektronen stromen van de minpool door de weerstand in de verbindingsdraad naar de plus-



pool van de batterij. Als de chemische stoffen in de batterij, die de spanning opwekken, hun kracht hebben verloren, is de batterij „leeg”.

Wisselstroom

Tot nu toe hebben we steeds een stroom beschouwd, die altijd in één richting gaat. Dat is bij de waterleiding altijd het geval. Bij de elektriciteit kan dat anders zijn. Daar kunnen de elektronen even in één richting gaan, dan even in omgekeerde richting door de draad en dan opnieuw in de eerste richting enzovoort. Nu zul je waarschijnlijk zeggen: „Dat is sterk”. Inderdaad, als het water in de buis zich ook zo gedroeg, zou er heel weinig uit de kraan komen. De elektriciteit hoeft echter niet uit de draad te komen om nuttig te zijn. Laat ons, om ons dit te kunnen voorstellen, in de leer gaan bij primitieve mensen. Zij kunnen vuur maken door een stokje zeer snel in een blokje hout rond te draaien. De wrijving veroorzaakt hitte en als de hitte groot genoeg is, begint het stokje te smeulen. Wrijving betekent het overwinnen van weerstand. Als je in je handen wrijft, worden ze ook warm, omdat de ene hand zich over de andere hand beweegt en weerstand ondervindt. Als een elektrische stroom door een draad gaat, moet er ook een weerstand overwonnen worden. Dit maakt de draad warm, waarbij het er niets toe doet of de elektronen zich van links naar rechts, van rechts naar links of op-en-neer bewegen. De grootte van de stroom en de grootte van de weerstand bepalen hoeveel warmte ontwikkeld wordt, afgezien van de vraag of het een gelijkstroom of een wisselstroom is. Voorbeelden van warmte-ontwikke-

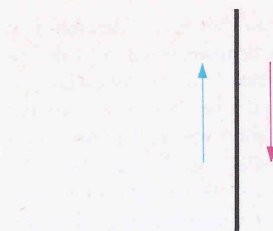
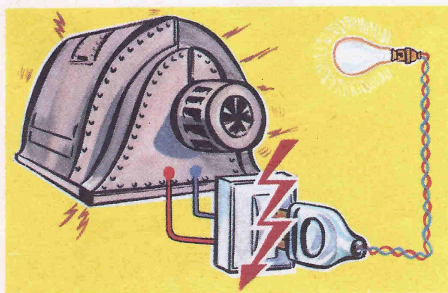


ling door middel van elektrische stroom zijn je heel goed bekend: in de elektrische kachel en de gloeilamp.

Deze wisselstroom heeft echter andere bijzondere voordelen boven gelijkstroom, wat we aanstonds zullen zien. Wisselstroom krijgen we van onze stopcontacten. Kom niet aan het lichtnet, daar de spanning meer dan hoog genoeg is om een noodlottig ongeluk te veroorzaken. De batterijen die we gebruiken geven gelijkstroom, voldoende om de apparaten, die we gaan bouwen te doen werken, maar gelukkig veel te weinig om ongelukken te kunnen veroorzaken. Nu we het er toch over hebben, de batterijen die je bij deze apparaten gebruikt, zijn 4,5 Volt zaklampbatterijen. In serie geschakeld geven de twee batterijen 9 Volt.

Frekwentie

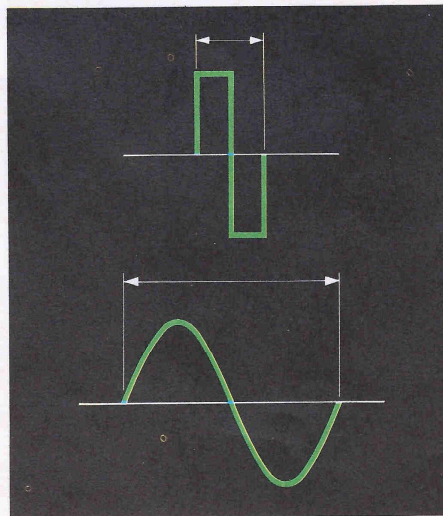
We moeten wat meer weten van wisselstroom dan het aantal Ampères. We moeten bijvoorbeeld de snelheid kennen, waarmee de stroom op-en-neer gaat. Stel je even voor dat de stroom een halve seconde van boven naar beneden gaat en dan een halve seconde van beneden naar boven. Dat is eenmaal per seconde op en neer (Fig. A). Dit eenmaal omhoog en omlaag of op-en-neer gaan, wordt de „periode” van de wisselstroom (wisselspanning) genoemd. Het aantal perioden per seconde wordt de frekwentie genoemd. Zo is in dit voorbeeld de frekwentie 1 periode per seconde. De spanning van het lichtnet heeft een frekwentie van 50 perioden per seconde. In plaats van te spreken over perioden per seconde, wat nogal een mond vol is,



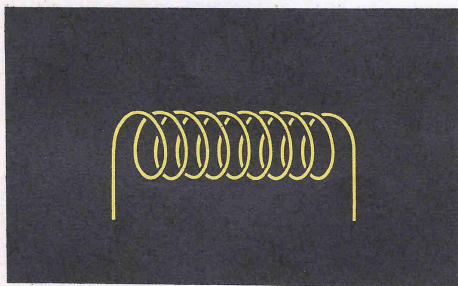
kunnen we het afkorten tot Hz (afkorting van de naam Herz). De frekwentie van de netspanning is daarom ook 50 Hz. In de radio-techniek worden veel hogere frekwenties gebruikt. Veel zendstations werken met frekwenties van miljoenen Hz. Voor het gemak spreken we van kiloHz (kHz) (duizend Hz) en mega-Hz, (MHz), (miljoen Hz). In werkelijkheid werkt wisselstroom gewoonlijk niet met horten en stoten, als hierboven aangetoond, maar geleidelijk. Hij begint bescheiden in één richting, wordt groter en neemt dan geleidelijk weer af, verandert van richting enz. (Fig. B).

Spoelen

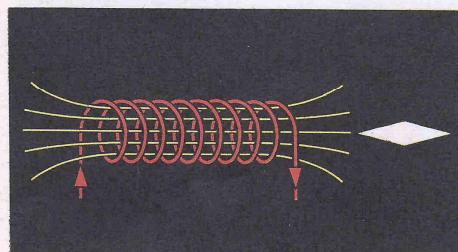
Wisselstroom stroomt op precies dezelfde wijze door draden en weerstanden als gelijkstroom. Maar als we een draad tot een spoel winden, nemen we een verschil waar. Wissel-



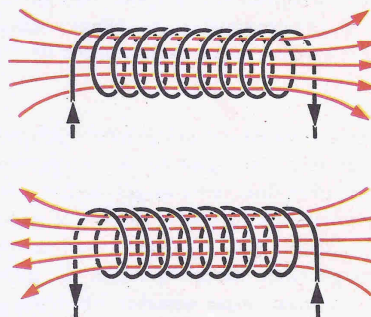
stroom ondervindt in een spoel meer weerstand dan gelijkstroom. Hoe groter de frequentie, hoe moeilijker de stroom door de spoel komt. Hoe komt dat? Als een stroom door een spoel gaat, wordt er een magnetisch veld opgewekt, gelijk aan dat van een gewone staafmagneet. Zulk een spoel zal daarom ijzer-vijlsel en een kompasnaald aantrekken. De wind tegen de wieken van een windmolen doet die wieken ronddraaien. Als je daarentegen de wieken door middel van een motor doet draaien, zullen deze wieken zich gedragen als een reus-achtige waaier en ook wind voortbrengen. Kunnen we dit proberen op het terrein van de elektriciteit? Zal een magnetisch veld dat in rust is om een spoel daar ook een stroom in opwekken? Het antwoord op deze eenvoudige vraag is „neen”. Als een spoel dicht bij een



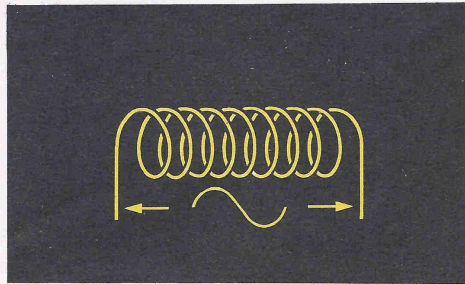
staafmagneet ligt, wordt er geen spanning in opgewekt die een stroom teweeg kan brengen, net zoals een stilstaande windmolen geen wind veroorzaakt. Maar met dit „neen” is niet alles gezegd; wat maar goed is, omdat anders radio, televisie en vele andere zaken tot de on-



mogelijkheden zouden behoren. Wat werkelijk van belang is, is dat, als we de magneet bewegen, een spanning in de spoel wordt opgewekt; een magnetisch veld, dat zich langs een spoel beweegt, wekt spanning in die spoel op. Als er een stroom loopt door een spoel, wordt er een magnetisch veld opgewekt. Als de richting van de stroom wordt omgekeerd verandert het magnetisch veld van richting. Het magnetisch veld wisselt zo en wekt spanning in de spoel op. Wat is nu het gevolg van dit alles? Laat ons een wisselspanning op de spoel zetten. Dan zal er een wisselstroom gaan lopen door de spoel, dat is duidelijk. Deze wisselstroom zal een magnetisch veld veroorzaken, dat ook zal wisselen. Dan zal natuurlijk de spanning die in de spoel wordt opgewekt, door het magnetisch veld, dat steeds van richting verandert, weer een wisselspanning zijn. Tot zo ver is het in orde, maar hoe nu verder? Zal deze nieuwe spanning de oude helpen een stroom door de spoel te zenden, of



zal ze hem tegenwerken? In feite werken die nieuwe spanningen elkaar tegen. Gelukkig, want als het andersom was, zou de stroom alsmaar groter en groter worden. Zoals het nu echter is, werkt de zogenaamde inductie spanning de gebruikte spanning tegen en zal zo de stroom kleiner doen worden. Dat is hetzelfde als wanneer we de weerstand vergroten. Hoe hoger nu de frequentie van de wisselstroom is, hoe sneller de stroom van richting verandert en hoe groter de tegenspanning is.

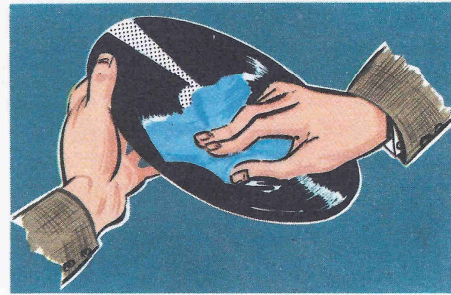


Bijgevolg wordt de stroom steeds kleiner, dat wil zeggen de weerstand van de spoel wordt steeds groter. Als we natuurlijk een konstante gelijkstroombron hadden gebruikt, zou er, toen eenmaal de stroom liep, geen inductiespanning zijn. Dan wordt de stroom dus alleen beperkt door de weerstand van de draad van de spoel, daar het belangrijke wisselen van de spanning niet aanwezig is. We zullen in onze schakelingen regelmatig gebruik maken van deze eigenschappen van de spoel. Hier zie je de schetsen van twee spoelen, die je kunt vinden in de EE-bouwdoos en bij deze schetsen de symbolen.

We hebben gezien dat gelijkstroom gemakkelijk door zo'n spoel gaat en dat wisselstroom het moeilijker doet. Hoe hoger de frekwentie van de wisselstroom, hoe moeilijker de stroom door de spoel gaat. Een spoel kan daarom worden gebruikt als een barrière, die gelijkstroom doorlaat, maar wisselstroom bijna geheel tegenhoudt.

Elektrisch veld

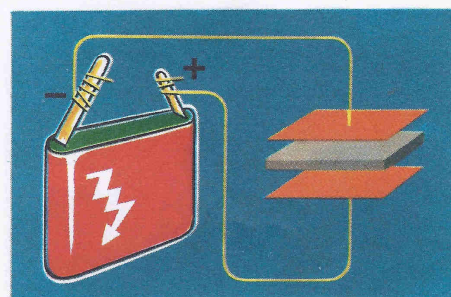
Magnetische velden zijn voldoende bekend, dank zij het kompas en de hoefmagneet. Maar er is ook een elektrisch veld. Een magnetisch veld wordt opgewekt als een stroom door een draad gaat; een elektrisch veld is aanwezig rond een voorwerp waarop spanning staat. Je weet, dat als je een glazen staafje of een grammofoonplaat met een droog wollen of zijden doekje wrijft, het staafje en de plaat stof en kleine stukjes papier kunnen aantrekken. Dat

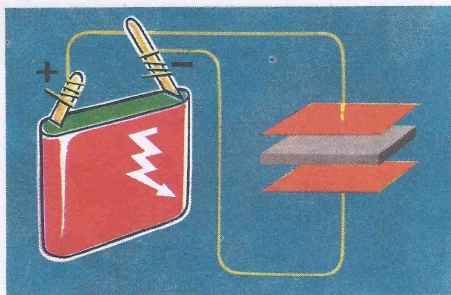


is het gevolg van het feit dat door het wrijven, deze voorwerpen elektrisch geladen worden en er elektronen naar de oppervlakte zijn gekomen. Wat je niet kunt zien, is, dat het elektrisch veld niet alleen stofdeeltjes aantrekt, maar ook elektronen aantrekt en afstoot. Wat de afstoting betreft, denk maar even aan wat er gebeurt, als twee magneten dicht bij elkaar worden gebracht. De noordpool van de ene trekt de zuidpool van de andere aan, maar twee noordpolen stoten elkaar af. Elektronen zijn allemaal negatief geladen. Dus, net zoals gelijknamige polen elkaar afstoten, stoten ook elektronen elkaar af.

