

PHILIPS

ELECTRONIC



PHILIPS
EXPERIMENTIER-
TECHNIK

NL

6101

Eenvoudige kennismaking
met de elektronica

Handleiding voor
Doos A

Inleiding

Wij leven in een tijd waarin ons leven sterk wordt beïnvloed door techniek en wetenschap. Wat zou iemand uit de vorige eeuw ervaren, als hij eens in de wereld van nu zou kunnen kijken? Wat zou hij vinden van kleurentelevisie, ruimtevaart, satellieten, straalvliegtuigen, draagbare radio's en laserstralen? Hij zou er niets van begrijpen en ze zien als grootse wonderen.

Al deze „wonderen” zijn echter niet uit de lucht komen vallen. Ze zijn het resultaat van onderzoek en ontwikkeling.

Deze experimenteerdoos is een eerste kennismaking met de elektronica, een bijzonder actueel onderwerp uit de natuurkunde. Het gaat hier niet over grijze, moeilijk te begrijpen theorie. Vanaf het begin is het al boeiende praktijk. Met behulp van deze handleiding en door toepassing van een vernuftig klemstelsel is het mogelijk, zonder enige technische kennis, de elektronica te leren kennen. Alles wordt nog interessanter omdat de onderdelen waarmee gewerkt wordt dezelfde zijn als de onderdelen die in de elektronica-industrie worden gebruikt.

Door het werken met deze elektronica experimenteerdoos zullen veel zaken uit het moderne dagelijkse leven er heel anders gaan uitzien; het onderlinge verband zal duidelijk worden en veel dingen zullen interessanter zijn. Het is zeker niet ondenkbaar dat dit eerste contact met de elektronica de aanzet zal zijn tot een boeiende hobby.

Veel succes.

Handleiding Elektronische

Experimenteerdoos A

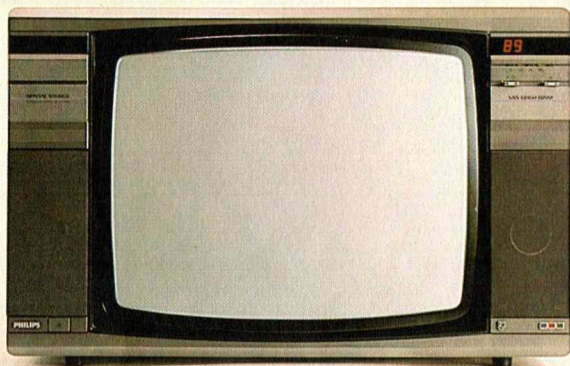
**Philips Nederland
Eindhoven.**

Alle in deze publikatie opgenomen gegevens
zijn medgedeeld zonder octrooigarantie van de
N. V. Philips Gloeilampenfabrieken te Eindhoven.

Alle rechten voorbehouden. Nadruk, ook
gedeeltelijk, verboden.

Technische wijzigingen voorbehouden.

Televisie-ontvanger



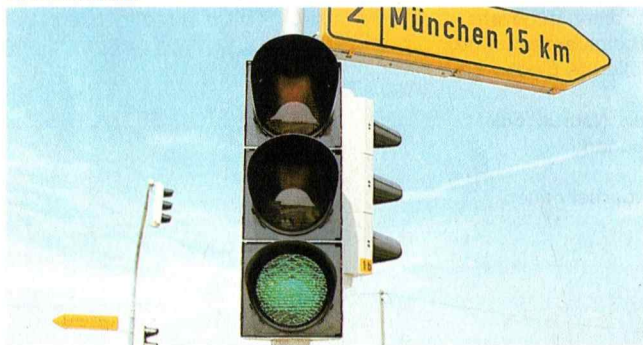
Stoomstrijker



Vuurtoren



Verkeerslicht



Telefoon

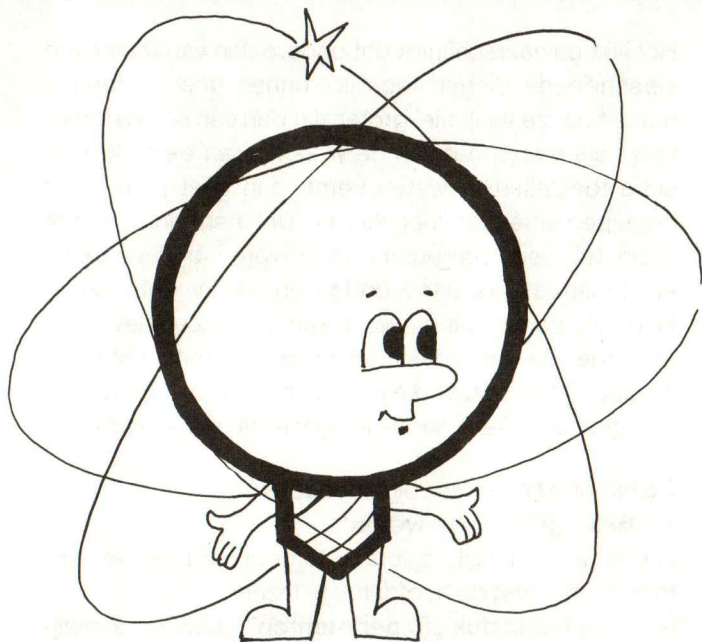


Elektrisch fornuis



HiFi-toren

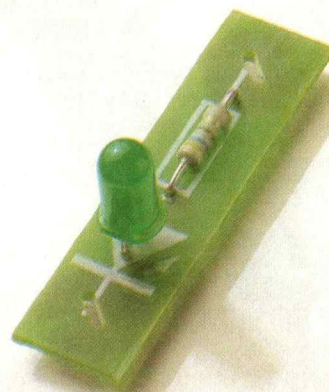


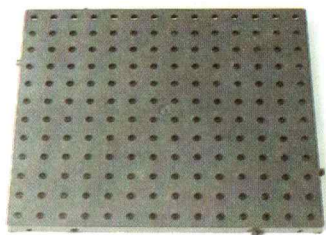


Tronic is mijn bijnaam, eigenlijk heet ik Elektron. Ik heb een heleboel broertjes en als er ergens elektrische stroom wordt gebruikt zijn wij er altijd bij. Hierdoor komt het dat ik van elektrische stroom alles afweet. Daar wil ik graag iets over vertellen zonder moeilijk te doen.

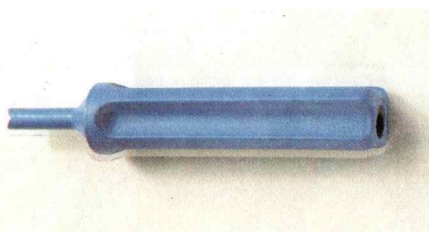
De tegenwoordige tijd is ondenkbaar zonder elektrische stroom. Wij gebruiken die onder andere om onze huizen te verlichten, het eten te koken en apparaten te laten werken die ons het leven wat makkelijker en aangenamer maken. Enige voorbeelden uit het dagelijkse leven staan op de bladzijde hiernaast.

Elektrische apparaten bestaan uit veel verschillende onderdelen. Door de werking van de stroom in deze onderdelen en door hun onderlinge samenstelling, worden bellen, elektrische fornuizen of stoomstrijkers in werking gezet.

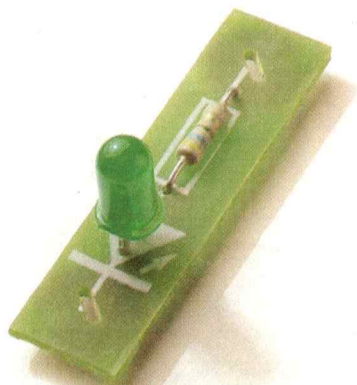




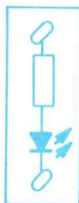
Montageplaat



Doordrukstift



Lichtgevende diode (LED) met voor-
geschakelde weerstand
Let op de juiste manier van aansluiten



Het lijkt onwaarschijnlijk dat onderdelen van toestellen verschillende dingen tegelijk kunnen doen, ondanks het feit dat ze vaak niet groter zijn dan een speldeknop. Maar als men meer van de werking van de elektronische toestellen te weten komt, dan gaat men beter begrijpen hoe dat mogelijk is. Dat hebben, vóórdat radio, televisie, computer enz. er waren, onderzoekers en constructeurs uitgevonden en verder ontwikkeld. Hoe zo'n constructeur werkt, kan men meebelevén als men met de onderdelen uit deze experimenteerdoos de apparaten bouwt die in onze moderne wereld worden gebruikt. Deze handleiding vertelt er alles over.

De handleiding is als volgt ingedeeld:

– „**Belangrijk om te weten**”

Het is noodzakelijk, alvorens te beginnen met experimenteren, eerst dit hoofdstuk te lezen.

– In het hoofdstuk „**Experimenten**” staan de aanwijzingen hoe interessante elektronische proeven uitgevoerd kunnen worden.

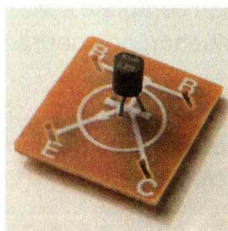
– In „**De gevorderde elektronica-hobbyist**” staat hoe men zelf al twee radio-ontvangers kan bouwen.

– Het hoofdstuk „**Nu de elektronica**” vertelt hoe de werking is van de verschillende elektronica-onderdelen.

– Daarna geeft het hoofdstuk „**Voor wie 't precies wil weten**” uitleg over de werking van de gebouwde schakelingen.

– Tenslotte geeft „**Terug naar het begin**” nadere uitleg over de uitgevoerde experimenten.

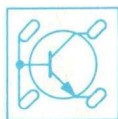
Op de foto's hiernaast zijn de verschillende onderdelen afgebeeld zoals die ook op de bedradingsschema's voorkomen. Deze onderdelen worden bij de doos geleverd en zijn nodig voor de diverse schakelingen die in dit boekje worden behandeld.



Transistor

Attentie!

Let op de juiste manier van monteren

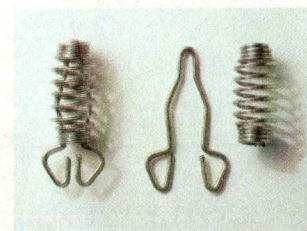


Afbeelding in het
bedradingssysteem

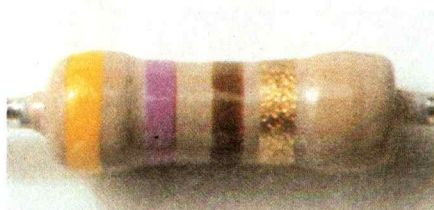


Blank montagedraad

Onder de
montageplaat
doorvoeren



Klemveer Haarspeldveer Tonveer



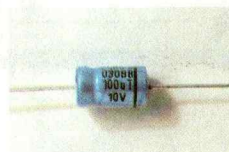
Weerstand

(3 kleurringen + goud) zie blz 35



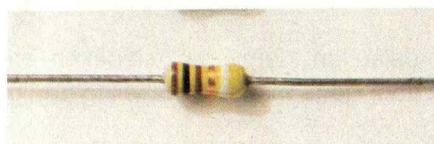
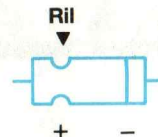
Batterijaansluiting

Rode draad = +
Zwarte draad = -

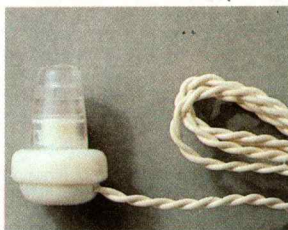


**Elektrolytische
condensator**

Let op de juiste
manier van monteren



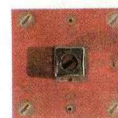
Keramische condensator
(5 kleurringen) zie blz 40



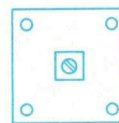
Oortelefoon



Spoel



Let op de nummers van
de aansluitingen



Diode

Let op de juiste
manier van monteren

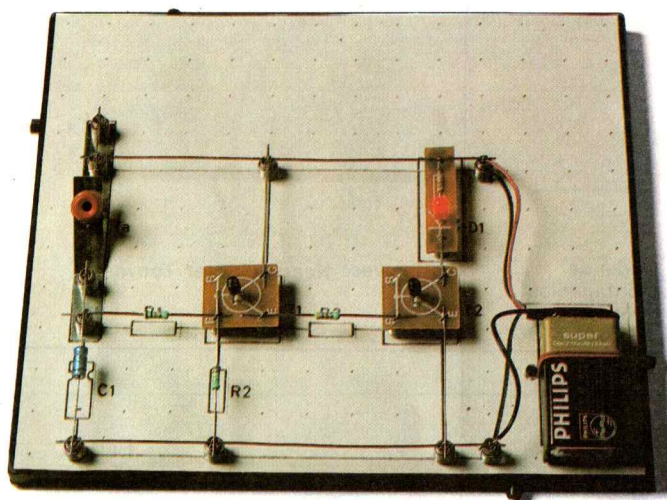
Brede
kleurring



Druktoetsschakelaar



Schakelcontact



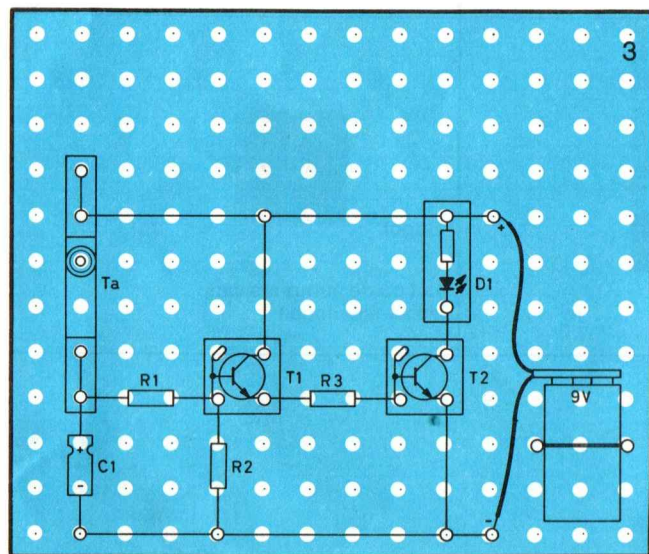
Om eens te vergelijken is hiernaast een complete schakeling afgebeeld en daaronder het bijbehorende bedradingsschema.