Condensatoren

Laat ons nu zien, wat er gebeurt, als twee metalen platen, geplaatst als op de tekening, aan een batterij worden verbonden (A). Elektronen stromen van de negatieve pool naar de bovenste metalen plaat. Dat moeten ze wel,



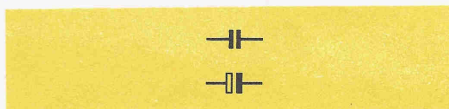


omdat er massa's elektronen in de batterij aanwezig zijn, die allemaal proberen elkaar af te stoten. De draadverbinding en de plaat geven hen de kans enige duizenden miljoenen elektronen uit de batterij langs de draad de plaat in te stuwen. Als ze daar aangekomen zijn, kunnen ze niet verder, omdat de lucht de elektronen niet doorlaat. Lucht is geen geleider, het is een isolator. Maar een elektrische lading wekt een elektrisch veld op, dat door de lucht loopt en de andere plaat bereikt. Ook in deze plaat zijn er elektronen. Trouwens, er bevinden zich altijd elektronen in een geleider, zelfs wanneer de geleider niet is aangesloten op een batterij. De elektronen zijn nu eenmaal in het metaal aanwezig. Ze stromen er niet doorheen, zolang daar geen bijzondere reden toe is, maar ze kunnen in beweging gebracht worden. Zoals we al zeiden, elektronen zijn onvriendelijk en onbeleefd.

Onbeleefde mensen, die in een trein stappen, dringen naar binnen en gebruiken hun ellebogen. Elektronen zijn veel erger dan mensen. Ze zijn altijd onbeleefd tegen elkaar en kunnen zelfs op een afstand duwen, als ze elkaar niet kunnen bereiken met hun ellebogen. Het elektrische veld, dat van de bovenste plaat uitstraalt, drukt daarom elektronen uit de onderste plaat weg, langs de draad naar de „+”-pool van de batterij. Hoe hoger de spanning, hoe meer elektronen weggedrukt kunnen worden. Wat gebeurt er op het ogenblik dat we een batterij met twee metalen platen verbinden? Een elektronenstroom gaat van de minpool van

de batterij naar één van de platen en van de andere plaat naar de „+”-pool van de batterij. Dat is alles. Als het „opvullen” ophoudt, bereiken de elektronen aan weerszijden van de open ruimte de evenwichtstoestand. Ze houden op zich te bewegen en er loopt geen stroom meer. Nu verbinden we de batterij snel andersom aan de platen, zodat de plus nu boven is en de min onder. De minpool van de batterij ziet weer kans om wat elektronen kwijt te raken, ditmaal aan de onderste plaat, die, natuurlijk „leeg” is. Als de elektronen de plaat hebben bereikt, stoten ze hun broertjes en zusjes die nog aanwezig zijn op de bovenste plaat, met zulk een kracht af, dat ze in de batterij terecht komen, waarbij ze een stroom opwekken die duurt tot dat de onderste plaat met elektronen geladen is. Vergelijk nu de tweede tekening (B) met tekening A. Eerst stroomden de elektronen in de bovenste draad van links naar rechts, daarna andersom. Als we nu de polen van de batterij maar blijven omkeren, zal er een wisselstroom door de draad gaan. Het zal je duidelijk zijn dat, als de polen heel snel omgewisseld worden, de elektronen veel vaker op-en-neer zullen vliegen, dan wanneer de polen langzaam worden omgewisseld. In plaats van de polen van de batterij om te keren, kunnen we ook een wisselstroom toepassen. In de techniek worden op vele manieren wisselspanningen opgewekt, waarvan we er enige later zullen bespreken.

Twee evenwijdige metalen platen, die elkaar niet raken, worden een „condensator” genoemd. Als de frekwentie van de wisselstroom hoger wordt, loopt de stroom gemakkelijker door zulk een „condensator”. Een condensator is dus precies het tegenovergestelde van een spoel. Hij laat dus geen gelijkstroom door, maar wel wisselstroom, in het bijzonder als deze een hoge frekwentie heeft. De afmetingen van de condensator, dat wil zeggen de afmetingen van de platen en de afstand er tussen



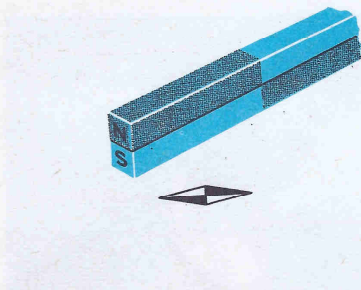
bepalen de „capaciteit”. De capaciteit is het vermogen van de condensator om een elektrische lading vast te houden. Hoe groter de capaciteit is, hoe gemakkelijker de wisselstroom er door kan stromen. De capaciteit wordt gemeten in Farads, afgekort tot F. De Farad is een zeer hoge waarde, daarom gebruiken we meestal de micro-Farad (μF), die een miljoen maal zo klein is, en de micro-micro-Farad ($\mu\mu\text{F}$), die nog eens een miljoen maal zo klein is, gewoonlijk pico-Farad (pF) genoemd. Soms wordt er ook gebruik gemaakt van de nano-Farad (nF), die gelijk is aan duizend pF. Dus: 1 F = een miljoen μF = een miljard nF = een biljoen pF of $\mu\mu\text{F}$.

HALFGELEIDERS

We hebben al een paar maal gesproken over de versterking van spanningen en stromen. Een luidspreker heeft een vrij grote stroom nodig, die in feite duizenden malen zo groot is als de stromen die gaan door de antenne als gevolg van de radiogolven, die ze opvangt. Het is mogelijk wisselstromen en spanningen door middel van elektronenbuizen (radiobuizen) en transistoren te versterken (dit is de kracht er van vergroten). Bij het bouwen met onze elektronische bouwdozen maken we gebruik van moderne transistoren. De werking van een transistor is nogal ingewikkeld. Ze is in feite niet alleen ingewikkeld, maar ook vrij geheimzinnig. Een transistor ziet er uit als een metalen of glazen buisje, waaruit aan het eind drie of vier draadjes komen. Het buisje is echter slechts een bescherming voor de werkelijke transistor, die in het buisje zit en gemaakt is van een zeldzaam en daarom kostbaar metaal, germanium genoemd. Dat is een waardevol en nuttig element dat door de scheikundigen metalloïde wordt genoemd. Het metalloïde germanium heeft eigenschappen als die van metalen, zoals koper, ijzer, zilver en goud. De meeste metalen zijn goede geleiders van de elektriciteit, germanium echter niet. Stoffen als papier, rubber en mica zijn zulke slechte geleiders van elektriciteit, dat ze niet-geleiders of isolatoren worden genoemd. Germanium is ook geen isolator, aangezien het enigermate geleidt. Daarom wordt het een halfgeleider genoemd. We zouden het echter ook een half-isolator kunnen noemen. Germanium kan alleen in een uiterst zuivere vorm voor transistoren worden gebruikt. Als je alle korreltjes suiker in een zak van twee kilo moest tellen, zou je zien dat het er ongeveer tien miljoen waren. Als er zich één korreltje zand bevond in de twee kilo overigens zuivere suiker, zou deze in gelijke mate verontreinigd zijn als het germanium dat gebruikt wordt voor transistoren. Dit moet je enigszins een idee geven hoe zuiver het materiaal moet zijn.

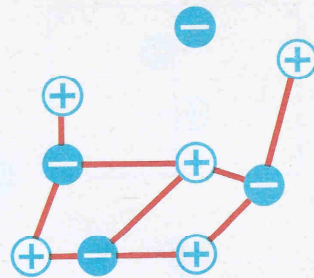
Elektronen en gaten

We weten al dat de kleinste zichtbare metaaldeeltjes miljoenen elektronen bevatten. Elektronen zijn heel kleine elektriciteitsdeeltjes, die een elektrische lading bezitten. Deze lading is normaal niet aantoonbaar, omdat er ook tegengestelde ladingen in het metaal zijn, en deze ladingen heffen elkaar op. Als je twee gelijke magneten op elkaar legt, met de Noordpool van de ene op de Zuidpool van de andere, zul je

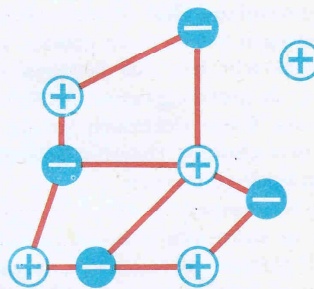


zien dat ijzeren voorwerpen er niet meer zo sterk door worden aangetrokken als tevoren. De tegenovergestelde magnetische ladingen hebben elkaar opgeheven. Zoals overal in de natuur hangt alles af van het evenwicht.

Elektrische ladingen zijn positief of negatief, zoals magnetische polen Noord of Zuid zijn. Als we één elektron (negatieve lading) uit het metaal nemen, zal er een „gat” overblijven. De elektrische lading van dit gat is tegenovergesteld aan die van het elektron. „Gaten” zijn positief geladen. De ladingen van de elektronen tezamen heffen dus nu niet langer volledig de aanwezige tegengestelde ladingen (van alle gaten tezamen) op. In welke toestand bevindt zich nu zuiver germanium? Het zit vol elektronen en gaten. Deze elektronen en gaten zitten erg stevig vast in het materiaal. Daarom is germanium zulk een slechte geleider. Als er wat arsenicum aan het germanium wordt toegevoegd, is het gevolg, dat een aantal elektronen wat gemakkelijker beweegbaar zijn. Als we wat indium in het germanium doen, zien we dat dan daarentegen enkele gaten wat gemakkelijker te bewegen zijn. Germanium



N-type

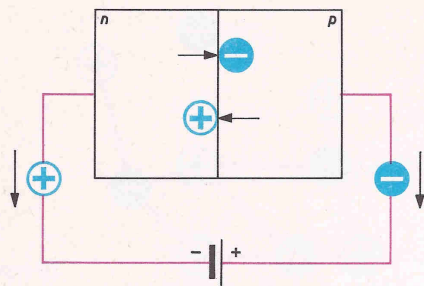


P-type

waaraan een beetje arsenicum is toegevoegd, wordt N-germanium genoemd, omdat hierin de negatieve elektronen zich kunnen bewegen. Germanium met wat indium erin wordt P-germanium genoemd, omdat hierin de positieve lading verplaatsbaar is.

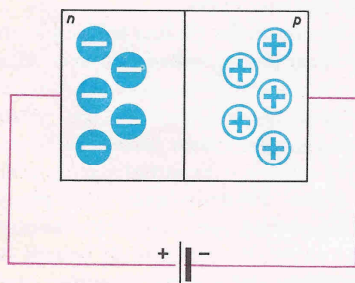
Grenslaagstroompjes

Als je nu twee kleine plaatjes zuiver germanium tegen elkaar plaatst, gebeurt er niets, zelfs niet als je er een batterij over aansluit. Als je echter een plaatje N-germanium en een plaatje P-germanium tegen elkaar plaatst, zie je, dat, als je er een batterij over aansluit, er gemakkelijk een stroom doorheen gaat. Het plaatje P-germanium moet dan verbonden worden aan de plus (positieve pool van de batterij en het N-germanium aan de min (negatieve) pool van de batterij. Deze stroom is zelfs zo groot dat hij de germaniumplaatjes zou beschadigen, dus probeer het in geen geval! Dit kan als volgt worden verklaard. Tegenovergestelde ladingen, zoals die van elektronen en gaten, trekken elkaar aan, net zoals tegenovergestelde magnetische polen. De elektronen in het N-ger-



manium worden aangetrokken door de gaten in het P-germanium. Daar de elektronen zich kunnen bewegen in hun eigen plaatjes, zal de aantrekkingskracht hen dus bewegen in de richting van de grenslaag tussen het N- en het P-germanium. Enige elektronen kunnen deze grenslaag overschrijden. Hetzelfde gebeurt met de gaten in het P-germanium.