In het bedradingsschema zijn de gebruikte onderdelen ingetekend, zoals ze er in werkelijkheid uit zien.

Bij het maken van de experimentele schakelingen als deze zal als volgt te werk moeten worden gegaan:

De batterij altijd als laatste aansluiten

1. Bedradingsschema op de montageplaat leggen.
2. Dik omliggende rondjes in het bedradingsschema met de doordrukstift doorsteken.
3. Bij elk bedradingsschema in het boek staat een stuklijst van de, voor de schakeling, benodigde onderdelen.
4. Eerst de onderdelen en klemveren uitzoeken en klaarleggen die voor de te maken schakeling nodig zijn.
5. Daarna klemveren aanbrengen in de doorgestoken rondjes in het bedradingsschema.
6. Onderdelen aanbrengen volgens het bedradingsschema.
7. Na de montage het geheel nog eens vergelijken met het bedradingsschema.
8. Batterij bevestigen en aansluiten.



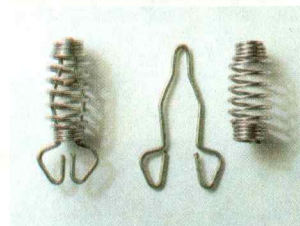
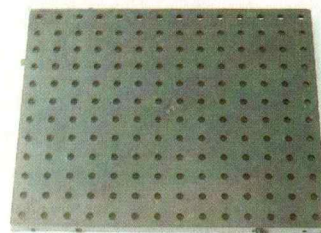
Voor er begonnen wordt met bouwen is het belangrijk het volgende te weten:

Alle schakelingen worden gemonteerd op de plaat met gaatjes.

Deze plaat heet de montageplaat.

De bevestiging van de onderdelen op de montageplaat gebeurt met klemveren, als volgt.

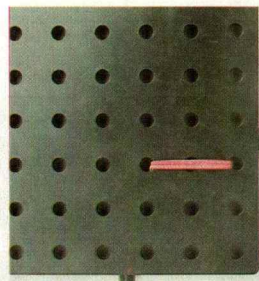
Druk de klemveer van bovenaf door een gaatje van de montageplaat, tot deze niet verder kan.

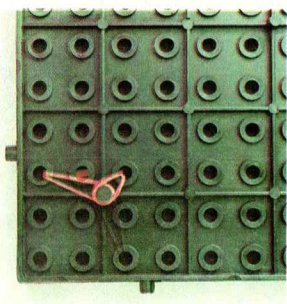


Een batterij van 9 volt type 6 F 22 zorgt voor de benodigde stroom.

Die batterij wordt op een hoek van de montageplaat bevestigd:

Een elastiekje wordt door een gaatje van de montageplaat gestoken, dan één gaatje vrijlaten en het andere eind van het elastiekje door het volgende gaatje steken.

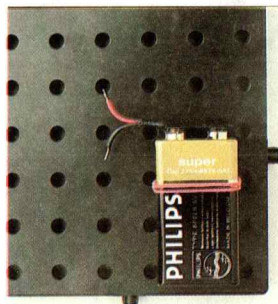




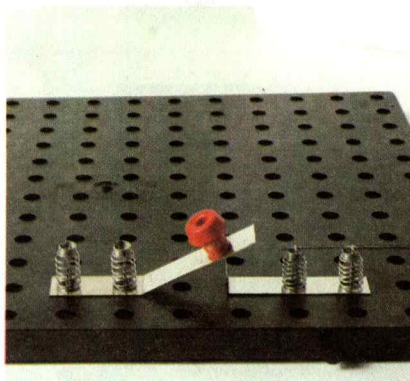
De uiteinden van het elastiekje vasthaken aan het plastic nopje dat aan de onderkant van de montageplaat zit. De batterij nu onder het elastiekje schuiven en de batterijaansluiting vastzetten.

Rode aansluitdraad = +

Zwarte aansluitdraad = -



Attentie: Nooit de stroom uit een contactdoos (stop-contact) gebruiken, want dat is levensgevaarlijk. Een transformator mag ook niet gebruikt worden. Dus uitsluitend gebruik maken van een 9 V batterij!



Montage van de druktoetsschakelaar:

Druktoets met twee klemveren op de montageplaat bevestigen.

Het schakelcontact moet op dezelfde manier worden vastgezet.

Bij het indrukken van de druktoetsschakelaar moeten beide contacten elkaar raken.

Montage van weerstanden, condensatoren, diodes, aansluitdraden, batterijaansluiting.

Tonveer naar beneden drukken tot het gleufje in de haarspeldveer zichtbaar is. De aansluitdraad door het gleufje schuiven, daarna de tonveer loslaten.

Montage van transistors en lichtgevende diodes.

Zoveel klemveren aanbrengen als er rondjes per transistor of diode op het bedradingsschema zijn aangegeven. (b.v. drie of vier bij transistors).

De klemveren zodanig monteren dat ze passen in de gleufjes van het plaatje waarop b.v. de transistor of diode is gemonteerd.

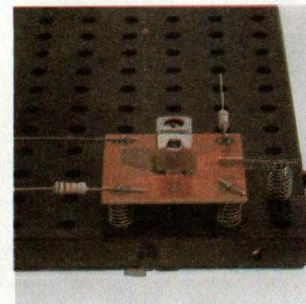
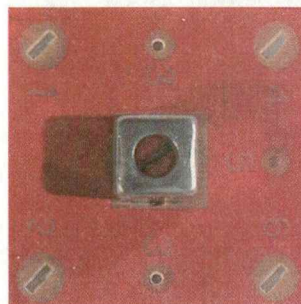
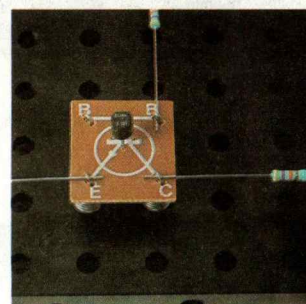
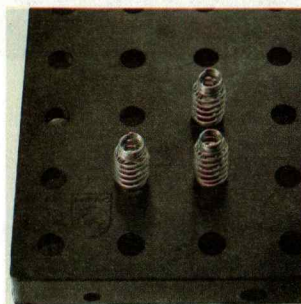
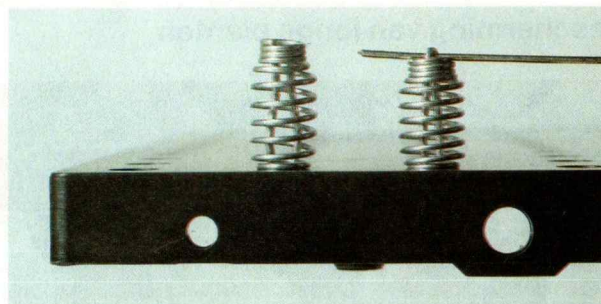
Het plaatje daarna op een hoek naar beneden drukken en de aansluitdraad door het gleufje steken.

Maak op deze ook de andere aansluitingen.

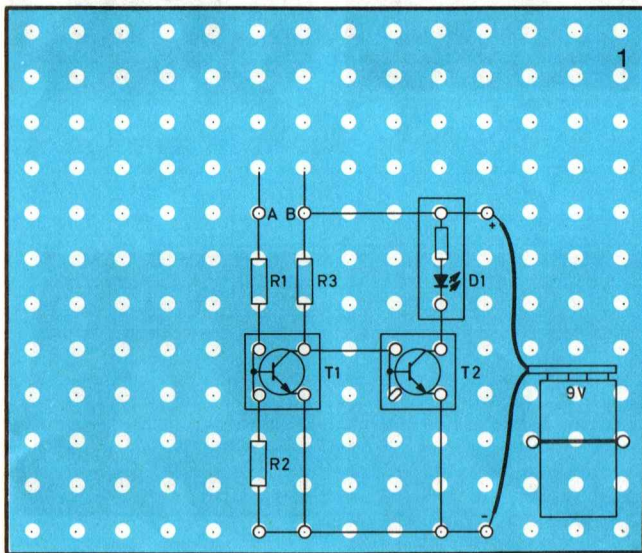
Montage van de spoel:

Schuif het vorkcontact voor de spoel op aansluitpunt 5 van het rode plaatje, waarop de spoel is gemonteerd; weer zoveel klemveren monteren als er rondjes voor de spoel op het bedradingsschema staan.

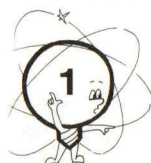
Klemveren op dezelfde manier richten als bij de transistors. Vervolgens het vorkcontact in de daartoe bestemde klemveer monteren. Daarna de overige aansluitingen maken net als bij de transistors.



Bescherming van jonge planten



Wat planten doet groeien



Als er een erwten of een boon in een bloempot met vochtige aarde wordt gestopt, dan zal er binnen enkele dagen een klein plantje te zien zijn.

Om uit een erwten een klein plantje te laten groeien, is er niet alleen aarde nodig maar moet deze ook regelmatig met water worden begoten. Ook wanneer het jonge plantje boven de grond is gekomen moet de vochtigheidsgraad van de grond in de gaten worden gehouden.

Dat bewaken kan met deze elektronische schakeling worden gedaan. Om te zien hoe zo'n vochtigheidsindicator werkt, heeft men een bloempot met droge aarde en één met vochtige aarde nodig.

Het bedradingsschema 1 geeft aan hoe zo'n vochtigheidsindicator kan worden gebouwd. De twee blanke draden die aan de zijkant bij A en B uitkomen, zijn de voelers van het apparaat. Ze worden ook wel sensors genoemd.

Steek nu de sensors ongeveer 5 cm diep, eerst in de droge en daarna in de vochtige grond.

De onderlinge afstand van de beide sensors moet ongeveer 3 cm zijn.

Met de beide sensors in de droge grond zal de indicator oplichten. Dit zal stoppen zodra beide sensors in de vochtige grond worden gestoken, of als water in de pot met droge grond wordt gegoten.

R 1 = weerstand 10 k Ω (bruin, zwart, oranje)

R 2 = weerstand 220 k Ω (rood, rood, geel)

R 3 = weerstand 4,7 k Ω (geel, paars, rood)

D 1 = lichtgevende diode

T 1 = transistor wit

T 2 = transistor wit

(zie hoofdstuk „Nu de elektronica”)

Inbrekers



Het is vervelend het gevoel te hebben dat er een inbreker in huis rondloopt. Met het inbraakalarm volgens bedradingsschema 2 hoeft men geen angst meer te hebben.

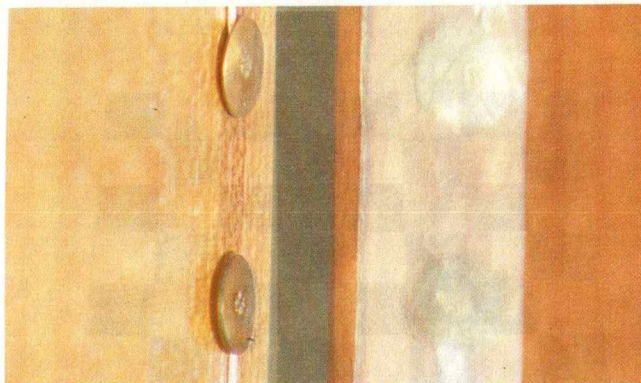
Om dit eens uit te proberen leggen we vanuit de aansluitklemmen A en B twee even lange draden naar het raam. Druk nu twee blanke punaises onder elkaar in het raamkozijn en bevestig aan elke punaise één der blank gemaakte draadeinden. Lijm dan op dezelfde hoogte, op de sponning van het raam, een stukje zilverpapier. Dit moet zo gedaan worden dat wanneer het raam gesloten wordt beide punaises door het zilverpapier worden geraakt.

Na het aansluiten van de batterij kan het zijn dat de indicator oplicht, terwijl het raam gesloten is (gesloten contact). De druktoetsschakelaar moet dan worden ingedrukt.

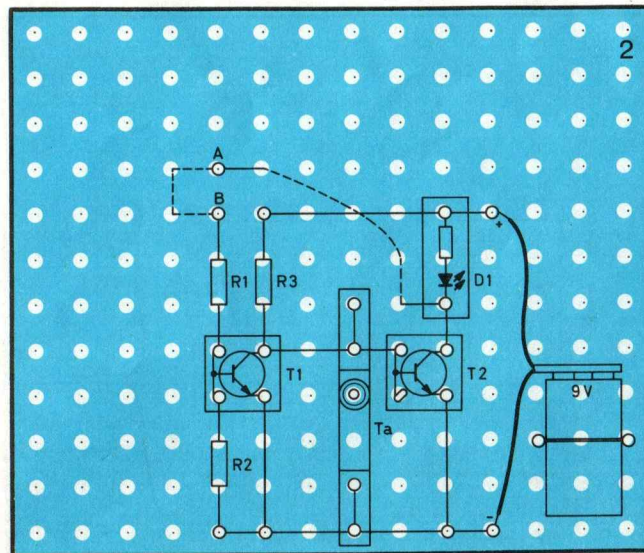
Bij het openen van het raam wordt de verbinding tussen de beide raamcontacten verbroken en het inbraakalarm geeft dit aan door het oplichten van de indicator. Ramen die op een dergelijke manier zijn beveiligd kunnen niet ongemerkt worden geopend. Ook wanneer de inbreker slim wil zijn en de draden doorknipt zal het alarm gaan werken, omdat de verbinding dan, weliswaar op een andere plaats, is onderbroken. Als er een alarm is geweest, moet, nadat het contact weer is hersteld, de druktoetsschakelaar worden ingedrukt om het apparaat weer bedrijfsklaar te maken.

N.B. Voor een verklaring van gebruikte eenheden en symbolen voor weerstanden: zie blz. 35.

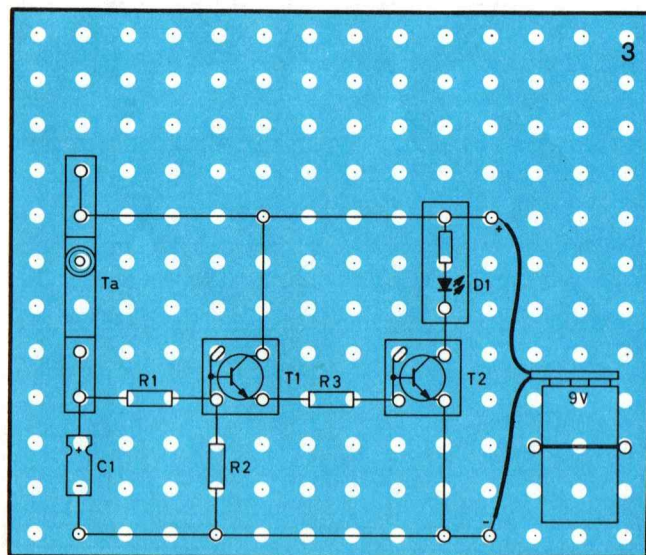
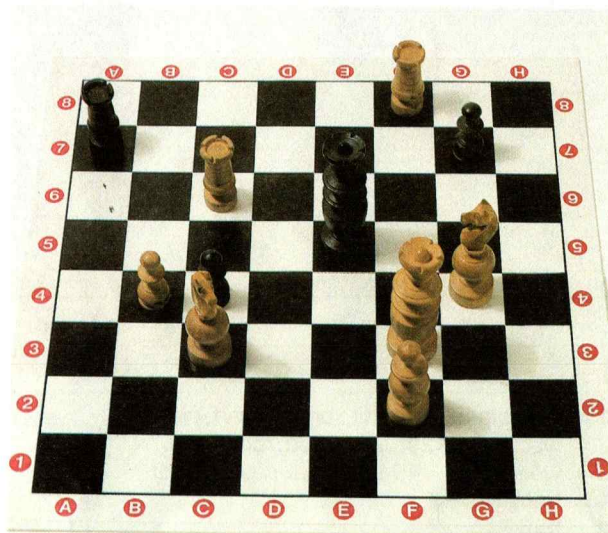
Alarminstallatie



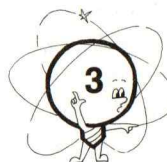
- R 1 = weerstand 10 k Ω (bruin, zwart, oranje)
- R 2 = weerstand 220 k Ω (rood, rood, geel)
- R 3 = weerstand 4,7 k Ω (geel, paars, rood)
- T 1 = transistor wit
- T 2 = transistor wit
- D 1 = lichtgevende diode



Elektronische tijdschakelaar



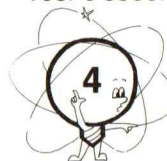
Klaar af!



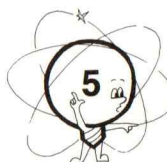
Wie kent de meeste automerken? Wie kan de meeste hoofdsteden van Europa opnoemen? Dit soort spelletjes speelt iedereen weleens.

De tijd waarin men zoveel mogelijk moet opnoemen, is heel eenvoudig op een horloge af te lezen. Veel leuker is het natuurlijk een elektronische tijd klok te gebruiken zoals iedereen die wel kent van televisiequiz-uitzendingen. Zo'n elektronische tijd klok kan met behulp van bedradingsschema 3 worden gebouwd.

Als de tijd voor het spelletje ingaat, wordt de druktoetschakelaar ingedrukt. De indicator gaat nu aan. De tijd is om, zodra de indicator uitgaat. De speeltijd is ongeveer 8 seconden.



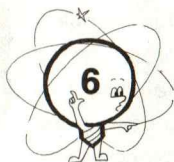
Voor het geval deze tijd te kort is, kan de condensator van 10 μF vervangen worden door een condensator van 100 μF . De speeltijd wordt dan ongeveer 80 seconden. Tusseliggende waarden zullen een evenredige tijdsduur te zien geven.



Bovendien is het mogelijk op een andere manier de speeltijd te veranderen, de weerstand van 220 k Ω (rood, rood, geel) bij transistor 1 kan worden vervangen door een andere waarde. Als er een kleinere weerstand wordt gekozen zal de tijd korter worden, een grotere weerstand leidt tot een langere tijd.

- R 1 = weerstand 10 k Ω (bruin, zwart, oranje)
- R 2 = weerstand 220 k Ω (rood, rood, geel)
- R 3 = weerstand 4,7 k Ω (geel, paars, rood)
- C 1 = elektrolytische condensator 10 μF
- T 1 = transistor wit
- T 2 = transistor wit
- D 1 = lichtgevende diode

Is het bad al vol?



Hoe vaak moet er niet gekeken worden of het bad al is volgelopen. Vooral als er naar een spannende tv-uitzending wordt gekeken of als er andere dingen zijn die de aandacht in beslag nemen, is dat erg vervelend. Misschien heeft men wel eens gedacht aan een apparaat dat in de woonkamer aangeeft dat het bad vol genoeg is.

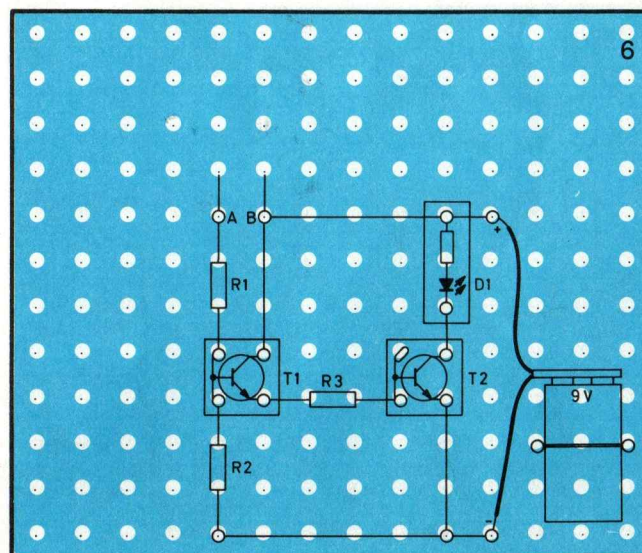
Het is eenvoudig zelf een toestel te bouwen dat waarschuwt dat het bad vol genoeg is. Met bedradingschema 6 kan deze niveau-indicator worden gebouwd.

De twee blanke draden aangesloten op de klemveren A en B, zijn de elektronische voelers die het gewenste waterniveau aangeven. Om te testen of de schakeling goed werkt worden de beide voelers in een glas gehangen. Ze blijven goed op hun plaats zitten als ze stevig om de rand van het glas worden gebogen. Vul het glas langzaam met water, zodra het water de beide sensors heeft bereikt zal de indicator oplichten en waarschuwen voor overstromen.

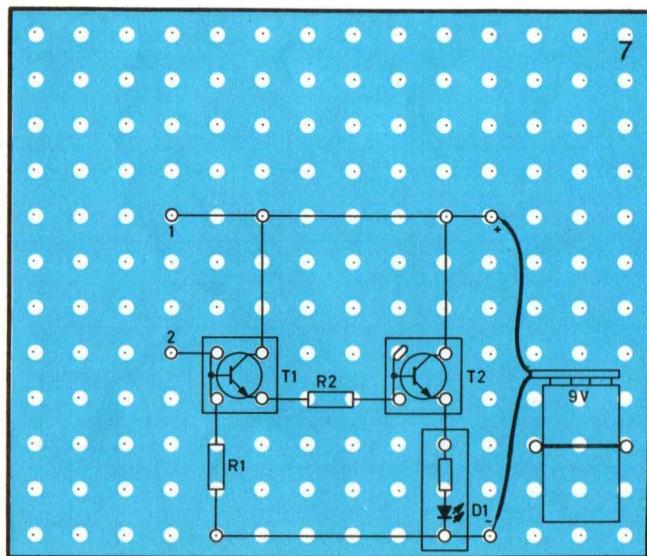
Even nog dit: voor de lichtgevende diode die als indicator dient, gaan we een meer professionele aanduiding gebruiken. Die is LED en dat is een afkorting van Licht Emitterende Diode.

- R 1 = weerstand 10 kΩ (bruin, zwart, oranje)
- R 2 = weerstand 220 kΩ (rood, rood, geel)
- R 3 = weerstand 4,7 kΩ (geel, paars, rood)
- D 1 = lichtgevende diode of LED
- T 1 = transistor wit
- T 2 = transistor wit

Niveau-indicator



Onderdelentester

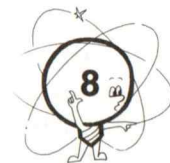


Onderdelen elektronisch getest



Wordt er bij het bouwen van een schakeling een defect onderdeel gebruikt, dan is het vrijwel zeker dat die schakeling niet zal werken. De onderdelen kunnen eerst worden getest op hun goede werking met bij voorbeeld een toestel dat kan meten of de stroom onderbroken is.

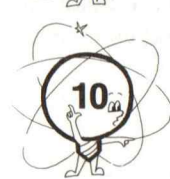
Met bedradingsschema 7 kan een schakeling worden gebouwd om weerstanden, diodes en condensatoren door te meten. De klemveren 1 en 2 zijn de aansluitpunten voor de te testen onderdelen. Om na te gaan of de tester goed werkt brengen we tijdelijk met een stukje blank draad een verbinding aan tussen klemveren 1 en 2. De diode (LED) moet dan oplichten.



Een aangesloten **weerstand** is goed als de LED-indicator oplicht.