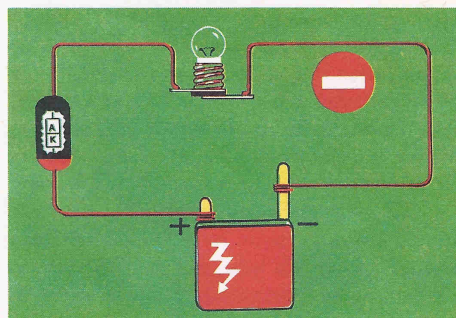
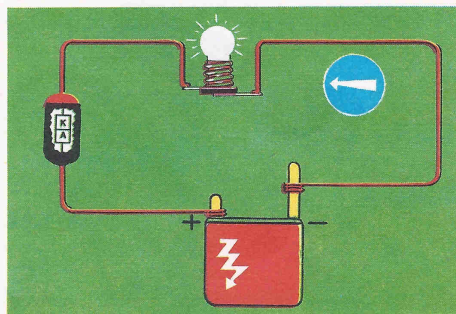
De batterij is zo aangesloten, dat de minpool ervan tracht de elektronen in het N-germanium naar het P-germanium te stuwten, terwijl de positieve pool helpt om aan de elektronen te trekken. Onder invloed van al deze krachten zullen nog wat meer elektronen de grenslaag passeren en zelfs door het P-germanium gaan. Om het verlies goed te maken, levert de batterij een gelijk aantal elektronen aan het N-germanium, die opnieuw worden gestuwd en ge-



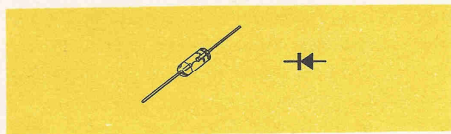
trokken naar de grenslaag, die ze overschrijden enz. Hetzelfde gebeurt met met de gaten, maar die bewegen zich natuurlijk in tegengestelde richting.

Vervolgens sluiten we de batterij andersom aan: De pluspool aan het N-germanium, de min-

pool aan het P-germanium. De pluspool trekt de elektronen in het N-germanium weg van de grenslaag. De minpool doet hetzelfde met de gaten in het P-germanium. Deze krachten zijn groter dan de krachten tussen de gaten en de elektronen binnenin resp. het P- en het N-germanium. Zo blijven er bij de grenslaag geen elektronen of gaten meer over. De batterij heeft het gewonnen, maar er is een prijs voor betaald. Als de pluspool van de batterij alle elektronen bij de grenslaag heeft weggetrokken, kunnen er geen elektronen meer



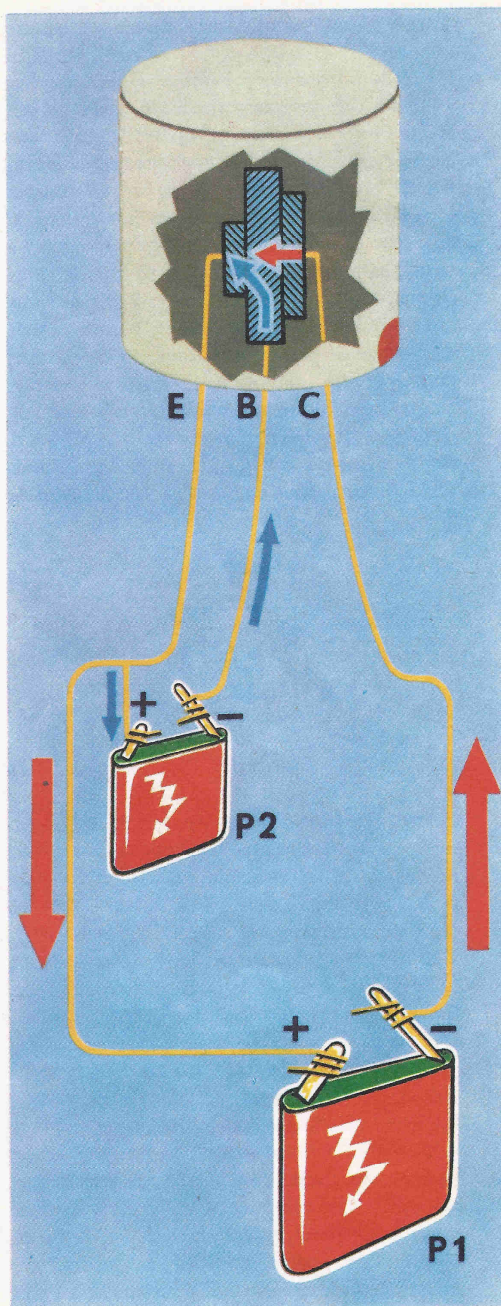
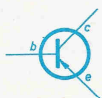
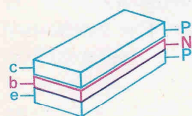
volgen en bij gevolg geen stroom van elektronen. Dat is ook zo met de gaten. We noemen zulk een combinatie van een plaatje P-germanium en een plaatje N-germanium een „Diode”, ze laat de stroom slechts in één richting door. De diode verandert een wisselstroom in een gelijkstroom. Het is niet moeilijk te ontdekken, wat er gebeurt als een wisselstroom wordt aangesloten op een „germaniumdiode” van dit soort. Gedurende de halve pe-



riode dat de spanning aan het P-germanium positief is, en die aan het N-germanium negatief, loopt er een stroom. Gedurende de volgende halve periode, als de spanning omgekeerd is, loopt er geen stroom. De stroom door de diode stroomt slechts in één richting en is daarom „gelijkstroom”, al is hij ook onderbroken. De wisselspanning is „gelijkgericht”.

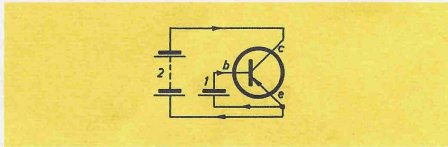
In onze bouwdozen wordt de diode in radio-ontvangers gebruikt en zijn functie daar wordt in het hierop betrekking hebbende hoofdstuk verklaard. De diodegelijkrichters worden bijv. gebruikt bij acculaders. Accu's moeten opgeladen worden met gelijkstroom, maar de stroom die we van het lichtnet krijgen, is wisselstroom. De acculader bevat daarom een gelijkrichter, die de wisselstroom in gelijkstroom verandert. De in deze dozen gebruikte diode is echter niet geschikt voor dit doel (zij is niet groot genoeg).

Je kunt niet zomaar aan de diode zien welk van de twee aansluitdraden verbonden is met het N-germanium en welk met het P-germanium. Aan de kathodekant van de diode staat daarom altijd een merk. Men zegt dat de andere aansluitdraad aan de „anode-kant” zit. Hierop moet je bij het bouwen altijd letten. In het diodesymbool geeft de pijl de richting aan, waarin de gaten door de diode gaan. De elektronen bewegen zich dus tegen de richting van de pijl in. Het merk, dat staat aan het ene uiteinde van de diode, wijst de negatieve kant aan: d.w.z. de kant verbonden met het N-germanium.



Transistoren versterken stromen en spanningen

De in de bouwdoos gebruikte transistoren bestaan uit drie laagjes germanium, namelijk een laagje N-germanium met aan beide zijden een laagje P-germanium. Het middelste germaniumplaatje heet de basis (b), één van de plaatjes P-germanium de emitter (e) en het andere de collector (c). Stellen we ons nu voor dat we twee batterijen over onze transistor aansluiten; batterij 2 met de minpool aan de basis en de pluspool aan de emitter, batterij 1 met zijn pluspool weer aangesloten op de emitter, maar met zijn minpool aangesloten op de collector. De stroompjes zullen als volgt door de transistor gaan: één stroom van batterij 2 via de basis en de emitter, en ook een stroom van batterij 1 door de collector, de basis en de



emitter. De pijltjes geven de richting aan waarin de elektronen stromen. Als we deze stromen nu meten, zullen we zien dat de stroom door de collectorleiding (c) aanzienlijk groter is dan die door de basisleiding (b). Misschien vind je dit alles nogal saai, maar waar we heen willen gaat jou ook aan, want dit is nu juist waarom we de transistor gebruiken. Laten we eens veronderstellen, dat de spanning van batterij 2 iets hoger wordt. Dan zal de door batterij 2 geleverde stroom ook iets groter worden. Dat is natuurlijk heel logisch. De collectorstroom verandert echter ook. Dit zal misschien één verrassing voor je zijn, maar er komt nog een andere verrassing. Deze veranderingen in de collectorstroom zijn veel groter dan die in de basisstroom. Met andere woorden, een kleine verandering in de basisstroom brengt een grotere verandering in de collectorstroom teweeg.

Bijvoorbeeld: batterij 1 geeft een half Volt, basisstroom één milli-Ampère, emitterstroom twintig milli-Ampère, collectorstroom negentien milli-Ampère.

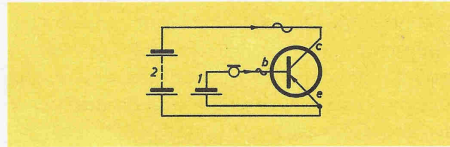
Batterij 1 geeft één Volt, basisstroom twee milli-Ampère, emitterstroom veertig milli-Ampère, collectorstroom achtendertig milli-Ampère.

Verandering van de basisstroom: $2 - 1 = 1$ milli-Ampère.

Verandering van de collectorstroom:

$38 - 19 = 19$ milli-Ampère.

We zien zo, dat, wat ook de spanning van batterij 2 is, de collectorstroom altijd negentien maal zo groot is als de emitterstroom. Als we nu alleen op de stromen letten, zien we, dat als de kleine basisstroom verdubbeld wordt, de grotere collectorstroom ook verdubbeld wordt.



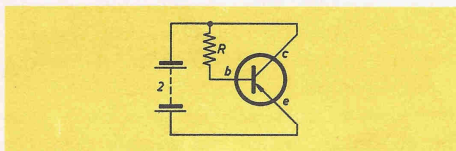
Als in een schakeling de basisstroom van de transistor op een of andere manier wordt veranderd, verandert hiermee de collectorstroom evenredig.

We kunnen ook een wisselstroombron, bijv. een microfoon, in serie met een batterij aansluiten. We hebben dan niet alleen gelijkstroom, maar ook wisselstroom, die door de basis van onze transistor loopt. Zulk een combinatie van gelijkstroom en wisselstroom kan beschouwd worden als een gelijkstroom die periodiek sterker en zwakker wordt. We zullen dan een stroom door de collector van de transistor krijgen, die ook periodiek sterker en zwakker wordt. Deze veranderingen in de collectorstroom kunnen eveneens beschouwd worden als een wisselstroom bovenop de normale gelijkstroom door de collector. Zoals we zoëven gezien hebben, zal deze wisselstroom

groter zijn dan die door de basis. In ons voorbeeld zal hij negentien maal zo groot zijn.

Met andere woorden, de transistor heeft een wisselstroom in ons voorbeeld negentien maal versterkt. In de praktijk kan de versterking aanzienlijk groter zijn, een paar honderd maal bijvoorbeeld.

Transistoren worden gebruikt om de lage spanningen en stromen, die van een toonopnemer, een microfoon of een antenne komen, zodanig te versterken, dat ze een oortelefoon of een luidspreker kunnen doen werken. Als één transistor niet genoeg versterkt, kunnen we er twee of zelfs drie gebruiken, de ene achter de andere (in serie). Op het ogenblik gebruiken we slechts één batterij, batterij 1 van onze tekeningen, en we sluiten de basis van de transistor aan op de collector via een weer-



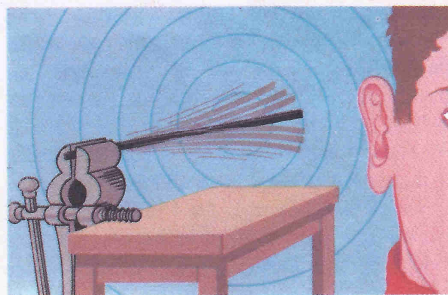
stand R. Deze is zo ook verbonden met de min-pool van de batterij, waarbij de basis van de transistor de gewenste negatieve spanning geeft. Als we de weerstand de juiste waarde geven, kunnen we er voor zorgen, dat de basis-spanning ook de juiste waarde heeft. Een transistor heeft twee soorten spanningen nodig: gelijkspanning, opdat hij zijn werk kan doen, een wisselspanning om die te versterken. Door condensatoren te gebruiken, die, zoals we gezegd hebben, wisselstroom doorlaten maar geen gelijkstroom, kunnen we er voor zorgen dat de wisselstroom gaat van de eerste transistor naar de andere, zonder de begeleidende gelijkstroom. Als we dit niet deden, zou de gelijkstroom, die de wisselstroom begeleidt, de werking van de tweede transistor verhinderen. Het gebruik van „koppelcondensatoren” voorkomt dit ongemak.

A. ELEKTRO-AKOESTIEK

Elektro-akoestiek is het geleerde woord voor alles wat betrekking heeft op het opnemen, versterken en weergeven van geluid. Wat is geluid? Alle hoorbare luchttrillingen noemen we geluid. Als je een steen in het water gooit, zie je de rimpels aan de oppervlakte. Golfkringen

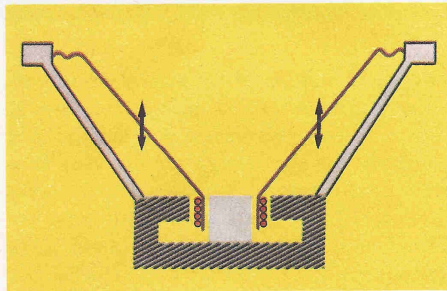


spreiden zich uit vanaf het punt waar de steen in het water gevallen is. Als je in je handen klapt, worden gelijksoortige golven in de lucht opgewekt. Je kunt deze golven niet zien, maar ze zijn er toch echt. Je kunt ze wel horen, want onze oren zijn bestemd voor waarneming van zulke luchtgolven. De golven van het water gaan op en neer. Je kunt dit heel duidelijk zien als er bij de plaats, waar je een steen in het water hebt gegooid, een stuk hout drijft. Dit wordt door de golven op en neer bewogen, maar verder blijft het op zijn plaats. In de lucht kunnen zich zo ook golven voortplanten. Stel je een reepje metaal voor, dat geklemd zit in een



bankschroef. Als je het vrije eind van het reepje buigt en het dan weer los laat, zal het naar voren springen en verder komen dan zijn uitgangspunt was. Dan weer terug, weer naar voren, enz., waarbij het telkens verder dan zijn uitgangspunt gaat. We zeggen dat het reepje „trilt”. Zulk een trilling brengt de lucht eromheen ook aan het trillen. Zo gaan er luchtgolven van het trillende reepje naar alle richtingen, net als bij ons voorbeeld van de in het water geworpen steen. Als zulk een golfje je oor bereikt, hoor je een toon. Hoe meer trillingen per seconde het reepje maakt, hoe hoger de toon is.

Het aantal trillingen per seconde wordt de „frequentie” van de toon genoemd. Één trilling per seconde heet 1 Hertz (1 Hz), of 1 periode per seconde (1 c/s). Ons oor kan tonen van ongeveer 50 Hz tot ongeveer 20.000 Hz



waarnemen. Een hond kan hogere tonen waarnemen; denk aan het geluidloze hondenfluitje.

De luidspreker

De werking van alle muziekinstrumenten berust op het feit dat lucht op de een of andere manier snel aan het trillen wordt gebracht. Als we bijv. praten of zingen, trilt de lucht. De luidspreker, die we in onze radio en grammofoonversterker gebruiken, is een toestel dat de lucht aan het trillen brengt. Stel je een ronde schijf voor, die je enkele honderden of duizenden keren per seconde naar achteren en naar voren beweegt. De trillende schijf zal dan ook de lucht aan het trillen brengen. Dit wekt geluid op. De vraag is, hoe brengen we de schijf aan het trillen. Om dit te bereiken,

bevestigen we een spoel aan de schijf en plaatsen de spoel bij een magneet, bijv. een hoefmagneet, die je goed kent. Nu sturen we een elektrische stroom door de spoel. Wat gebeurt er nu? De spoel gedraagt zich net als een magneet met een Noordpool en een Zuidpool. Als de richting van de stroom zodanig is dat de Noordpool zich aan de linker kant van de spoel bevindt, dan zal deze Noordpool de Noordpool van de magneet afstoten, en als gevolg daarvan zal de plaat zich naar voren bewegen. Als we de stroom nu omkeren, veranderen we de magnetische polen van de spoel, zodat er nu links een Zuidpool is, die door de Noordpool van de magneet aangetrokken wordt. De plaat zal nu achterwaarts bewogen worden.

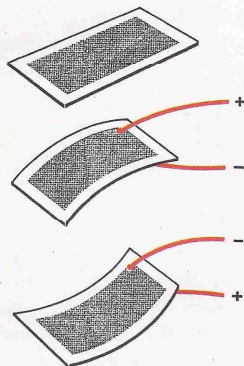
Wat gebeurt er nu als we een wisselstroom door de spoel voeren? Dat is een stroom die voortdurend van richting verandert, bijv. duizend keer per seconde. (We zeggen dan dat we een wisselstroom hebben met een frequentie van 1.000 Hz). De spoel wordt dus duizend keer per seconde door de magneet aangetrokken en afgestoten. De spoel, en de plaat die er aan zit, zullen dus duizend maal per seconde heen en weer trillen en we horen een zuivere toon. Dit is het principe van de luidspreker. In werkelijkheid is de constructie wat anders, om er voor te zorgen dat met een zo klein mogelijke magneet een zo sterk mogelijke luidspreker wordt verkregen.

Microfoon met bewegende spoel

We weten dus hoe we een elektrische stroom kunnen omzetten in geluidstrillingen. Maar, hoe kunnen we het andersom doen? Hoe kunnen we geluidstrillingen omzetten in een elektrische stroom? Dat doen we met microfoons. Er zijn verscheidene soorten. Een veel gebruikt soort werkt precies op dezelfde manier als een luidspreker, maar precies andersom. Stel je even voor, dat je ergens een geluid hoort en dat dit geluid de plaat van de luidspreker treft (de plaat wordt „luidsprekerconus” genoemd).

De conus begint dan te trillen ongeveer op de manier waarop de ruiten trillen, als er een

zware vrachtauto voorbij rijdt. Als de conus begint te trillen, doet de spoel het ook. Een eindje terug hebben we gezegd, dat, als een spoel zich bevindt in een magnetisch veld, en het magnetisch veld wordt veranderd, er een spanning wordt opgewekt in de spoel. Als de spoel trilt, verandert de plaats er van in het magnetisch veld onmiddellijk. Dat is voor de spoel precies hetzelfde, alsof het magnetisch veld veranderd zou worden. In de trillende spoel van een microfoon worden dan kleine elektrische spanningen opgewekt. Deze kleine spanningen worden op een manier waarover we



je later zullen vertellen, versterkt en dan in een luidspreker gevoerd. De wisselstroompjes lopen nu door de luidsprekerspoel en doen de luidsprekerconus trillen, zodat de oorspronkelijke toon weer gehoord wordt.

Kristalmicrofoon

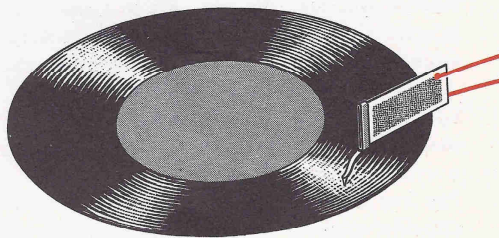
Er is nog een andere manier om geluid op te wekken of op te nemen. Er zijn bepaalde stoffen, die een zeer bijzondere eigenschap hebben. Een van deze stoffen is bekend als

Rochellezout. Als je een plaatje hiervan neemt, er aan beide zijden een geleidend laagje op aan brengt en dan een batterij aansluit op de twee geleidende laagjes, gebeurt er iets. Het plaatje begint naar één kant te buigen. Als je dan de batterij andersom aansluit, buigt het plaatje naar de andere kant door. Je ziet het, nietwaar? Als je een wisselstroom aansluit op een plaatje van rochellezout, buigt het heen en weer met de wisselstroom. Als je een conus aansluit op het plaatje rochellezout, begint de conus te trillen en je hoort een toon. Het omgekeerde is ook mogelijk. Als een geluid de conus aan het trillen brengt, wordt het plaatje rochellezout naar voren en naar achteren bewogen en er wordt een spanning opgewekt tussen de twee geleidende laagjes op het plaatje. Op deze manier gebruikt wordt het „microfoon” genoemd.

De oortelefoon in de EE-bouwdoos bevat een plaatje rochellezout en kan dus niet alleen worden gebruikt om elektrische spanningen in geluid om te zetten, maar ook als microfoon, om geluidstrillingen in elektrische spanningen om te zetten.

Kristal-opnemer

In de meeste bij grammofoons gebruikte opnemers zitten ook plaatjes van rochellezout. De geluidstrillingen komen van de groeven in de grammofoonplaat. Als je zulk een groef met een vergrootglas bekijkt, zie je, dat het niet precies een spiraal is, maar dat de lijn een beetje heen en weer slingert. De slingerlijn van de groef correspondeert met de bewegingen van de luchtdeeltjes van het oorspronkelijke geluid. De grammofoonnaald die in de groef ligt,



wordt door de groef ook heen en weer bewogen. Deze naald wordt geplaatst in een plaatje van rochellezout, dat bij gevolg ook gebogen wordt om de bewegingen van de naald te volgen. Tussen de geleidende oppervlakte-laagjes van het rochellezout wordt opnieuw, tengevolge van het heen en weer buigen, een wisselstroom opgewekt. Een opnemer is dus, als het ware, een microfoon met een naald erop die niet direkt door de luchttrillingen aan het trillen wordt gebracht, maar door middel van trillingen voortgebracht door de naald in de groef van de grammofoonplaat.

B. TELECOMMUNICATIE

„Telecommunicatie” betekent zo iets als „verkeer op afstand”. Bij het woord „verkeer” moet je nu echter niet denken aan auto’s, treinen en vliegtuigen, maar aan het overbrengen van berichten. Dit kan zijn: telegrafie, telefonie, radiotelefonie, beeldtelegrafie en televisie. Belangrijk is hierbij dat steeds een afstand moet worden overbrugd. Een luid sprekende huistelefoon of intercom is evenzeer een telecommunicatie-apparaat als de installatie die men ter zijner tijd zal gebruiken om berichten over te seinen naar de eerste mensen die op de maan zijn geland, en die door deze mensen, als ze terugkomen, gebruikt zal worden om hun echtgenotes te vertellen dat zij de aardappelen op kunnen zetten, omdat ze op weg naar huis zijn.

Als je uit het raam schreeuwt naar je vriend, die aan de overkant van de straat woont, dan is dat nauwelijks telecommunicatie. We noemen het pas telecommunicatie als je de berichten over praktisch elke willekeurige afstand kunt overbrengen. Met praten, en zelfs met luid schreeuwen, lukt dit niet. Als je vriend een kilometer ver weg woont, dan kun je zo hard schreeuwen als je wilt, maar hij hoort je niet. Alleen met elektronische middelen is het mogelijk elke afstand te overbruggen, en telecommunicatie is dus het langs elektronische weg overbrengen van berichten.

Een van de oudste, maar nog steeds zeer belangrijke methode van telecommunicatie, is de

telegrafie. De telegrafie is bij uitstek geschikt voor het overbrengen van berichten over lange afstanden. De eerste twee apparaten in deze groep zijn dan ook telegrafie-apparaten, dus apparaten waarmee je morseseinen kunt maken en ontvangen. De morseseinen worden dan vanaf je seinsleutel via draden aan een oortelefoon of luidspreker toegevoerd en deze draden kunnen heel lang zijn. In deze doos zul je echter geen kilometers draad vinden, en bovendien mag je niet zomaar draden over de straat spannen. Daarvoor heb je toestemming nodig van de gemeente en de P.T.T.-autoriteiten en we vrezen dat je een dergelijke toestemming niet zult krijgen. Als je vriend dichtbij woont en in hetzelfde blok, is het misschien mogelijk een verbinding tot stand te brengen tussen zijn en jouw kamer. Deze opmerkingen gelden ook voor de luid sprekende huistelefoon, maar het luisterapparaat heeft weer iets andere toepassingen.

Morsetelegrafie

Internationaal is afgesproken dat een streep driemaal zo lang moet duren als een punt. De pauze tussen de delen van dezelfde letter duurt zo lang als één punt, de pauze tussen twee woorden moet even lang duren als vijf punten. Tussen twee letters van hetzelfde woord is een ruimte van drie punten vereist. Je zult merken dat je de goede snelheid het gemakkelijkst krijgt, als je voor de punt snel zegt „de”, en voor de streep, wat langer „Daa”. De A klinkt dus als „de daa”.

Morse-Alfabet

a	- —	n	— — —
b	— - - -	o	— — — —
c	— - - - -	p	- — — — -
d	— - -	q	— — — - —
e	-	r	- - -
f	- - — -	s	- - -
g	— — -	t	—
h	- - - -	u	- - —
i	- -	v	- - - —
j	- — — —	w	- — — —
k	— - —	x	— - - —
l	- — - -	y	— - — — —
m	— —	z	- — — — -

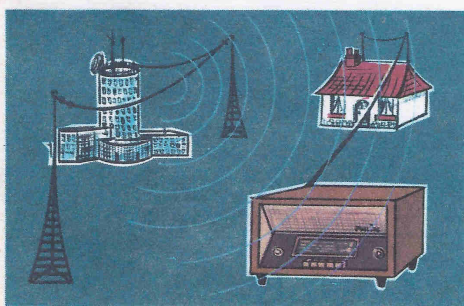
1	- - - - -	6	- - - - -
2	- - - - -	7	- - - - -
3	- - - - -	8	- - - - -
4	- - - - -	9	- - - - -
5	- - - - -	0	- - - - -

Ä of ä - - - -
 Å of Å - - - -
 ch - - - -
 é of É - - - -
 ñ of Ñ - - - -
 ö of Ö - - - -
 ü of Ü - - - -

Oproepsignaal - - - -
 Begin van de boodschap - - - -
 S.O.S. - - - - -
 Vergissing - - - - -
 Einde van de boodschap - - - -

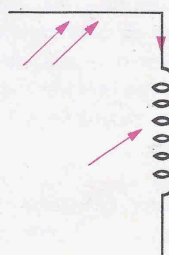
C. RADIO

Je weet ongetwijfeld wat radio is, maar waarschijnlijk niet hoe hij werkt. Een radio-ontvanger lijkt voor de helft op een grammofoonversterker, maar in plaats van een opnemer bevat hij een gedeelte, waarvan de werking waarschijnlijk helemaal nieuw voor je is. Herinner je je nog hoe de condensator werkt? Er kan een wisselstroom lopen door twee evenwijdige metalen platen, zelfs als ze elkaar niet raken. We zullen nu één van deze platen door de aarde vervangen. Deze bestaat natuurlijk

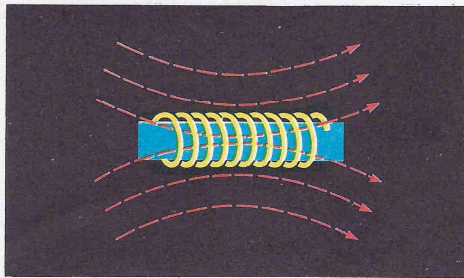


niet uit metaal, maar ze kan heel goed stroom geleiden. De andere metalen plaat vervangen we door een lange metalen draad, die boven de aarde is gespannen. Dit is weer een soort condensator. Als we nu een wisselstroom aansluiten op de metaaldraad, de antenne, en de aarde, kan er ook een wisselstroom lopen door deze door ons gemaakte condensator. Hoe hoger de frequentie van de wisselstroom is, hoe groter de stroom die er door kan gaan.