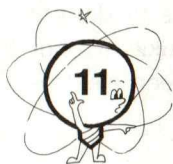
Een **diode** wordt aangesloten met de brede kleurring op klemveer 2. De LED moet nu oplichten. Als de diode wordt omgedraaid (brede kleurring op klemveer 1) mag de indicator niet oplichten. De diode is goed als die aan beide eisen voldoet.



Bij het aansluiten van een elektrolytische **condensator** licht de LED-indicator korte tijd op, daarna zal de indicator weer uitgaan. Blijft deze echter licht geven dan is de elektrolytische condensator niet goed.

- R 1 = weerstand 220 kΩ (rood, rood, geel)
- R 2 = weerstand 4,7 kΩ (geel, paars, rood)
- D 1 = lichtgevende diode LED
- T 1 = transistor (wit)
- T 2 = transistor (wit)

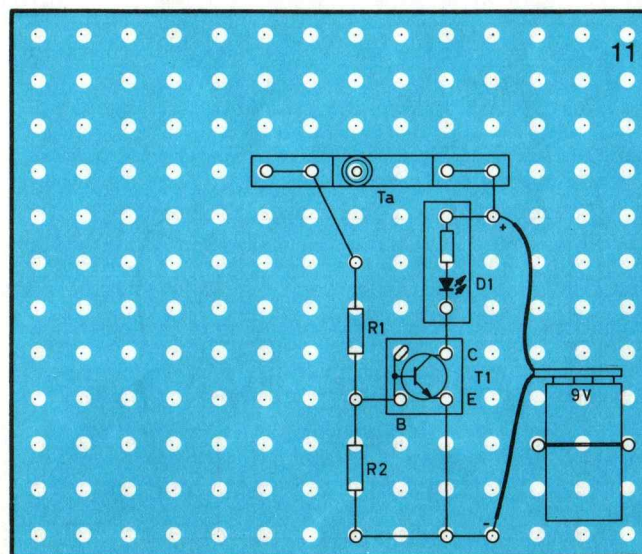
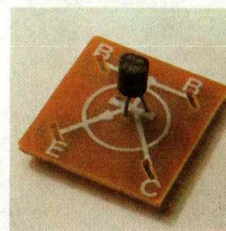
Hoe transistors te testen



Transistors kunnen door verkeerd inbouwen beschadigd worden. Omdat een apparaat alleen maar kan werken als alle onderdelen goed zijn, moet het bij storingen mogelijk zijn ook de transistors te testen op hun goede werking. Met bedradingsschema 11 kan een transistortester worden gebouwd. In tegenstelling tot de vorige tester heeft deze schakeling drie testpunten.

De transistor wordt met de aansluitingen E, B en C aan de overeenkomende test-punten aangesloten. Als de transistor goed werkt zal na het indrukken van de druktoetsschakelaar de LED-indicator oplichten.

Transistortester

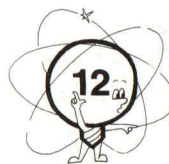


- R 1 = weerstand 47 k Ω (geel, paars, oranje)
- R 2 = weerstand 220 k Ω (rood, rood, geel)
- D 1 = lichtgevende diode (LED)
- T 1 = transistor wit

Elektronenflitser



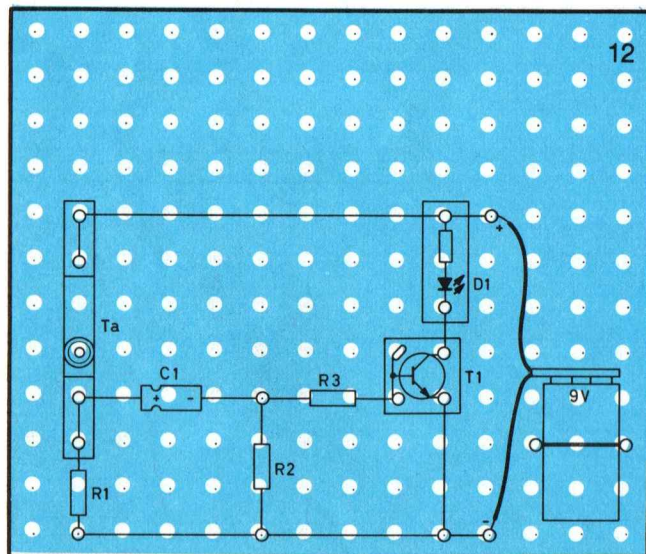
Let op bij het maken van foto's



Om te voorkomen dat foto's te donker uitvallen of zelfs geheel mislukken is het nodig bij onvoldoende licht een elektronenflitser te gebruiken.

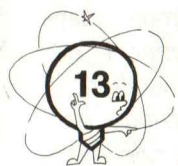
Met bedradingsschema 12 en de lichtgevende diode (LED) wordt de werking van een elektronenflitser duidelijk.

De flitser zal werken als de druktoetsschakelaar wordt ingedrukt. De LED licht dan net als een elektronenflitser fel op. Telkens als de schakelaar wordt ingedrukt zal de flitslamp opnieuw oplichten.



- R 1 = weerstand 22 k Ω (rood, rood, oranje)
- R 2 = weerstand 4,7 k Ω (geel, paars, rood)
- R 3 = weerstand 1 k Ω (bruin, zwart, rood)
- C 1 = elektrolytische condensator 10 μ F
- D 1 = lichtgevende diode (LED)
- T 1 = transistor wit

Let op! Spoorweginnavigatie



Een trein heeft altijd voorrang. Als de overwegbomen gesloten zijn knippert er ook een rood waarschuwingslicht. En onbewaakte overwegen worden met knipperlichten beveiligd. Knipperlichten vallen beter op dan constant brandende lampen. Het aan- en uitschakelen van de lampen gaat automatisch.

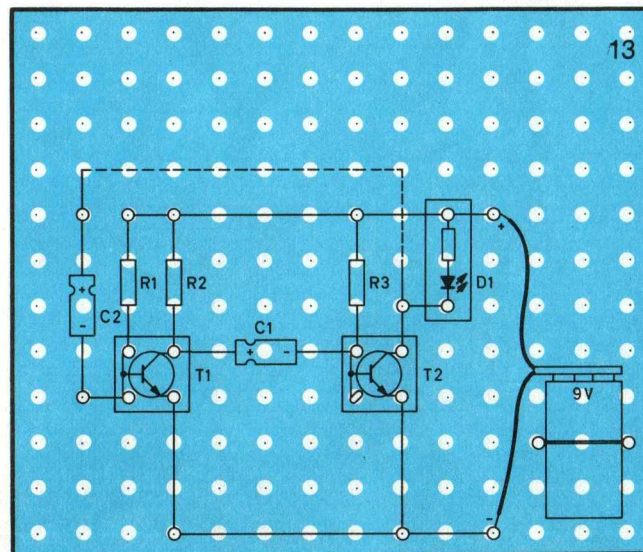
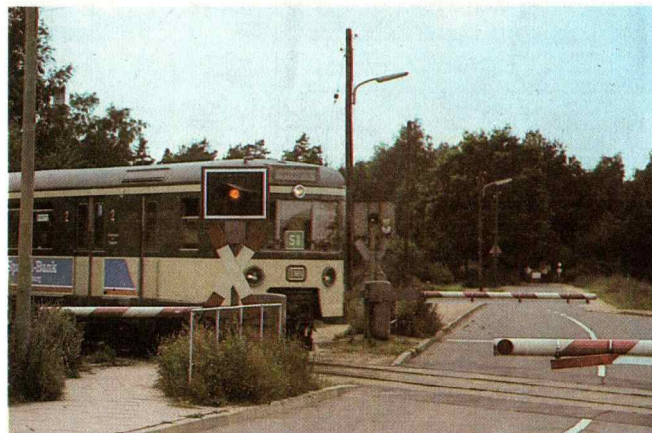
Met bedradingsschema 13 kan een waarschuwingsknipperlicht worden gebouwd. Na het aansluiten van de batterij knippert de lichtgevende diode (LED) met vaste tussenpozen aan en uit.



Als in plaats van de weerstand van 10 k Ω (bruin, zwart, oranje) een weerstand van 22 k Ω (rood, rood, oranje) wordt gemon- teerd, licht de LED korter op en wordt de tijd tussen de lichtflitsen langer.

- R 1 = weerstand 47 k Ω (geel, paars, oranje)
- R 2 = weerstand 4,7 k Ω (geel, paars, rood)
- R 3 = weerstand 10 k Ω (bruin, zwart, oranje)
- C 1 = elektrolytische condensator 100 μ F
- C 2 = elektrolytische condensator 10 μ F
- D 1 = lichtgevende diode (LED)
- T 1 = transistor wit
- T 2 = transistor wit

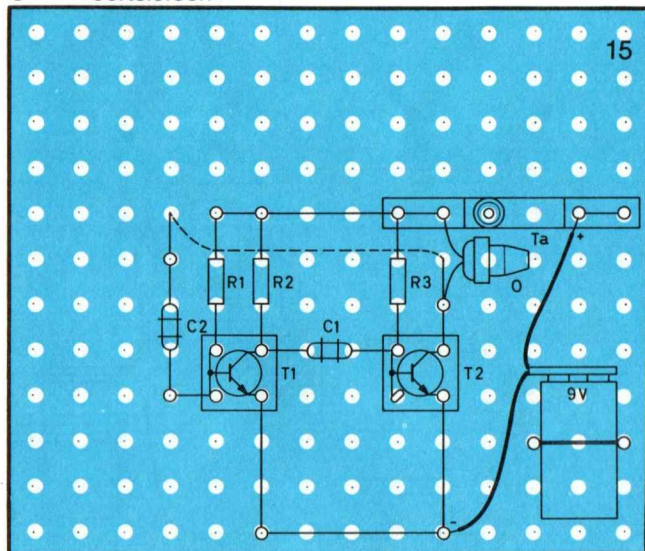
Waarschuingsknipperlicht



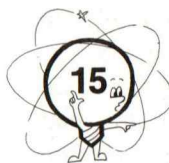
Morse-oefentoestel



- R 1 = weerstand 100 k Ω (bruin, zwart, geel)
 R 2 = weerstand 4,7 k Ω (geel, paars, rood)
 R 3 = weerstand 47 k Ω (geel, paars, oranje)
 C 1 = keramische condensator 10.000 pF (bruin, zwart, oranje)
 C 2 = keramische condensator 10.000 pF (bruin, zwart, oranje)
 T 1 = transistor (wit)
 T 2 = transistor (wit)
 O = oortelefoon



Gecodeerde signalen



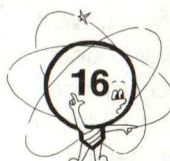
Het gebeurt regelmatig dat men tijdens het zoeken naar bij voorbeeld een muziekprogramma in het kortegolfgebied van de radio, plotseling een zender aantreft die alleen pieptonen laat horen. Deze tonen zijn dan lang en kort met tussenpozen. Deze manier van berichten overbrengen noemt men **telegrafie**. Alle letters van het alfabet en ook de cijfers en leestekens worden hier vertaald in punten en strepen, de zogenaamde **Morsetekens**.

Om deze manier van zenden en ontvangen goed te leren beheersen zullen beginnende zendamateurs veel moeten oefenen om foutloos te kunnen werken en de noodzakelijke snelheid te krijgen. Met bedradingschema 15 is het mogelijk een morse-trainer te bouwen en de eerste beginselen van radio-telegrafie onder de knie te krijgen.

Door de druktoetsschakelaar in te drukken kunnen de morsetekens in de oortelefoon hoorbaar worden gemaakt.

A	..	K	---	U	...	1	----	6	.....
B	....	L	....	V	....	2	-----	7	.....
C	....	M	--	W	---	3	-----	8	.....
D	...	N	--	X	....	4	-----	9	.....
E	.	O	---	Y	----	5	.....	0	-----
F	....	P	....	Z	----				
G	---	Q	---	Ä	---				
H	....	R	...	CH	----	punt	-----		
I	..	S	...	Ö	----	herstellen	.....	
J	----	T	-	Ü	----	SOS	.....	

Rechts of links



Als door de zon het controlelampje van de richtingaanwijzer in de auto niet goed zichtbaar is en daardoor de knipperlichten aan blijven staan, kan er een gevaarlijke situatie ontstaan. Bij moderne auto's brandt er niet alleen een lampje maar is tevens een waarschuwingssignaal hoorbaar.

Met bedradingsschema 16 kan zo'n controle-eenheid worden gebouwd.