We hebben nu al gezegd dat er een zgn. elektrisch veld wordt opgewekt tussen de twee metalen platen van een condensator. Dat gebeurt hier ook. Tussen de antenne en de aarde wordt een elektrisch veld opgewekt, maar dat is niet alles. Je weet dat door een spoel een magnetisch veld wordt uitgestraald als er een stroom door de spoel gaat. Dit geldt ook voor een rechte draad, zodat er een magnetisch veld wordt opgewekt rond de antennedraad en de draad die daarheen leidt. Wat hebben we nu? Als we een wisselstroom aansluiten tussen de antenne en de aarde, treden er tezamen en gelijktijdig een elektrisch en een magnetisch veld op. Zo'n gecombineerd veld wordt een



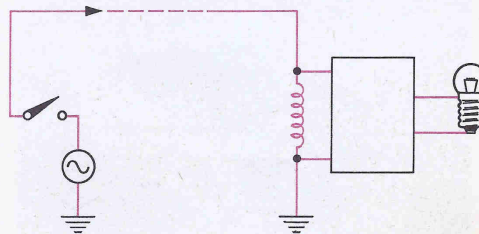
„elektromagnetisch veld” genoemd. Wat gebeurt er nu? Een elektromagnetisch veld als dit plant zich heel ver voort. Het plant zich zelfs voort door de ruimte, ongeveer op dezelfde manier als licht. Licht is feitelijk ook een elektromagnetisch veld. De elektromagnetische velden van de radio, waarmee we bezig zijn, gedragen zich echter op een enigszins andere manier. Zoals je weet, komt het licht niet verder dan de horizon. Radiogolven, behalve in bijzondere gevallen, wel. Slechts als radio-



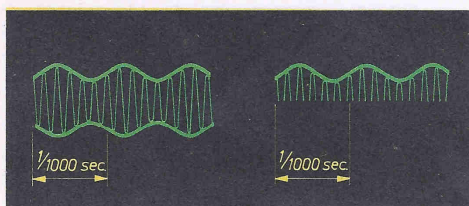
golven van een zeer hoge frekwentie zijn, gedragen ze zich op precies dezelfde wijze als licht, en komen niet verder dan de horizon. We hadden al gezegd dat een antenne met een condensator vergeleken moet worden. Zo lang de antenne niet bijzonder lang is, is de capaciteit van deze condensator betrekkelijk klein. Daarom kunnen alleen wisselstromen van een zeer hoge frekwentie met succes door zulk een antenne worden gestuurd. De frekwenties kunnen 100.000 Hz (100 kHz) of zelfs hoger, bijv. miljoen Hz (1 MHz) zijn. Wat gebeurt er nu als het elektromagnetisch veld een antenne treft die zich op enige afstand van de zendantenne bevindt? In dat geval wekt dit veld een spanning op tussen de draad van de ontvangantenne en de aarde. Als we een spoel aansluiten tussen de antenne en de aarde, zal het resultaat een stroom zijn, die door de spoel loopt. Dit is wel een heel klein stroompje, maar met behulp van transistoren kan het verder versterkt worden.

Het veld is echter elektromagnetisch en het magnetische deel van dit veld zal rechtstreeks door de zgn. antennespoel lopen. Zoals je je misschien herinnert, zal dit magnetische deel zelf een spanning in een spoel opwekken. We kunnen daarom de antennedraad weglaten en een spoel als ontvangantenne gebruiken. Je zult je echter kunnen voorstellen, dat een gewone spoel nooit zoveel van het elektromagnetische veld kan opvangen als een antenne, die zich misschien tien of twintig meter boven de grond bevindt en misschien tien of twintig meter lang is. Een goede buitenantenne heeft een veel

grotere ontvangstcapaciteit dan welke kleine spoel ook. Wat gebeurt er nu als we een ijzeren kern in zo'n spoel plaatsen? IJzer heeft de eigenschap om, als het ware, een magnetisch veld aan te trekken en het samen te bundelen. Wanneer een magnetisch veld een zeer hoge frekwentie heeft, kan gewoon weekijzer het niet meer volgen en worden andere stoffen, zoals ferroxcube gebruikt. Een ferroxcube-kern in een spoel bundelt zo veel van het magnetisch veld samen, dat de spoel zich gedraagt als een veel grotere spoel. Zonder de ferroxcube-kern moet de antennespoel in je radio-ontvanger, om dezelfde resultaten te geven, bijna een meter in doorsnede zijn, in plaats van een centimeter. Als we nu een wisselstroom met een frekwentie van 1 MHz door een zendantenne sturen, dan zal er een wisselspanning van dezelfde frekwentie optreden in een ontvangantenne, zelfs op een afstand van honderden kilometers, onafhankelijk van de vraag of het maar een draad op het dak is, of een zogenaamde ferroceptor, d.w.z. een spoel met een ferrocubekern. Nu is een trilling van 1 MHz onhoorbaar hoog. We kunnen niet rechtstreeks naar deze radio luisteren. We kunnen hem echter gebruiken om onze muziek, spraak of telegrafiesignalen over te brengen. Laten we je eerst een voorbeeld geven van het laatste. Stel je even voor dat je de stroompjes die door je antennespoel lopen, voldoende kunt versterken om een lampje te doen branden. Als de zender heel even zendt, gaat het lampje heel even aan en wanneer de zender gedurende een wat langere tijd zendt, bijv. een halve seconde, brandt het lampje een halve seconde. Stel je nu voor dat je een seinsleutel hebt, die aangesloten is op de zend-

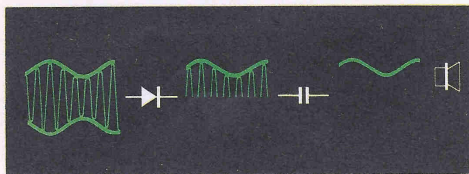


antenne. Er loopt alleen een antennestroom als de seinsleutel neergedrukt is. Als je dit een telegrafist laat doen, dan worden er punten en streepjes uitgezonden, die tezamen letters, woorden en zinnen vormen. Als een tweede telegrafist naar de lamp in de ontvanger kijkt, ziet hij punten en strepen en weet wat er honderden kilometers verder weg geseind wordt. Bij het overbrengen van geluid gaan we heel anders te werk. Neem aan dat je de morseleutel door een variabele weerstand vervangt. Als de weerstand klein is, gaat er veel stroom door de zendantenne, als de weerstand groot is, gaat er een klein stroompje door. Als iemand in het zendstation aan de weerstandsknop draait, brandt de lamp in de ontvanger feller of minder

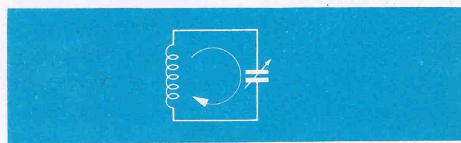


fel. Aangenomen dat hij de knop driemaal per seconde terug- en weer vooruitdraait, dan zal het lampje in de ontvanger ook driemaal per seconde feller en minder fel branden.

Laat ons nu aannemen dat hij dit niet driemaal per seconde doet, maar bijvoorbeeld duizendmaal. Waar zal de uitgezonden golf nu op lijken? De draaggolf wordt duizendmaal per seconde sterker en zwakker. Dit sterker en zwakker worden gaat veel te snel en de lamp kan het niet volgen. Als we de lamp door een luidspreker vervangen, horen we niets. De conus van de luidspreker zou een miljoenmaal per seconde achterwaarts en voorwaarts moeten



bewegen, een taak die hij niet kan vervullen, omdat ze veel te zwaar is. Als we nu een schaar nemen en deze figuur in de lengte over het midden doorknippen, blijven alleen maar de opwaartse golfbewegingen over, daar de neergaande golfbewegingen er af geknipt zijn. Dit afknippen van zulk een elektrische trilling kan gebeuren door middel van een germaniumdiode. Door van het zgn. gelijkrichten gebruik te maken, hebben we een wisselstroom veranderd in een gelijkstroom. In ons voorbeeld is dit echter geen gewone gelijkstroom, maar een gelijkstroom, die duizendmaal per seconde groter en kleiner wordt. Het is daarom een gelijkstroom die een wisselstroom van 1.000 Hz draagt. Als we nu proberen de stroom via een condensator door onze luidspreker te leiden, wat gebeurt er dan? De gelijkstroom wordt door de condensator tegengehouden, dus die kunnen we over het hoofd zien. Dan houden we een wisselstroom van 1.000 Hz over. Die wordt dan door de luidspreker weer gegeven. In alle radio-ontvangers, die we zullen bouwen, bevindt zich een germaniumdiode, die als gelijkrichter werkt. Dit wordt ook „Detector” genoemd. De germaniumdiode onthult welk soort toon op de draaggolf gemoduleerd is. In dit geval wordt de draaggolf in de transistor duizendmaal per seconde gemoduleerd. Het is moeilijk dit met een klein knopje te doen. Het is zelfs onmogelijk, maar we kunnen in de plaats er van een microfoon als modulator gebruiken. Dan wordt de draaggolf gemoduleerd in overeenstemming met de geluidstrillingen, die de microfoon hebben getroffen. Als iemand een hoge toon voor de microfoon zingt, wordt de draaggolf gemoduleerd met een hoge toon. Als hij een lage toon zingt, wordt de draaggolf gemoduleerd met een lage toon. De ontvanger zal deze tonen dus precies weergeven.



Afstemmen

Je weet natuurlijk al lang hoe je een radio-ontvanger moet afstemmen. Precies te weten wat daarbij gebeurt is natuurlijk wat anders. We hebben je verteld, dat de wisselstroomweerstand van een condensator kleiner wordt als de frekventie hoger wordt. De wisselstroomweerstand van een spoel wordt daarentegen groter naarmate de frekventie toeneemt. Wat gebeurt er nu als we een spoel op een condensator aansluiten? Dan zal, bij een bepaalde frekventie, de wisselstroomweerstand van de spoel precies gelijk zijn aan de wisselstroomweerstand van de condensator. Het hangt geheel af van de waarden van spoel en condensator welke frekventie dat is. Nu gebeurt er bij deze frekventie iets dat heel eigenaardig is. De stromen die door spoel en condensator lopen zijn natuurlijk gelijk; dat is niet zo heel vreemd, want, zoals je weet, betekenen dezelfde spanning en dezelfde weerstand ook dezelfde stroom. Wat vreemd is, is dat ze elkaar als het ware rondjagen. De hele stroom schijnt in een cirkel door spoel en condensator te gaan, maar blijft steeds maar rond gaan, alsof hij er niet uit wil. Deze stroom vindt het zo prettig, dat de wisselstroomweerstand van hun condensator en spoel dezelfde is, dat de stroom bij deze speciale frekventie door de spoel en de condensator zeer groot wordt. Bij alle andere frekwenties is deze stroom veel kleiner.

De spoelstroom schijnt als het ware bang te worden als hij de condensator tracht te bereiken, en ziet dat de weerstand daar anders is. Voor de stroom door de condensator geldt, dat hij als het ware ook bang wordt, als hij door de spoel moet gaan en bemerkt dat de wisselstroomweerstand van de spoel niet dezelfde is als die van de condensator. Als ze, door aan de afstemcondensator te draaien, de capaciteit er van (d.i. zijn waarde als condensator) veranderen, treedt dit verschijnsel van een speciaal sterke stroom op bij een andere frekventie. Als de capaciteit van de condensator wordt veranderd, zal dit verschijnsel, bekend als „resonantie” bij een andere frekventie optreden.

Alle zenders zenden een draaggolf uit en de frekventie van deze draaggolf is voor elke zender verschillend. Bij een gegeven stand van de afstemcondensator zal slechts één zender een krachtige ronddraaiende stroom teweeg brengen. De schakeling resoneert daarom voor die ene zender, maar voor geen van de andere. Voor al deze andere zenders is de ronddraaiende stroom daarom aanzienlijk zwakker en deze andere zenders worden daarom veel minder duidelijk gehoord, zo zacht, dat ze in de meeste gevallen niet meer hoorbaar zijn.

Als we nu aan de condensator draaien, komt de schakeling weer in resonantie met de draaggolf van een andere zender, en dus ontvangen we deze in plaats van de andere.