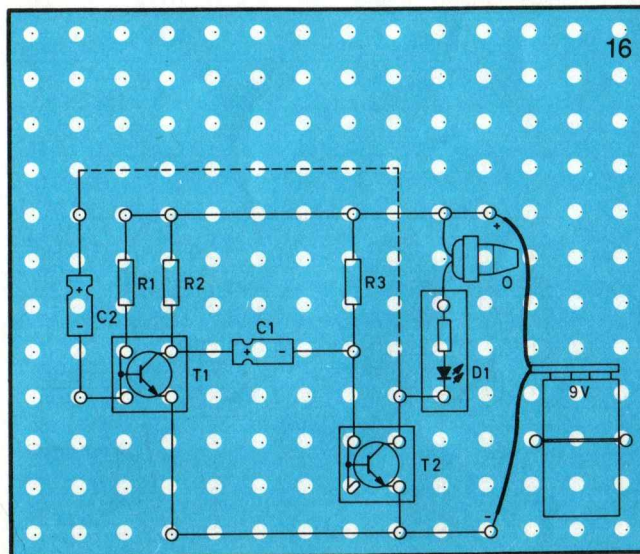
Na het bouwen van dit apparaat knippert de LED en is er gelijktijdig een waarschuwingsgeluid in de oortelefoon te horen.



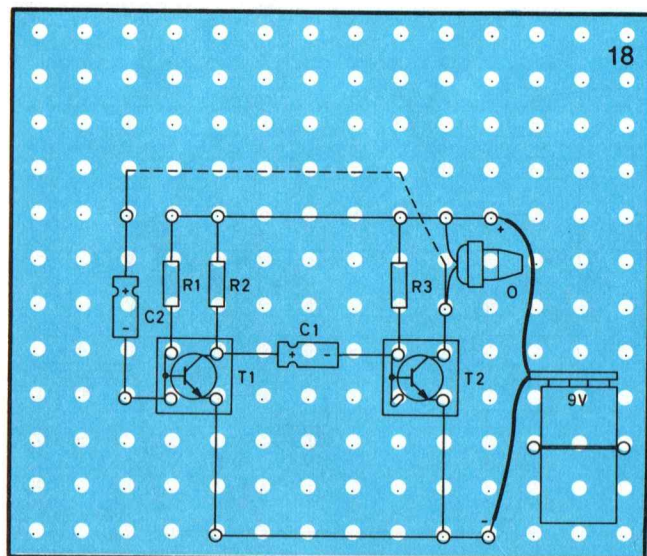
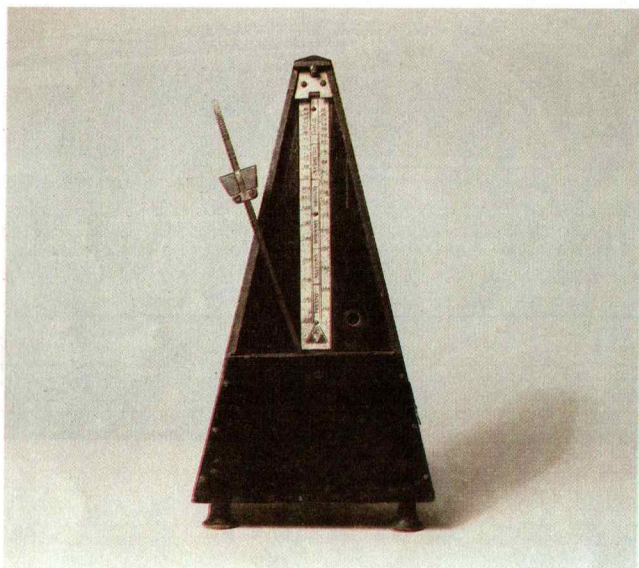
De snelheid van het knipper- en geluidssignaal kan worden gewijzigd door de weerstand van 47 k Ω (geel, paars, oranje) te vervangen door een weerstand van 22 k Ω (rood, rood, oranje).

- R 1 = weerstand 47 k Ω (geel, paars, oranje)
- R 2 = weerstand 4,7 k Ω (geel, paars, rood)
- R 3 = weerstand 10 k Ω (bruin, zwart, oranje)
- C 1 = elektrolytische condensator 100 μ F
- C 2 = elektrolytische condensator 10 μ F
- D 1 = lichtgevende diode (LED)
- T 1 = transistor (wit)
- T 2 = transistor (wit)
- O = oortelefoon

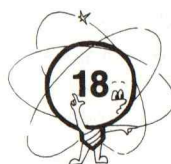
Controlelicht voor richtingaanwijzers van de auto



Metronoom of maataangever



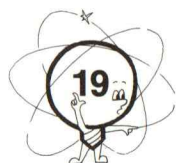
Tik, tak, tik, tak



Iemand die iets van muziek afweet, weet dat de maat moet worden aangehouden. Om dit goed te doen tikken veel mensen gewoon met hun voet op de grond. Musici en dirigenten gebruiken over het algemeen een apparaat dat de maat voor een muziekstuk aangeeft. Vroeger gebruikte men hiervoor een metronoom, zoals hiernaast afgebeeld. Dit toestel geeft de maat aan door een zeer regelmatig heen en weer gaande wijzer die tevens bij elke tel een tik laat horen.

Een elektronische metronoom kan met bedradingschema 18 worden gemaakt.

Dit apparaat geeft met regelmatige, in de oortelefoon hoorbare, tikken de maat aan.

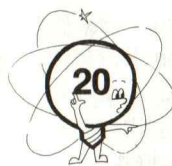


De snelheid kan veranderd worden als naast de weerstand van 22 k Ω (rood, rood, oranje) aan dezelfde klemmen een weerstand van 47 k Ω (geel, paars, oranje) wordt aangesloten.

De tik zal dan sneller zijn.

- R 1 = weerstand 22 k Ω (rood, rood, oranje)
- R 2 = weerstand 4,7 k Ω (geel, paars, rood)
- R 3 = weerstand 10 k Ω (bruin, zwart, oranje)
- C 1 = elektrolytische condensator 100 μ F
- C 2 = elektrolytische condensator 10 μ F
- T 1 = transistor (wit)
- T 2 = transistor (wit)
- O = oortelefoon

Brandalarm

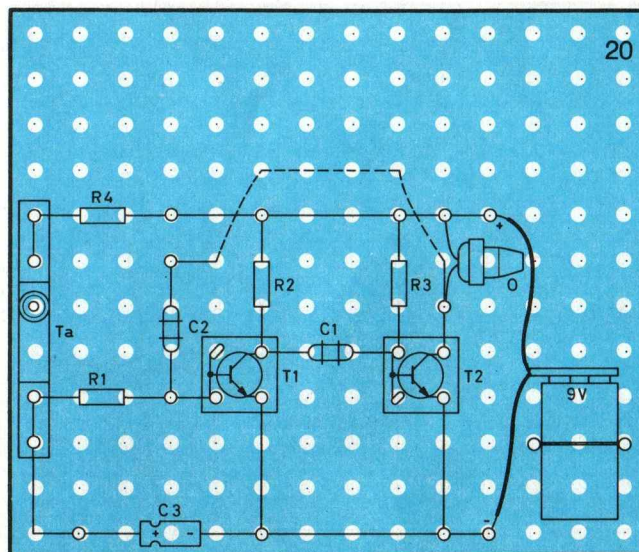


Brand, brand!!! Nagenoeg tegelijk met deze noodkreet „brand” zal de brandmeldingssirene van de vrijwillige brandweer loeien. Deze sirenes met hun doordringend geluid zijn, over het hele land verspreid. Ze waarschuwen bij brand of bij andere noodtoestanden dat er gevaar dreigt. Bij een proefalarm, om na te gaan of de sirenes goed werken, kunnen ze ook centraal in werking worden gesteld. Een dergelijke sirene kan door middel van bedradingsschema 20 worden gebouwd.

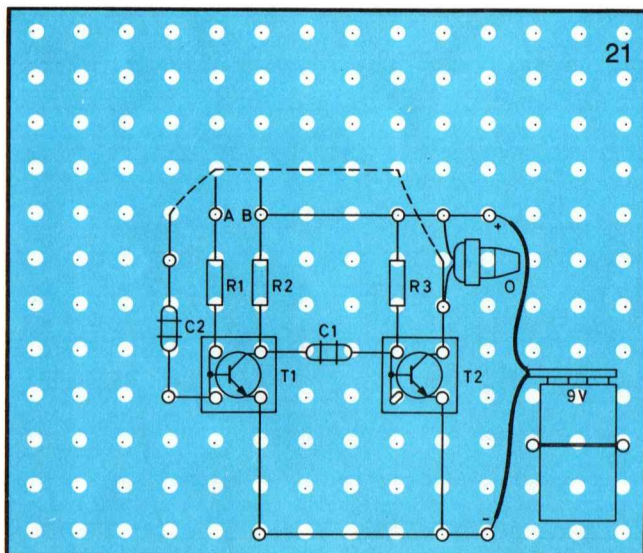
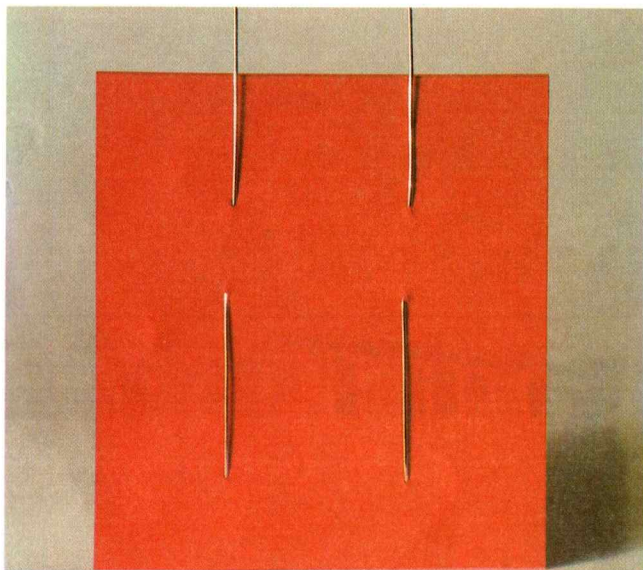
Bij het neerdrukken van de druktoetsschakelaar klinkt uit de oortelefoon een steeds hoger wordende toon. Wordt de toets losgelaten dan zal de toon steeds lager worden. Als de toon nagenoeg onhoorbaar is geworden moet de schakelaar opnieuw worden ingedrukt. Door het steeds weer indrukken en loslaten van de druktoets kunnen de steeds wisselende hoge en lage tonen van de sirene worden verkregen. Het is niet nodig steeds te wachten tot de lage toon onhoorbaar is, ook tussendoor kan de schakelaar worden ingedrukt.

- R 1 = weerstand 100 k Ω (bruin, zwart, geel)
- R 2 = weerstand 4,7 k Ω (geel, paars, rood)
- R 3 = weerstand 47 k Ω (geel, paars, oranje)
- R 4 = weerstand 10 k Ω (bruin, zwart, oranje)
- C 1 = keramische condensator 10.000 pF (bruin, zwart, oranje)
- C 2 = keramische condensator 10.000 pF (bruin, zwart, oranje)
- C 3 = elektrolytische condensator 10 μ F
- T 1 = transistor (wit)
- T 2 = transistor (wit)
- O = oortelefoon

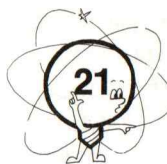
Sirene voor brandmelding



Elektronische regenmelder



Regen!!



In ons land komt regelmatig voor dat het onverwachts begint te regenen. Het komt dan ook vaak voor dat het nagenoeg droge wasgoed nog aan de lijn hangt en dat nog diverse spulletjes buiten staan.

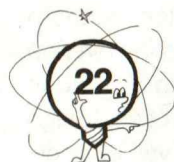
Met bedradingsschema 21 kan een toestel worden gebouwd dat tijdig waarschuwt als het begint te regenen.

Voor het maken van deze regenmelder is er een voeler nodig die de vochtigheid aan het apparaat meldt. Deze sensor bestaat uit twee evenlange draden die aan de ene kant aan de klemveren A en B worden gemonteerd. De andere einden van de draden worden op een onderlinge afstand van 1 cm door een stuk vloeipapier geregen. Doe dat zò dat beide draden onder én boven het papier gestoken zijn. Het apparaat kan nu getest worden door enkele druppels water op het vloeipapier te laten vallen. In de oortelefoon zal dan een toon hoorbaar worden. De draden mogen elkaar natuurlijk niet raken want dan zou er een constante toon hoorbaar zijn.

Het toestel kan op de vensterbank worden gezet met de voelerdraden naar buiten. Zodra het gaat regenen zal het apparaat dan een signaal geven.