D. ELEKTRONISCHE SIGNALERING

Een dief sluipt in het holst van de nacht op rubber schoenen naar een huis. Hij draagt handschoenen, om geen vingerafdrukken achter te laten. Met een looper opent hij het slot van de deur, na dit eerst geolied te hebben, opdat het geen lawaai maakt. Alles is doodstil, er is niets te zien, maar op het moment dat hij de deur een paar centimeter opent, begint een sirene luid te loeien. Toch zit er geen contactje of iets anders aan de deur. Had de dief gepoogd door een raam naar binnen te komen, dan was hetzelfde gebeurd. Onzichtbare elektronische ogen liggen op de loer om de aanwezigheid van inbrekers te verraden.

Laten we een ander geval nemen. Iemand gaat een vertrek binnen, waarin hij niet wordt verondersteld binnen te komen. Hij maakt een klein geluidje. Ergens anders in het huis flitst een lichtje aan. Een onzichtbaar elektronisch oor heeft hem verraden.

Elektronische signalering wordt niet alleen gebruikt om dieven en insluipers te betrappen. Ze kan ook waarschuwen dat er een bepaalde tijd is verstreken, bijv. de tijd nodig om een fotografische vergroting te maken. Ze kan ook gebruikt worden in de vorm van een

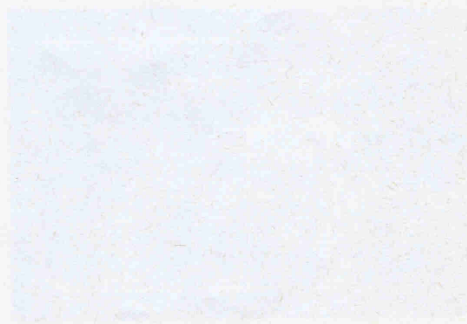
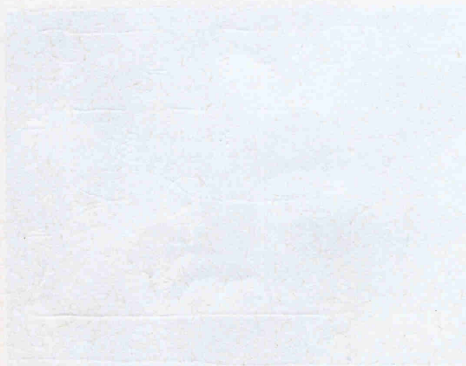
knipperlicht, om te waarschuwen dat er gevaar dreigt. Elektronische signalering is daarom uiterst nuttig. Ook jij kunt je vast voorstellen waar je de verschillende hierboven beschreven apparaten zou kunnen gebruiken en waarvoor. Met je EE-bouwdoos kun je ze maken.

E. ELEKTRONISCHE MEET- EN REGELTECHNIEK

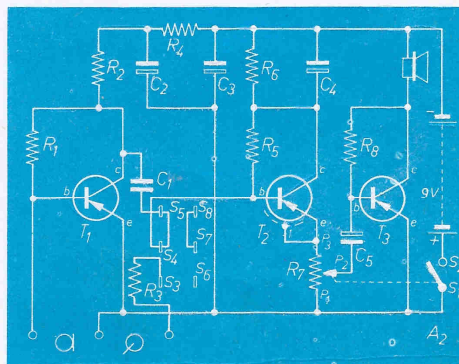
In de techniek en in het dagelijkse leven moet er heel wat gemeten en geregeld worden. Zowel op de lagere school als op de middelbare school, om niet te spreken van het technisch onderwijs, worden de leerlingen nogal eens geplaagd met sommen waarin gemeten wordt. Zoveel liter water bij zoveel liter wijn, of de bak waaruit water stroomt, en wat gaat er dan gebeuren? enz., enz.

Met behulp van de elektronika kun je meten hoeveel benzine er nog in een tank zit, wat de temperatuur van een oven is, of het meel niet te vochtig is en bijv. of een mengsel van twee stoffen de juiste verhouding heeft. Als je in een machine twee stoffen door elkaar mengt, dan is het niet alleen mogelijk te meten of de mengverhouding goed is, maar ook kranen automatisch zo te regelen, dat de juiste verhouding wordt bereikt. Je kunt regelingen ook gebruiken om er zeker van te zijn dat de temperatuur in een vertrek steeds gelijk blijft, onverschillig of het buiten koud of warm is. Denk maar eens aan een koelkast.

Het is ook mogelijk om een lamp na een bepaalde, van tevoren in te stellen tijd, in te schakelen. De apparaten van dit hoofdstuk zijn meet- en regelapparaten, die je zelf niet slechts kunt bouwen, maar ook tot nut en vermaak kunt toepassen.

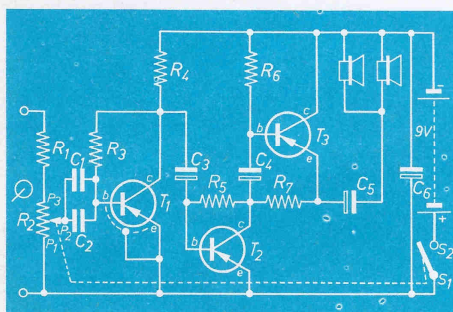


A2 GELUIDSVERSTERKER



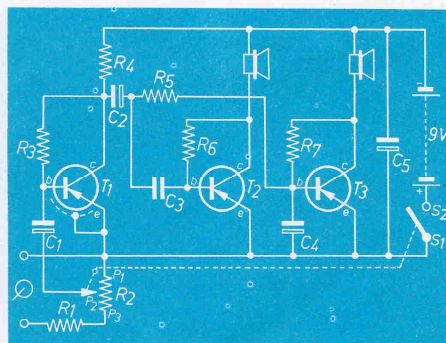
A3 BALANSVERSTERKER

De stroompjes van de toonopnemer bereiken de basis van de transistor T_1 via de potentiometer. De collectorstromen van T_1 vloeien door de basis van T_2 . Zo treden er wisselstromen op in de collectorleiding van deze transistor en zij vloeien naar de basis van T_3 , maar een gedeelte van deze stroom vloeit direct via R_7 en C_5 door de luidspreker. Er zullen nu ook wisselstromen gaan van de collector van T_3 door de luidspreker. Wat zijn nu de voordelen van deze schakeling? Ten eerste lopen alle stromen van twee transistoren door de luidsprekers, dus twee keer zoveel stroom en daarom twee keer zoveel geluid. De stromen lopen tesamen door de luidsprekers en elk mogelijk teveel van de ene wordt opgeheven door een tekort van de andere. Dat maakt het geluid beter (minder vervormd).



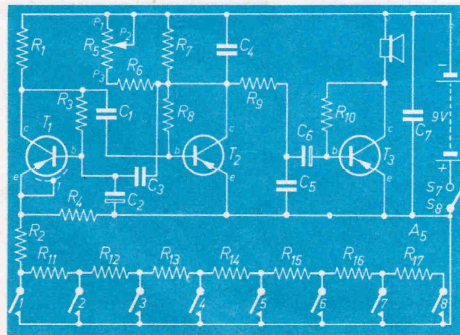
A4 BI-AMPLI VERSTERKER

De stromen van de toonopnemer lopen door de potentiometer R_2 naar de transistor T_1 . Door de transistoren worden de stromen versterkt en gaan dan twee kanten uit, via C_3 naar de basis van de transistor T_2 en via R_5 naar de basis van de transistor T_3 . Echter, door de aanwezigheid van C_3 worden alleen de hoge tonen versterkt door T_2 , lopen dan van de collector van deze transistor naar de hoge-tonenluidspreker. De andere stroom loopt door R_5 naar de basis van de transistor T_3 . De hoge frequenties van deze stroom zullen echter de weg van de minste weerstand kiezen, dat is door C_4 . Alleen de lage frequenties (lage tonen) worden versterkt door T_3 en lopen door de lage-tonenluidspreker. Dus, we hebben een versterker voor de hoge tonen en een voor de lage tonen. Dat is wat de technici een „Bi-Ampli“-versterker noemen.



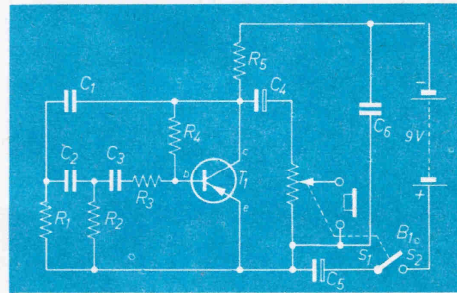
A5 ELEKTRONISCH ORGEL

De elektrische stromen die na versterking door de luidspreker hoorbaar gemaakt worden, worden in het elektronisch orgel zelf opgewekt. Het opwekken van de tonen gebeurt met behulp van twee transistoren: T1 en T2, op dezelfde manier als beschreven op bladzijde 68 (D4). Als we één toets indrukken, zullen de basiswisselstromen van T1 via C2 door de neergedrukte toets lopen en vandaar via de weerstanden tussen de toetsen en R2 naar de emitter van T1. De stroom loopt door R9 en C6 naar T3, wat tot gevolg heeft dat er een grote stroom door de luidspreker loopt. De toonhoogte kan gewijzigd worden met de acht weerstanden R11 tot R17.



B1 MORSECODE-APPARAAT

In ons morse-apparaat moeten we de tonen zelf maken en dat doen we met behulp van de transistor T1. Als er een kleine stroom door de basis loopt, loopt er een grotere stroom door de collectorleiding en komt, na door de condensatoren C1 en C2 te zijn gelopen, grotendeels in de basisleiding van onze transistor terecht. De basisstroom wordt dus vergroot, zodat de collectorstroom ook vergroot wordt enz. en de oorspronkelijk kleine stroom is dus aanzienlijk groter geworden. Deze stroomaanwas heeft tot gevolg dat de transistor als het ware schrikt en plotseling bijna ophoudt stroom te leveren. Op dat ogenblik echter, begint alles van voren af aan. Dit kan ongeveer duizendmaal per seconde gebeuren. Een gedeelte van deze snel veranderende collectorstroom loopt via C4 en de potentiometer naar het oortelefoontje, waar het een enkelvoudige toon geeft. Met de potentiometer kunnen we de stroom door de oortelefoon groter of kleiner en dus het geluid harder of zachter maken.

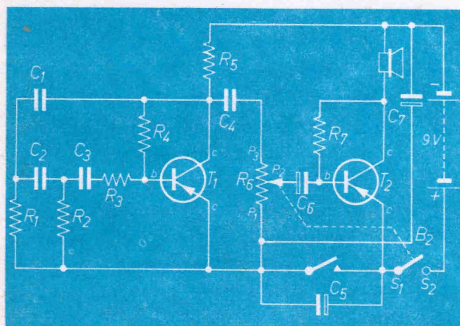


B₂ MORSECODE-APPARAAT

MET LUIDSPREKER

Hoe de tonen opgewekt worden kun je lezen in de beschrijving van apparaat B₁. Van het toonopwekkingsgedeelte gaat een stroompje naar de basis van T₂.

Dientengevolge gaat er een grotere wisselstroom vloeien door de collector van deze transistor en van de collectorleiding af door de luidspreker. De luidspreker zal daarom de

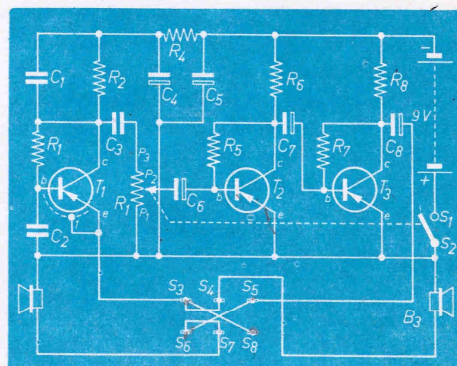


morsetoon luid en helder weergeven. Door aan de potentiometerknop te draaien, veranderen we de plaats van het schuifcontact op de potentiometer en dientengevolge maken we de stroom door de luidspreker groter of kleiner, en dus het geluid harder of zachter.

B₃ LUIDSPREKENDE

HUISTELEFOON

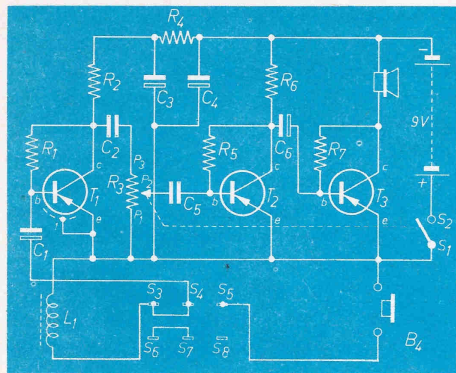
Met de schakelaar naar links werkt de luidspreker in onze telefoon als microfoon, d.w.z. deze luidspreker levert kleine stroompjes die overeenstemmen met wat we zeggen. Deze stroompjes vloeien via de schuifschakelaar door transistor T₁ en wekken zo een grotere stroom door de collectorleiding van deze transistor op. Deze stroom gaat ook door de potentiometer. Vanaf het schuifcontact op



de potentiometer P₂, gaat een deel van die stroom via C₆ naar de basis van T₂. De collectorstroom van T₂ loopt naar de basis van T₃ en deze versterkt hem nog eens. Van de collectorleiding van deze transistor gaat een aanzienlijke stroom via C₈ naar de schuifschakelaar en vandaar naar de tweede luidspreker, waar hij krachtig en duidelijk weergeeft wat in de eerste luidspreker gezegd werd.