- R 1 = weerstand 100 kΩ (bruin, zwart, geel)
- R 2 = weerstand 4,7 kΩ (geel, paars, rood)
- R 3 = weerstand 47 kΩ (geel, paars, oranje)
- C 1 = keramische condensator 10.000 pF (bruin, zwart, oranje)
- C 2 = keramische condensator 10.000 pF (bruin, zwart, oranje)
- T 1 = transistor (wit)
- T 2 = transistor (wit)
- O = oortelefoon

Het signaleren van wateroverlast

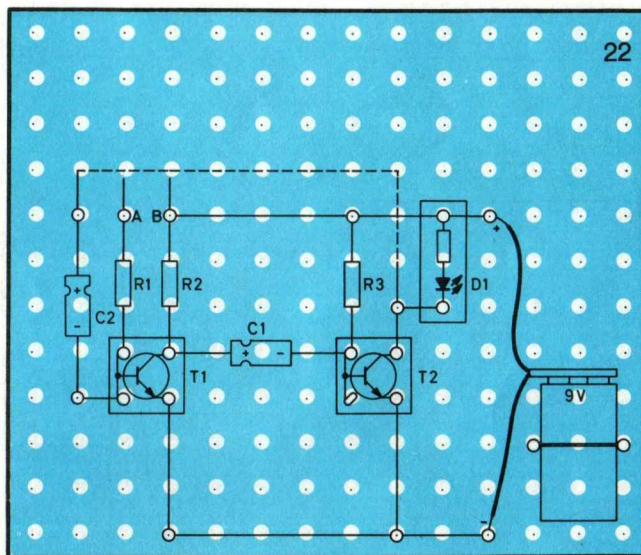


Onweer gaat meestal samen met een flinke regenbui. Bij langdurige en harde regenval bestaat het gevaar dat in veel huizen de kelders vol water lopen. Om tijdig maatregelen, ter voorkoming van schade, te kunnen nemen is het praktisch om een beveiligingssysteem te hebben. Zo'n wateroverlastalarm is te bouwen met behulp van bedradingsschema 22.

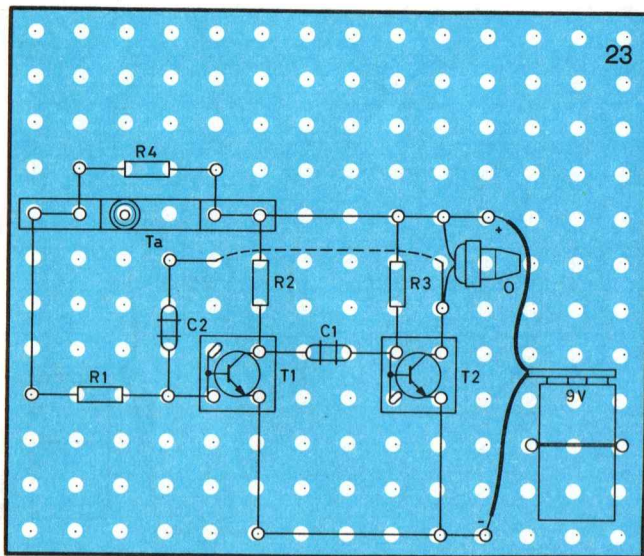
Als deze schakeling klaar is zal de lichtgevende diode (LED) constant oplichten. Er zijn ook nog twee voelers nodig. Deze sensors zijn evenlange draden, die stevig om de rand van bijvoorbeeld een glas worden gebogen en in dat glas hangen. Bevestig de andere einden van de draden aan de klemmen A en B. Ga nu het glas vullen met water. Zodra het water de beide sensors heeft bereikt zal de lichtgevende diode (LED) beginnen te knipperen.

- R 1 = weerstand 10 k Ω (bruin, zwart, oranje)
- R 2 = weerstand 1 k Ω (bruin, zwart, rood)
- R 3 = weerstand 47 k Ω (geel, paars, oranje)
- C 1 = elektrolytische condensator 100 μ F
- C 2 = elektrolytische condensator 10 μ F
- D 1 = lichtgevende diode (LED)
- T 1 = transistor (wit)
- T 2 = transistor (wit)

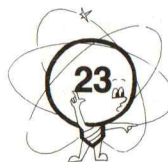
Wateroverlastalarm



Tweetonige hoorn

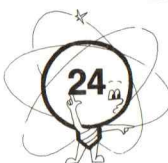


Waarschuwingssignaal

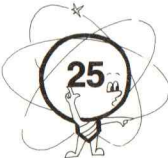


Voor een voertuig met meertonige hoorn en blauw zwaailicht moet door de overige verkeersdeelnemers ruimte worden gemaakt. Het geluid van een tweetonige hoorn is opvallender dan dat van een normale autoclaxon. Auto's van politie, brandweer en van ziekenauto's gebruiken bij noodgevallen zo'n opvallende meertonige hoorn. Met behulp van bedradingschema 23 kan een tweetonige hoorn worden gebouwd.

Na het aansluiten van de batterij is in de oortelefoon een toon hoorbaar. Wordt de druktoetsschakelaar ingedrukt dan zal een hogere toon klinken. De hoogte van de eerste toon, die zonder indrukken van de schakelaar hoorbaar is, wordt bepaald door de weerstand van 47 k Ω (geel, paars, oranje).

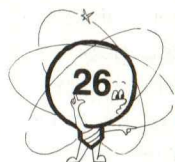


Een hogere grondtoon kan worden bereikt door deze weerstand te vervangen door een weerstand van 22 k Ω (rood, rood, oranje). Het vervangen van de weerstand van 100 k Ω (bruin, zwart, geel) die over de druktoetsschakelaar is gemonteerd door een weerstand van 22 k Ω (rood, rood, oranje) geeft een nog hogere grondtoon. Het verschil tussen de beide tonen is dan nog kleiner geworden.



- R 1 = weerstand 220 k Ω (rood, rood, geel)
- R 2 = weerstand 4,7 k Ω (geel, paars, rood)
- R 3 = weerstand 47 k Ω (geel, paars, oranje)
- R 4 = weerstand 100 k Ω (bruin, zwart, geel)
- C 1 = keramische condensator 10.000 pF (bruin, zwart, oranje)
- C 2 = keramische condensator 10.000 pF (bruin, zwart, oranje)
- T 1 = transistor (wit)
- T 2 = transistor (wit)
- O = oortelefoon

Omleiding, wegwerken



Bij gevaarlijke situaties en omleidingen op verkeerswegen worden over het algemeen waarschuwingsknipperlichten gebruikt. Deze knipperlichten flitsen kort en helder op en blijven dan enige tijd weer uit.

De lamp die volgens bedradingsschema 26 wordt gebouwd werkt op deze manier. Na het aansluiten van de batterij zal de lichtgevende diode (LED) kort flitsen en dan weer langere tijd niet branden. De tijden tussen oplichten en uitblijven van de flits worden bepaald door de condensatoren van $100\ \mu\text{F}$ en $10\ \mu\text{F}$ en de weerstanden van $10\ \text{k}\Omega$ (bruin, zwart, oranje) en $47\ \text{k}\Omega$ (geel, paars, oranje).

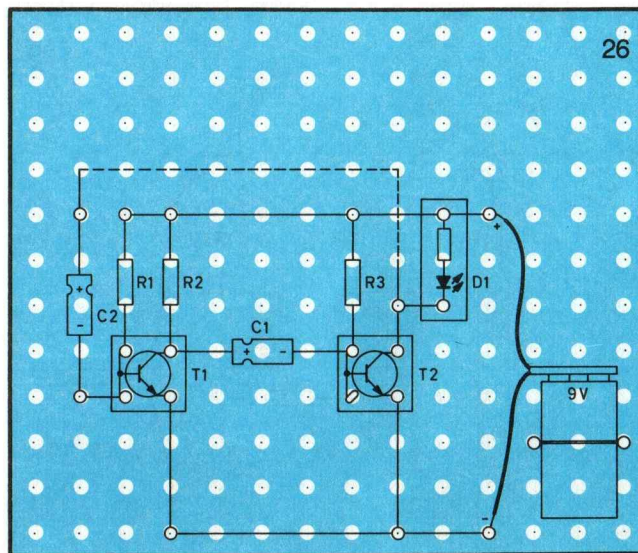


Door het verwisselen van beide condensatoren zal het oplichten langer en de donkere periode korter zijn. Een andere werking wordt verkregen door de condensatoren weer op de oude plaats te monteren en de weerstand van $10\ \text{k}\Omega$ (bruin, zwart, oranje) te vervangen door een weerstand van $22\ \text{k}\Omega$ (rood, rood, oranje). De LED zal nu langer oplichten terwijl de donkere periode onveranderd blijft.

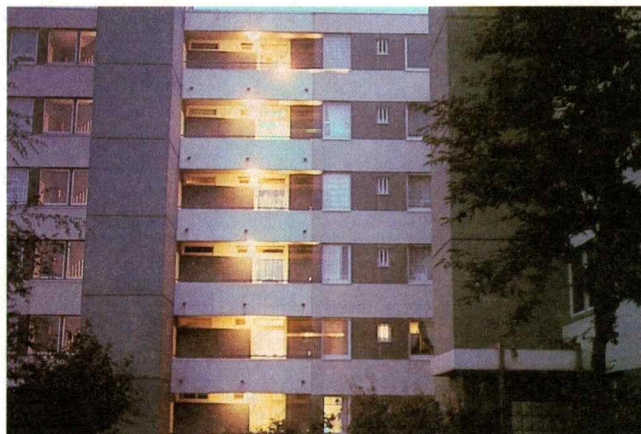


- R 1 = weerstand $10\ \text{k}\Omega$ (bruin, zwart, oranje)
- R 2 = weerstand $1\ \text{k}\Omega$ (bruin, zwart, rood)
- R 3 = weerstand $4,7\ \text{k}\Omega$ (geel, paars, oranje)
- C 1 = elektrolytische condensator $100\ \mu\text{F}$
- C 2 = elektrolytische condensator $10\ \mu\text{F}$
- D 1 = lichtgevende diode (LED)
- T 1 = transistor (wit)
- T 2 = transistor (wit)

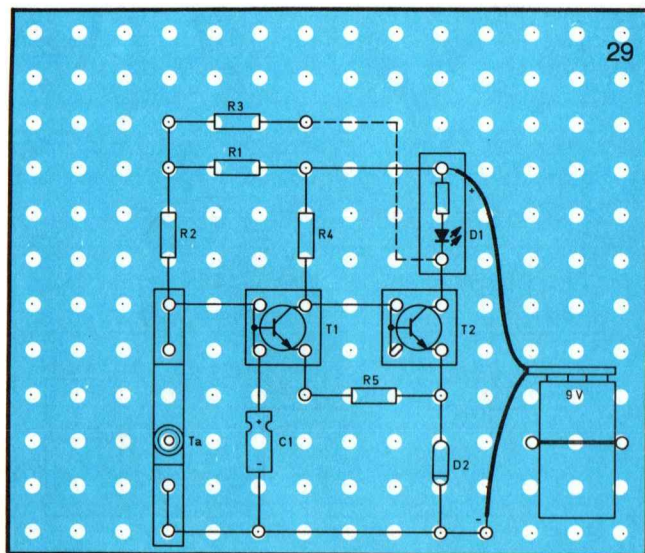
Waarschuwingsslichten



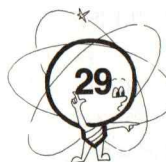
Trappenhuisverlichting



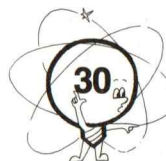
Druk de toetschakelaar kort in. De lichtgevende diode (LED) blijft dan ca. 30 seconden aan.



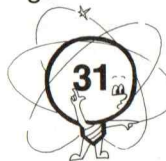
Het donkere trappenhuis



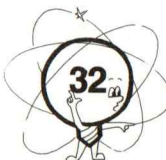
In deze tijd van besparing op energiekosten is het jammer als in een groot gebouw een gehele avond en nacht in het trappenhuis de verlichting blijft branden. Natuurlijk kan dit licht met een gewone schakelaar worden aangedaan, helaas, het weer uitdoen komt er niet altijd van. Met behulp van bedradingsschema 29 kunnen we een schakeling maken die als een trappenhuisverlichting werkt. Het licht kan worden ingeschakeld en blijft dan ongeveer 30 seconden branden. Daarna gaat het vanzelf weer uit.