B₄ TELEFOONVERSTERKER

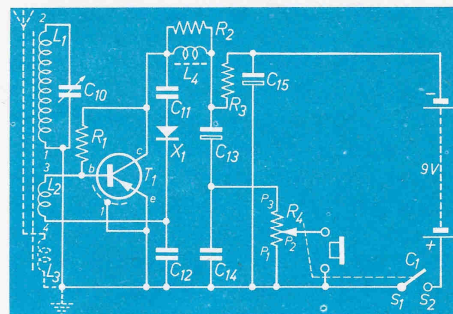
Met de schakelaar in de stand rechts worden de microfoonstroompjes toegevoerd aan de basis van transistor T₁ en er door versterkt. Via de potentiometer komen deze versterkte stromen op de basis van T₂, worden daar weer versterkt en bereiken transistor T₃. Deze stromen zijn dan achtereenvolgens driemaal versterkt en



zijn nu groot genoeg om door de luidspreker te komen en een krachtig geluid voort te brengen. Met de schakelaar in de linker stand zijn de stromen van het opnamespoeltje aan de beurt om deze versterking te ondergaan.

C1 ÉÉN-TRANSISTOR RADIO-ONTVANGER

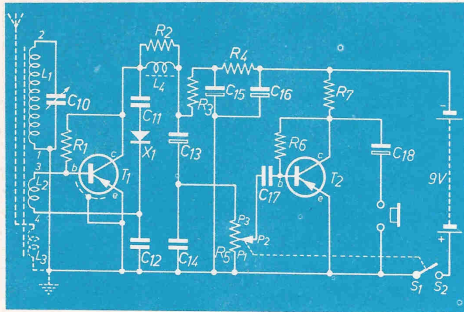
Als radiogolven door de ferroxcubestaaf van onze staafantenne gaan, wekken deze spanningen op in de antennespoel (L_1). Deze antennespoel is verbonden met de afstemcondensator en als deze juist is afgestemd, zullen er in de antennespoel krachtige stroompjes gaan vloeien. Als zich nog een tweede spoel op de ferroxcubestaaf L_2 bevindt, zal de stroom door de antennespoel ook stroompjes veroorzaken door deze koppelspoel. Deze lopen door de basis van transistor T_1 . Dientengevolge zal er een sterkere stroom door de collectorleiding van T_1 vloeien. Dit is dus de versterkte antennestroom, dus de gemoduleerde draaggolf. Waar kan die stroom nu naar toe? Een smoorspoel (L_4) en de weerstand R_2 zijn verbonden met de collector. Het is een spoel met veel windingen en de hoogfrequentestroom kan er nauwelijks doorkomen, en ook weerstand R_2 zal hij zelfs een beetje te machtig vinden. Daarom gaat de stroom door C_{11} en de diode X_1 . Wat doet deze diode? Hij richt de stroom gelijk. Hij detecteert. Uit de diode



komt dus een stroom die overeenstemt met de stroom die van de microfoon naar de zender ging. Deze stroom vloeit via de spoel L_2 terug naar de basis van T_1 . Deze zgn. „laagfrequentestroom” wordt ook door deze transistor versterkt. Dat is wat je noemt iets voor niets, want T_1 versterkt niet alleen de antennestroom, maar ook de laagfrequentestroom. Daarbij vloeit er nu ook nog een laagfrequentestroom door de collectorleiding van T_1 . Echter, deze stroom ondervindt dat de wisselstroomweerstand van C_{11} veel te groot is, maar hij vindt zijn weg betrekkelijk gemakkelijk door de spoel L_4 , die met C_{11} verbonden is, en vandaar via C_{13} door de potentiometer R_4 . Van het schuifcontact van de potentiometer af vloeit een gedeelte van die stroom door de oortelefoon, waar deze in hoorbare geluidstrillingen wordt omgezet. Hoe meer de potentiometer naar rechts is gedraaid, des te groter gedeelte van de laagfrequentestroom vloeit door het telefoontje, en des te harder is het geluid.

C2 TWEE-TRANSISTOR RADIO-ONTVANGER

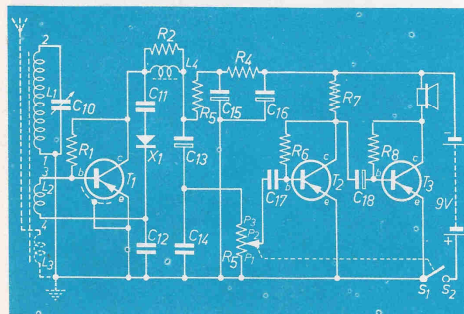
Tot en met de potentiometer is het schema van deze ontvanger gelijk aan dat van de voorgaande. De stromen die van de potentiometer worden afgenomen, vloeien nu echter door de basisleiding van T_2 . Deze transistor werkt als versterker voor de laagfrequentestromen. Dat betekent, dat de stromen die door de collectorleiding vloeien, veel sterker zijn dan die door de basisleiding. Vanaf de collectorleiding vloeien



deze versterkte stromen dan via een condensator door je oortelefoon.

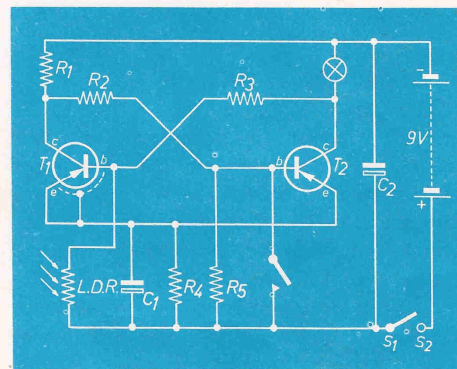
C3 DRIE-TRANSISTOR ONTVANGER

De ontvanger C3 is een uitbreiding van de ontvanger C2 en werkt tot en met de transistor T2 precies hetzelfde. De collectorstromen van deze transistor vloeien eveneens door een condensator, maar komen nu op de basis van transistor T3 (met de koelvin), waar deze stromen weer worden versterkt. Door de collectorleiding vloeit zodoende een zo krachtige stroom dat je in plaats van een oortelefoon een luidspreker kunt gebruiken. Je zult misschien merken dat, als je de ontvanger optilt, het geluid er van beter wordt. Het is de moeite van het proberen waard.



D1 VERKLIKKERLICHT

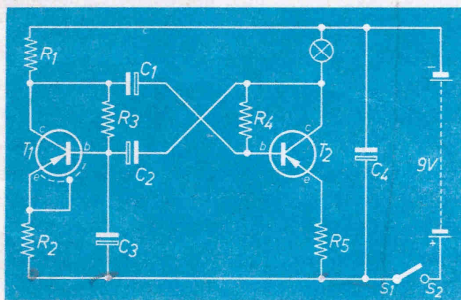
Als er op de LDR geen licht valt, is zijn weerstand hoog. De spanning op de basis van T1 zal dan zodanig zijn, dat deze transistor stroom voert. Als het lampje in de collectorleiding van deze AF 116 geplaatst zou worden, zou het oplichten, maar dat is juist het tegenovergestelde van wat we willen hebben. Daarom hebben we een tweede transistor toegevoegd: T2. Deze transistor werkt net andersom als de eerste. Als transistor T1 geleidt, blokkeert T2. Zo gauw er licht op de LDR valt, wordt zijn weerstand erg laag. Dit heeft tot gevolg dat de stroom door T1 ophoudt te lopen en tengevolge hiervan begint er een stroom te lopen door T2 en door de lamp in zijn collectorleiding. De lamp blijft aan tot de hersteltoets wordt ingedrukt.



D2 KNIPPERLICHT

Veronderstel dat er om de een of andere reden een klein stroomstootje door de basisleiding van T1 loopt. Dan zal er een grotere stroomstoot door de collectorleiding van deze transistor stromen. Die grotere stroomstoot vloeit via de condensator C1 naar de basisleiding van transistor T2. Het gevolg hiervan is een nog grotere stroomstoot door de collectorleiding van deze transistor. Die stroomstoot zal voor het grootste gedeelte vloeien door ons lampje,

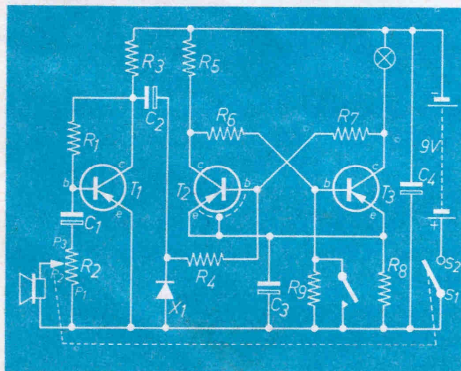
en het even doen oplichten. Een kleiner gedeelte van deze laatste stroom loopt echter via C_2 , die daardoor een nieuwe stroomstoot krijgt. Het inschakelen van dit apparaat is al voldoende om te zorgen dat er een klein stroomstootje door de basisleiding van T_1 loopt, de zogenaamde inschakelstroomstoot.



Dit veroorzaakt dus een grotere stroomstoot door T_2 , die dan gaat naar de lamp en T_1 , enz.

D3 AKOESTISCH RELAIS

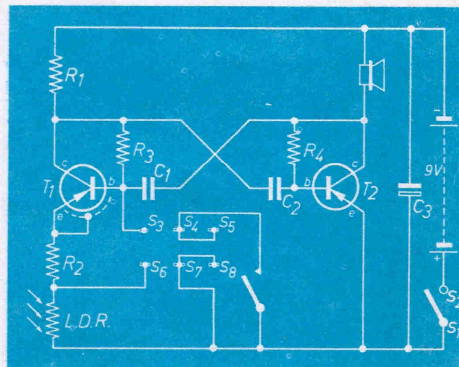
Het geluid dat op de luidspreker komt, veroorzaakt een wisselstroompje dat op de reeds bekende manier versterkt wordt door transistor T_1 . Dit wisselstroompje wordt gelijkgericht door diode X_1 . Dit zijn begrippen die je reeds bekend zijn door je ervaring met radio-ontvangers. Deze gelijkgerichte stroom loopt naar de basis van T_2 . De richting van de stroom



is zodanig dat hij, als hij loopt, door er als het ware tegenin te lopen, voorkomt dat er nog stroom door de collectorleiding van T_2 loopt. De gelijkgerichte stroom is dus, als het ware, tegen de draad in. Als de collectorstroom van T_2 wegvalt, verandert de spanning op de basis van T_3 zodanig dat T_3 stroom begint te voeren, waarna het lampje oplicht. Dit lampje blijft aan totdat de hersteltoets wordt ingedrukt, waardoor de basis en de emitter van T_3 met elkaar worden verbonden. De schakeling vertoont dus grote overeenkomst met die van ons apparaat D_1 , het verklikkerlicht.

D4 DIEFSTALALARM

Als er licht op de LDR valt, heeft hij een zeer lage weerstand. Een beginstroompje door de basis van T_1 wordt versterkt en loopt door de collectorleiding. Vandaar gaat het door C_2 naar de basis van T_2 , waar het opnieuw wordt versterkt. De stroom loopt dan door de luidspreker, maar loopt ook gedeeltelijk door C_1 terug naar de basis van T_1 . Daar wordt hij opnieuw versterkt, enz. Op een gegeven moment loopt er zoveel stroom dat de schakeling hem niet meer kan verwerken, en de stroom houdt op te lopen. Dan begint alles van voren af aan. Dit zich snel herhalende proces brengt een wisselstroom teweeg die de luidspreker doet werken als beschreven op blz. 54. Valt er echter geen licht op de LDR, dan heeft hij een zeer hoge weerstand, zodat door de



emitter van T₁ precies geen stroom kan vloeien. Dan werkt de hele schakeling niet meer. Er komt geen fluittoon uit de luidspreker. Met de schuifschakelaar naar links wordt de LDR door een raam- of deurkontaktschakelaar vervangen.

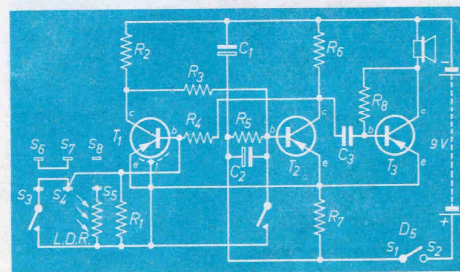
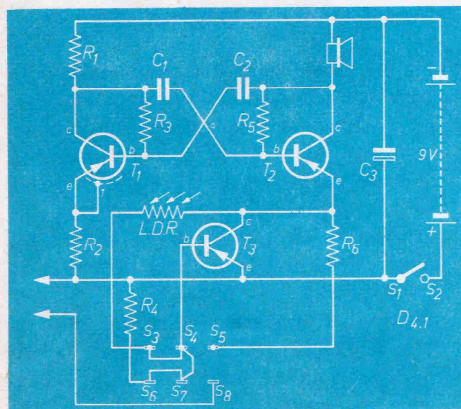
D4.1 DIEFSTALALARM

De schakeling D4.1 verbruikt minder stroom dan de schakeling D4. De transistor T₁ samen met transistor T₂ zorgt voor de opwekking van de alarmtoon, op ongeveer de manier als beschreven bij schema D4. Valt er nu licht op de LDR zelf, dan is zijn weerstand laag, zodat de positieve spanning van de batterij op de collector van transistor T₃ werkzaam wordt. Deze transistor voert dan stroom, zodat T₂ begint te werken en op zijn beurt een stroomstoot naar T₁ zendt, die weer een stroomstoot naar T₂

zendt, enz. Met de schuifschakelaar naar rechts wordt de LDR door een raam- of deurkontaktschakelaar vervangen.