De tijd dat het licht blijft branden wordt bepaald door de condensator van $100\ \mu\text{F}$ en de weerstanden van $100\ \text{k}\Omega$ (bruin, zwart, geel) en $220\ \text{k}\Omega$ (rood, rood, geel). Deze tijd kan veranderd worden door de condensator of de weerstanden door andere te vervangen.

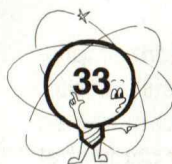


Verwissel de condensator van $100\ \mu\text{F}$ voor een van $10\ \mu\text{F}$. Druk nu de schakelaar in. De lichtgevende diode zal al snel uitgaan. Hetzelfde effect kan worden bereikt door de condensator van $100\ \mu\text{F}$ weer terug te zetten op de oude plaats en de weerstand van $220\ \text{k}\Omega$ (rood, rood, geel) te verwisselen voor een weerstand van $100\ \text{k}\Omega$ (bruin, zwart, geel).



- R 1 = weerstand $100\ \text{k}\Omega$ (bruin, zwart, geel)
- R 2 = weerstand $220\ \text{k}\Omega$ (rood, rood, geel)
- R 3 = weerstand $47\ \text{k}\Omega$ (geel, paars, oranje)
- R 4 = weerstand $22\ \text{k}\Omega$ (rood, rood, oranje)
- R 5 = weerstand $1\ \text{k}\Omega$ (bruin, zwart, rood)
- T 1 = transistor (wit)
- T 2 = transistor (wit)
- D 1 = lichtgevende diode (LED)
- D 2 = diode
- C 1 = elektrolytische condensator $100\ \mu\text{F}$

Regen in de studio?



opgewekt.

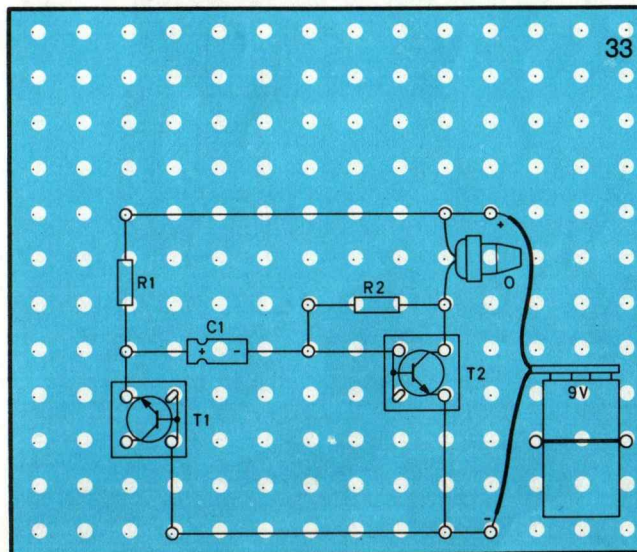
Met schakeling 33 kan zo'n geluid worden opgewekt dat precies lijkt op een flinke regenbui. Dit nabootsen noemen we ook simuleren. Een simulator is dus een nabootser.

Nadat de batterij is aangesloten zal het regengeluid in de oortelefoon te horen zijn.

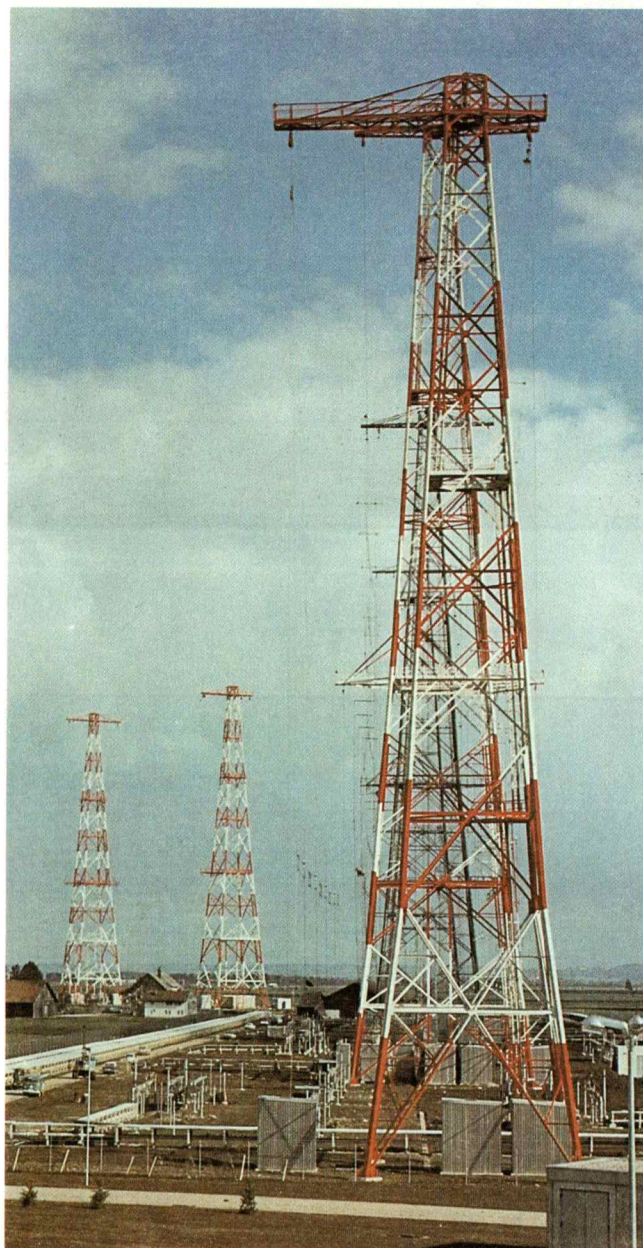
Bij de regensimulator wordt dat geluid gemaakt door een transistor waarvan slechts 2 aansluitingen worden gebruikt en de weerstand van 1 k Ω (bruin, zwart, rood). Het geluid ontstaat door een zeer snelle aan- en uitschakeling van de transistor. Deze elektrische bewegingen neemt men in de oortelefoon als geruis waar.

In de geluidsstudio wordt de oortelefoon of een luidspreker voor de microfoon gehouden. Het ruisen simuleert dan een flinke regenbui.

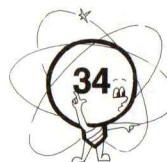
Regensimulator



- R 1 = weerstand 1 k Ω (bruin, zwart, rood)
- R 2 = weerstand 100 k Ω (bruin, zwart, geel)
- C 1 = elektrolytische condensator 10 μ F
- T 1 = transistor (wit)
- T 2 = transistor (wit)
- O = oortelefoon



Middengolfradio



Radio-ontvangst is iets vanzelfsprekends. Het is goed er eens bij stil te staan, hoe muziek door de lucht, door muren en hout ons kan bereiken zonder dat we het kunnen horen. Waarom is het zelfs onhoorbaar als we vlakbij een zendmast staan?

Een zender geeft een geheimzinnige energie af. Deze energie kan met onze zintuigen niet worden waargenomen. Dat deze energie aanwezig is merkt men alleen als ze met een radio wordt ontvangen.

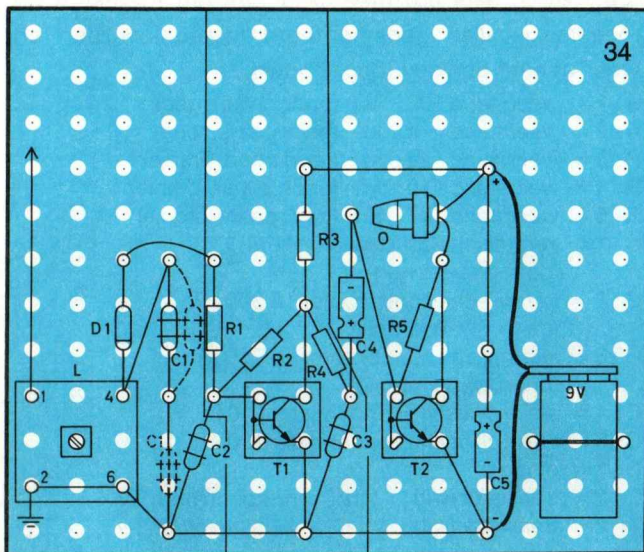
Met deze nu te bouwen middengolfradio kunnen dichtbijzijnde zenders worden ontvangen. Het realiseren van deze schakeling vraagt al wat ervaring.

- R 1 = weerstand 22 k Ω (rood, rood, oranje)
- R 2 = weerstand 100 k Ω (bruin, zwart, geel)
- R 3 = weerstand 4,7 k Ω (geel, paars, rood)
- R 4 = weerstand 1 k Ω (bruin, zwart, rood)
- R 5 = weerstand 47 k Ω (geel, paars, oranje)
- C 1 = keramische condensator 47 pF (geel, paars, zwart)
- C 2 = keramische condensator 10.000 pF (bruin, zwart, oranje)
- C 3 = keramische condensator 10.000 pF (bruin, zwart, oranje)
- C 4 = elektrolytische condensator 10 μ F
- C 5 = elektrolytische condensator 100 μ F
- D 1 = diode
- T 1 = transistor (wit)
- T 2 = transistor (wit)
- L = spoel rood
- O = oortelefoon

Het is beter deel voor deel te bouwen dan alles achter elkaar. Bij het bouwen van een ontvanger en natuurlijk ook bij het zoeken van fouten wordt altijd met het deel begonnen waarin de oortelefoon of de luidspreker is opgenomen. In het bedradingsschema 34 zijn de delen van het toestel, die men trappen noemt, door doorlopende verticale lijnen van elkaar gescheiden.

Bouw nu de trap waarin de oortelefoon is opgenomen, dus het rechter gedeelte. Dit is de versterkertrap. Monteer nu ook de batterij en de condensator van 100 μF . Als we nu de aansluitdraad van de condensator van 10 μ met een vochtige vinger aanraken, zal in de oortelefoon een bromtoon te horen zijn.

Als dit werkt, bouw dan het middelste gedeelte. Vergeet niet de beide trappen met elkaar door te verbind-



den. Raak dan een aansluitdraad van weerstand 22 $\text{k}\Omega$ (rood, rood, oranje) aan. Ook nu moet er een brom te horen zijn maar deze moet veel harder zijn dan bij de eerste gebouwde versterkertrap. Als het apparaat nu goed werkt, monteer dan de overige onderdelen van de ingangstrap. Sluit nu een lange draad aan, die als antenne dienst moet doen, op aansluitpunt 1 van de spoel. In plaats hiervan kan ook de antenne die op het huis staat gebruikt worden. Bij het uitproberen van de ontvanger is het raadzaam een aardaansluiting te gebruiken. Als aarde kan een blank deel van de waterleiding, verwarming of natuurlijk een reeds aanwezige aardleiding worden gebruikt (aansluiten op punt 2 van de spoel).

De zender moet worden opgezocht met de spoel en de condensator van 47 pF (geel, paars, zwart). Als men met een schroevendraaier de kern van de spoel verdraait kan deze op verschillende elektrische waarden worden ingesteld. Als er niets te horen is nadat de kern eenmaal van boven naar beneden is gedraaid dan ligt de zender buiten de afstemming en dient een condensator van 100 pF (bruin, zwart, bruin) parallel (naast elkaar) aan die van 47 pF te worden gezet (gestippeld aangegeven).

Verdraai nu nogmaals de spoelkern. Als er nog steeds geen zender doorkomt zet dan de beide condensatoren van 100 pF en 47 pF in serie (achter elkaar, gestippeld aangegeven) en verdraai nu de kern tot een zender goed doorkomt.

Als de ontvanger goed is gebouwd zal zeker een zender worden ontvangen. Als de omstandigheden gunstig zijn zullen 's avonds zelfs verscheidene zenders te ontvangen zijn.

Een radio-ontvanger met meer mogelijkheden



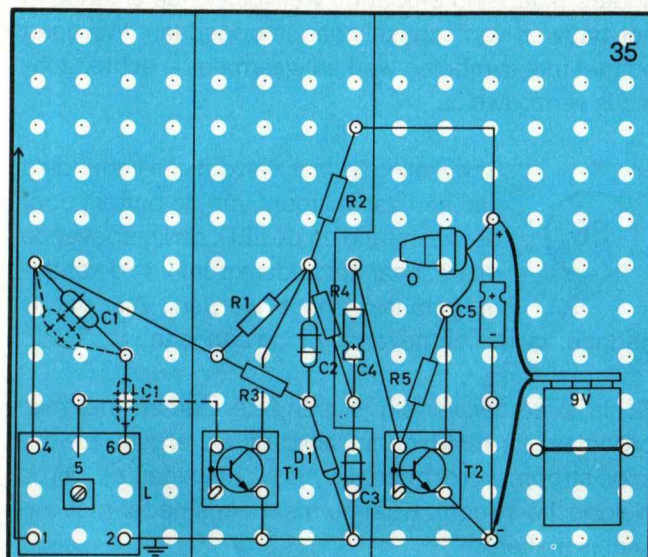
Als er met het bouwen van veel experimenten al meer ervaring is opgedaan, kan er tot slot nog een schakeling worden gemaakt, die heel zorgvuldig gebouwd zal moeten worden.