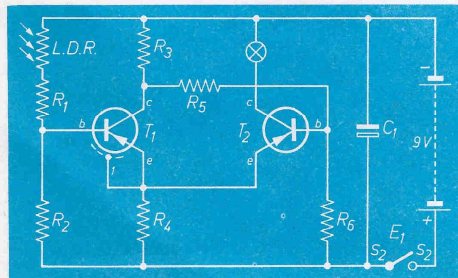
D5 INBRAAKALARM

De transistoren T₂ en T₃ zorgen gezamenlijk voor het opwekken van de toon, op ongeveer dezelfde manier als in het schema D4.1. De collectorstromen gaan door de luidspreker en als ze dat gedaan hebben, worden ze minstens gedeeltelijk terug naar de basis van T₂ geleid, enz. De transistoren T₁ en T₂ zorgen samen voor het in- en uitschakelen van de toongenerator. Zolang er geen licht valt op de LDR en diens weerstand dus hoog is, of de linker toets niet wordt ingedrukt, vloeit er een stroom door T₁. Deze stroom loopt ook door R₃ naar de basis van T₂ en verhindert zo deze transistor stroom te voeren. Door de collectorleiding van T₂ vloeit dan dus geen stroom. Valt er nu licht op de LDR, of wordt de linker toets ingedrukt, dan wordt T₁ verhinderd stroom te voeren en kan T₂ weer beginnen de toon te doen klinken.



E1 AUTOMATISCHE NACHTLAMP

Zolang er licht op de LDR valt, is zijn weerstand laag. Dientengevolge is de spanning op de basis van T1 betrekkelijk hoog, d.w.z. bijna zo hoog als op de collector. Er kan daardoor stroom door deze transistor lopen. Door het vloeien van deze stroom wordt de spanning op de collector lager. Er treedt namelijk spanningsverlies op over de weerstand R3. De basis van T2 is via de weerstand R5 verbonden met de collector van T1. De spanning op de basis van T2 zal dus ook vrij laag zijn, te laag om een aanzienlijke collectorstroom van T2 toe te staan. Gaat het licht nu uit, dan neemt de weerstand van de LDR toe, waardoor de spanning op de basis van T1 meer positief wordt en bij gevolg de spanning over basis en emitter kleiner wordt. Hierdoor vermindert de stroom door de collectorleiding van deze transistor. Deze spanning komt ook via de weerstand R5 op de basis van T2, die nu wel een aanzienlijke stroom kan voeren en een grotere stroom door de collectorleiding is hier het gevolg van. Deze stroom is zo groot dat het lampje gaat branden.



70

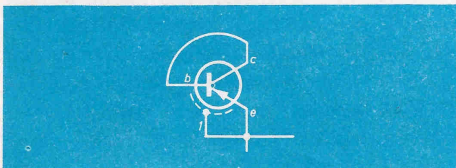
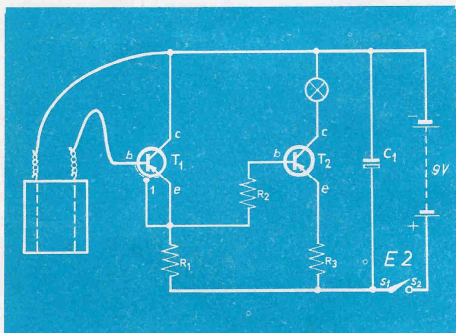
E2 REGEN- EN VOCHTIGHEIDSINDICATOR

A. Als we naar het schema kijken, en we denken even de twee draden weg, die naar het geheimzinnige rechthoekje rechts op het schakelschema gaan, wat zien we dan? De basis van T1 is niet aangesloten en deze transistor zal zodoende geen stroom voeren. Als we nu de basis en de collector van deze transistor met een draad doorverbinden, dan gaat de lamp branden. Hoe komt dit? De basis is dan aangesloten op dezelfde spanning als de collector en is nu negatief ten opzichte van de emitter. Daardoor kan er een stroom van de emitter naar de collector lopen. De emitterstroom moet door R1 lopen. Er ontstaat zulk een spanning over dat het bovenende van de weerstand negatief is ten opzichte van het onderende. Deze negatieve spanning loopt door R2 naar de basis van T2. De negatieve spanning op deze basis was eerst erg klein en wordt nu groter. Daardoor begint T2 ook stroom te voeren, d.w.z., er loopt een vrij grote stroom door de collector van deze transistor. De stroom loopt naar de negatieve kant van de batterij, maar via ons lampje. Dit licht op. Wat hebben we nu aangetoond? We hebben aangetoond dat de basis van een transistor met een negatieve spanning moet zijn verbonden om hem in staat te stellen stroom te voeren en dat een koperdraad een geleider is.

- B. Nu maken we aan de draadklem, waarop de basis van de transistor T1 is aangesloten, en op de draadklem links boven op de montagekaart, een draad vast, waarvan we het vrije eind blank maken. Laat nu een vriend één van die draden vasthouden en houd zelf een andere draad vast. Er gebeurt nu niets. Het lampje brandt niet.
- C. Pak nu het blanke einde van één draad in één hand en het blanke einde van de andere draad in je andere hand. Het lampje begint nu te branden. Hoe komt dit? Dit komt om-

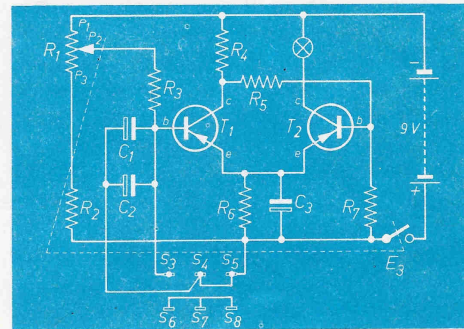
dat je een geleider bent; niet zo'n goede geleider als koperdraad, maar toch geleid je goed genoeg om te zorgen dat er een beetje negatieve spanning op de basis van T1 komt.

De stroom die bij deze proef door je lichaam gaat, is bijzonder klein. Deze stroom is volkomen veilig, terwijl de stromen die je van een stopkontakt kunt halen, fataal kunnen zijn! Blijf van stopkontakten af!



E3 TIJDSCHAKELAAR

Als de schuifschakelaar naar rechts staat, zijn de condensatoren C1 en C2 via de potentiometer R1 en de weerstand R3 aan de polen van de batterij verbonden. Dan loopt er een stroom door deze schakeling tot de condensatoren zijn opgeladen. Gedurende deze tijd is de spanning over de basis en de emitter van T1 heel laag en er zal geen stroom naar de emitter vloeien. Dientengevolge zal de spanning over de basis en de emitter van T2 zodanig zijn, dat deze transistor geleidt en dus de lamp zal gloeien. Zodra de twee condensatoren C1 en C2 volledig geladen zijn, zal de linker transistor gaan geleiden. Dan houdt de stroom door T2 op te vloeien en het lampje gaat uit. Door de schuifschakelaar naar links te zetten, worden de condensatoren kortgesloten en dus ontladen.

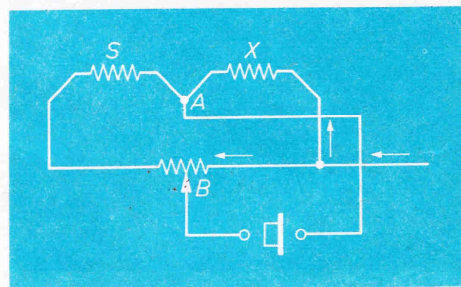
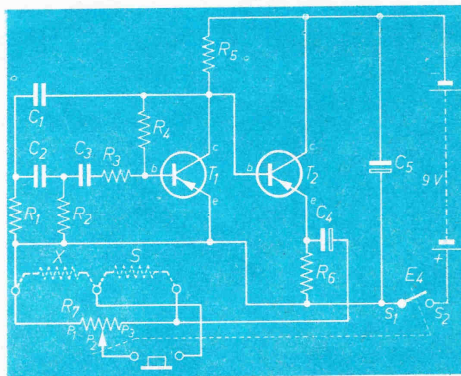


E4 UNIVERSEEL-MEETBRUG

Dit apparaat bestaat eigenlijk uit drie delen. De transistor T1 zorgt voor de opwekking van de toon die je hoort. De transistor T2 versterkt hem. De potentiometer R7 plus de standaard weerstand of condensator, vormen samen met de onbekende weerstand, conden-

sator of LDR, de zgn. meetbrug. Wat betreft de opwekking van de toon. Laten we eens aannemen dat op de basis van T_1 een wisselspanning staat. Dan zal er door de collector van deze transistor een wisselstroom van dezelfde frekwentie vloeien. Deze wordt dan voor een gedeelte via de condensatoren C_1 , C_2 en C_3 weer naar de basis van T_1 teruggevoerd, waar de toon weer wordt versterkt, enz. Dientengevolge kan deze zgn. toongenerator slechts één toon opwekken, juist zoals we willen. Als we het apparaat inschakelen, gaat er een kleine stroom van T_1 naar de basis van T_2 , die een versterkte collectorstroom voortbrengt, maar die collectorstroom loopt ook door de emitter en van de emitter leiden we een klein gedeelte er van via C_4 door de potentiometer. Nu komen we bij het eigenlijke meetgedeelte. We hebben dit apart getekend, zoals je ziet. Nu zien we dat de stroom van T_2 twee kanten uit vloeit; door de potentiometer en ook door de onbekende weerstand en de standaard weerstand, die serie-geschakeld zijn. Dientengevolge treden er wisselspanningen op bij de punten A en B. Als we nu veronderstellen dat de standaard weerstand S en de onbekende weerstand X gelijk zijn en dat het schuifkontakt van de potentiometer zodanig staat dat de weerstand links er van gelijk is aan de weerstand rechts er van, wat weten we dan over de spanningen op de punten A en B? Zij moeten ook gelijk zijn. Het oortelefoontje wordt aangesloten tussen de punten A en B, maar als de spanning op beide hetzelfde is, kan er geen stroom door de oortelefoon lopen. Nu zullen we de onbekende weerstand vervangen door een van een andere waarde. Dan is de stroom door deze weerstand anders, en ook de spanning op punt A. Nu is er wel een verschil in spanning tussen A en B en we horen een toon in het oortelefoontje. Als we nu de potentiometerknop draaien, zal de spanning op punt B veranderen en dus ook het spanningsverschil tussen A en B. Op een gegeven moment zal de spanning op B opnieuw gelijk worden aan die op A en het oortelefoontje zal weer zwijgen. Wat weten we nu? We weten dat de verhouding tussen de weerstand S (de standaard weerstand)

en weerstand X, die onbekend is, dezelfde is als de weerstandsverhouding van de linkerkant en de rechterkant van de potentiometer. De schaal op de potentiometer is zo onderverdeeld dat hij altijd de verhoudingen geeft. Als de knop op 2 staat, dan betekent dit dat de weerstand van het gedeelte links van het schuifkontakt tweemaal zo groot is als het gedeelte rechts er van. Maar dat betekent ook dat de onbekende weerstand X tweemaal zo groot is als de standaard weerstand S. De lichtmeter werkt ongeveer op



dezelfde manier, behalve dan dat de LDR nu de onbekende weerstand vervangt. Zoals al eerder is uitgelegd, verandert de weerstand van de LDR met de hoeveelheid licht die op zijn gevoelige oppervlak valt, hoe hoger de intensiteit, hoe lager de weerstand van de LDR, en omgekeerd. Door op deze wijze de weerstand van de LDR met een normale weerstand te vergelijken, kan de lichtsterkte op ieder gewenst moment bepaald worden.

kleur	1e ring 1e cijfer	2e ring 2e cijfer	3e ring (faktor)	4e ring (tolerantie)
zwart	0	0	—	goud-zilver
bruin	1	1	× 10	5% 10%
rood	2	2	× 100	„
oranje	3	3	× 1000	„
geel	4	4	× 10,000	„
groen	5	5	× 100,000	„
blauw	6	6	× 1,000,000	„
paars	7	7	× 10,000,000	„
grijs	8	8		10% 20%
wit	9	9		wit-zwart

Kleurcode

10 Ohm	bruin/zwart/zwart
47 Ohm	geel/paars/zwart
120 Ohm	bruin/rood/bruin
150 Ohm	bruin/groen/bruin
220 Ohm	rood/rood/bruin
270 Ohm	rood/paars/bruin
560 Ohm	groen/blauw/bruin
680 Ohm	blauw/grijs/bruin
1,500 Ohm	bruin/groen/rood
2,200 Ohm	rood/rood/rood
3,300 Ohm	oranje/oranje/rood
4,700 Ohm	geel/paars/rood
15,000 Ohm	bruin/groen/oranje
27,000 Ohm	rood/paars/oranje
100,000 Ohm	bruin/zwart/geel
330,000 Ohm	oranje/oranje/geel
680,000 Ohm	blauw/groen/geel



PHILIPS