De opbouw van deze radio, volgens bedradings-schema 35 dient stap voor stap te gebeuren. Het is erg belangrijk om bij meer ingewikkelde schakelingen er op te letten dat steeds één deel(trap) wordt gebouwd en dan wordt gecontroleerd op de goede werking. Pas daarna volgt de volgende trap. Als beide trappen zijn doorverbonden wordt de werking van de twee trappen samen getest. Op deze manier wordt nu het apparaat verder afgebouwd. Mocht er een fout zijn ingeslopen dan zal deze heel eenvoudig te vinden zijn. Als alles zonder controle achter elkaar wordt afgebouwd dan is foutzoeken heel erg moeilijk en zal het toestel in de meeste gevallen gedemonteerd moeten worden en weer geheel opnieuw opgebouwd.

- R 1 = weerstand 100 k Ω (bruin, zwart, geel)
- R 2 = weerstand 4,7 k Ω (geel, paars, rood)
- R 3 = weerstand 22 k Ω (rood, rood, oranje)
- R 4 = weerstand 10 k Ω (bruin, zwart, oranje)
- R 5 = weerstand 47 k Ω (geel, paars, oranje)
- C 1 = keramische condensator 47 pF (geel, paars, zwart)
- C 2 = keramische condensator 10.000 pF (bruin, zwart, oranje)
- C 3 = keramische condensator 10.000 pF (bruin, zwart, oranje)
- C 4 = elektrolytische condensator 10 μ F
- C 5 = elektrolytische condensator 100 μ F
- D 1 = diode
- T 1 = transistor (wit) L = spoel rood
- T 2 = transistor (wit) O = oortelefoon

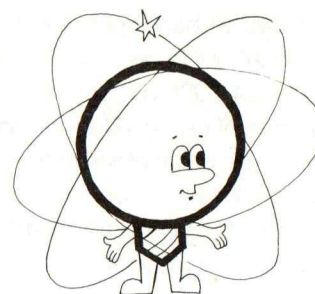


1. Bij deze radio wordt begonnen met de trap waarin de oortelefoon zit. Er horen bij: de condensatoren 100 μF , 10 μF en 10.000 pF, de weerstanden 47 k Ω (geel, paars, oranje) en 10 k Ω (bruin, zwart, oranje), de transistor en de oortelefoon. Als men, nadat de batterij is aangesloten, de basisaansluiting van de transistor aanraakt zal in de oortelefoon een bromtoon te horen zijn. Dat moet ook het geval zijn als het verbindingspunt van de condensatoren van 10 μF en 10.000 pF wordt aangeraakt. De bromtoon moet ook nog te horen zijn als met een vinger het open aansluitpunt van weerstand 10 k Ω (bruin, zwart, oranje) wordt aangeraakt.
2. Zet nu de volgende trap in elkaar. Deze bestaat uit alle nog overgebleven onderdelen met uitzondering van de spoel en de condensator van 47 pF (geel, paars, zwart). Raak nu de nog niet aangesloten basis (B) van de transistor aan.

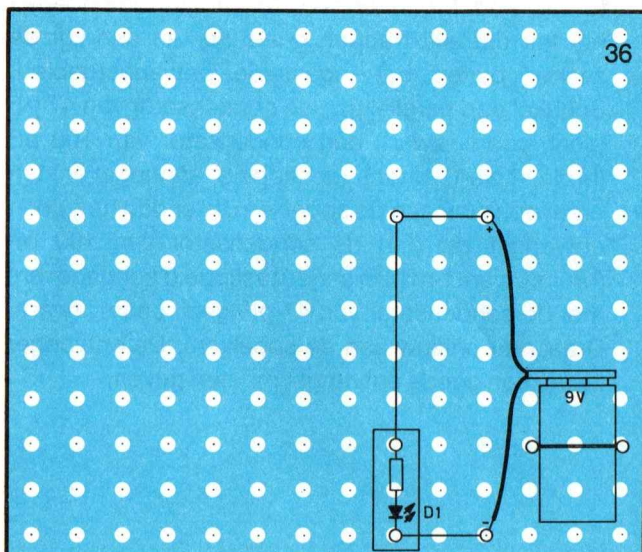


In de oortelefoon moet nu weer een bromtoon hoorbaar zijn. Deze moet ook te horen zijn als de basisaansluiting met een weerstand van 100 k Ω verbonden wordt en weer de basis wordt aangeraakt. De versterking van de schakeling is nu zo groot dat in de nabijheid van een zender zelfs al ontvangst mogelijk is.

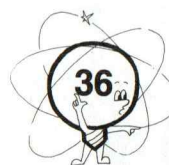
3. Sluit nu de spoel met de condensator van 47 pF (geel, paars, zwart) volgens het bedradingsschema aan. Monteer aan aansluiting 1 van de spoel een lange antennedraad. Voor eerste ontvangstpogingen is het aan te bevelen een aardleiding te gebruiken. Deze wordt aangesloten aan aansluiting 2 van de spoel en komt van een blank stukje van de waterleiding, verwarming of de aardaansluiting van het centraal antennesysteem. Als men ontvangst heeft, kan het ook zonder aarde geprobeerd worden. Draai nu met een schroevendraaier de spoelkern langzaam tot het eind. Mocht er geen ontvangst zijn ondanks het feit dat alle trappen goed werken dan ligt de zender buiten het ingestelde ontvangstgebied. Schakel dan parallel aan de condensator van 47 pF (geel, paars, zwart) een condensator van 100 pF (bruin, zwart, bruin) (gestippeld aangegeven) en draai opnieuw aan de spoelkern. Is er dan nog geen ontvangst zet dan de condensator van 100 pF (bruin, zwart, bruin) in serie (gestippeld aangegeven) met de condensator van 47 pF (geel, paars, zwart). Draai nu opnieuw aan de spoelkern. De ontvanger zal nu een goede ontvangst moeten geven.



D 1 = lichtgevende diode



Het is ongetwijfeld gelukt de elektronische toestellen „aan de praat” te krijgen. Hiermee zijn al aardig wat vaardigheden in de opbouw van schakelingen en in het werken met elektronische onderdelen opgedaan. De tijd is nu aangebroken de werking van de onderdelen in de schakelingen nader te verklaren zodat ook de werking van de onderdelen op zich duidelijk wordt. De bijbehorende bedradingsschema's zijn van nu af anders afgebeeld omdat nu wel voldoende ervaring in het bouwen van schakelingen is opgedaan. We gaan nu met met symbolen werken waarmee de echte technicus vertrouwd is.



Schakeling 36 laat zien dat een verbinding van een aansluitpunt van de batterij door de weerstand en de LED, de lichtgevende diode, naar het andere punt van de batterij gemaakt moet worden. Als dat is gedaan, zal de lichtgevende diode aangaan.

Zoals al eerder verteld is, ben ik er samen met mijn broertjes, de **elektronen**, altijd bij als ergens elektrische stroom wordt gebruikt. Als wij bewegen zijn wij de elektrische stroom. Kom nu maar eens nader met ons kennis maken!

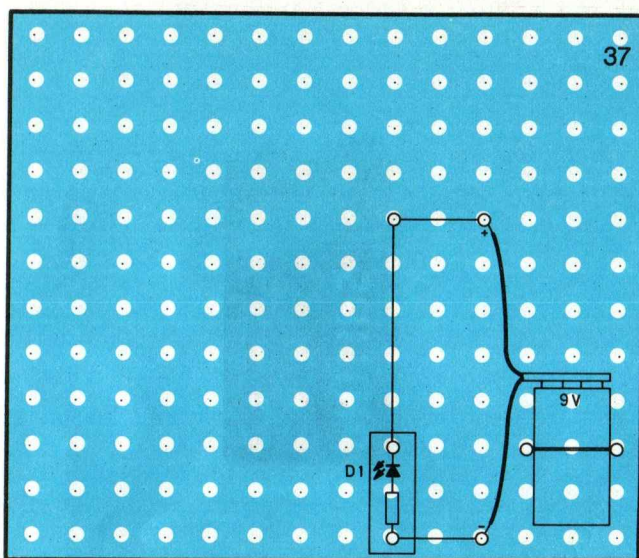
Wij elektronen bevinden ons in de batterij en in de draden. We zitten heel dicht bij elkaar. Om een lamp te laten branden, zullen wij de batterij uit moeten. Dat kan maar door één deur (zie afbeelding). Het is de min-pool van de batterij. Dat wordt zo aangegeven: $-$. Dit teken staat ook zo op de batterij. Wij kunnen de batterij alleen maar uit als er een draad aan de batterijpool zit waar we in kunnen kruipen. Degene van ons die aan het andere eind van de draad zit, moet de batterij weer in kunnen. Daarvoor gebruiken we de andere deur, de pluspool van de batterij. Het teken hiervoor is: $+$.

Deze gang van zaken is mogelijk omdat in de batterij een kracht werkzaam is. Gelijkmatic alsof door een pomp aangedreven, worden wij elektronen door deze kracht in beweging gebracht en door de draad geduwd. Deze druk, die ons elektronen laat stromen, noemt men spanning. Deze wordt in volt gemeten, afgekort: V. (Volt is genoemd naar de Italiaanse onderzoeker Volta).

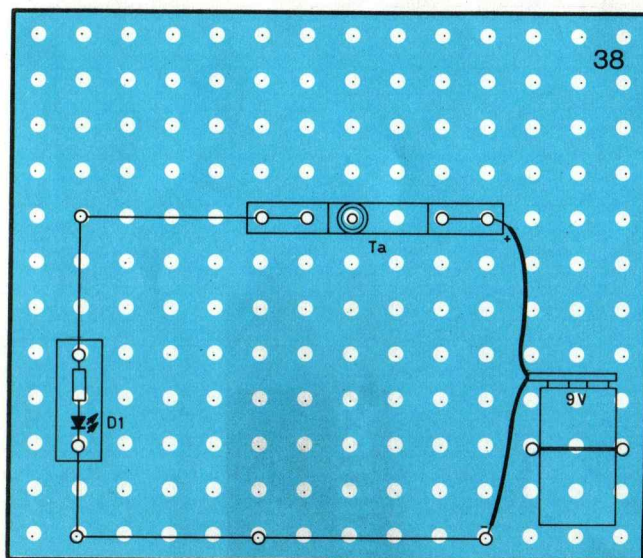
Omdat wij ons op onze weg van de min- naar de pluspool in een kring bewegen, spreekt men hier van een **stroomkring**. Men zegt ook wel, er loopt een stroom. In schakeling 36 ziet men aan de lichtgevende diode (LED) dat er **een stroom loopt**. De stroom wordt gemeten in ampère, afgekort: A. De benaming is afkomstig van de Franse geleerde André Marie Ampère.

Als men de onderdelentester gebouwd heeft (bedradingsschema 7) is het duidelijk dat de diode alleen dan oplicht als deze in de stroomkring met de punt naar de minpool van de batterij is gemonteerd. Men noemt dat: geschakeld in doorlaatrichting. Hetzelfde geldt voor de lichtgevende diode in schakeling 36.

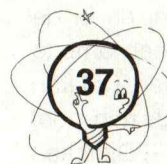




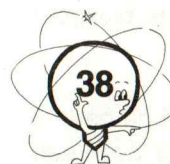
D 1 = lichtgevende diode (LED)



D 1 = lichtgevende diode (LED) T A = druktoetsschakelaar.

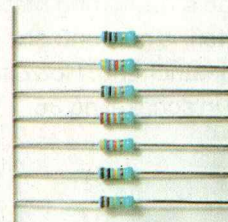


In schakeling 37 is een diode in tegengestelde richting (met de brede kleurring aan de pluspool van de batterij) gemonteerd. De diode heeft de eigenschap op deze manier de stroom in een stroomkring te sperren. Om een stroomkring te onderbreken, kan men een draadverbinding losmaken. De beweging van de elektronen stopt dan.



Het is beter voor dit doel een schakelaar in schakeling 38 op te nemen. Is de lichtgevende diode (LED) in **doorlaatrichting** gemonteerd? Alleen wanneer de druktoetsschakelaar wordt ingedrukt zal de lichtgevende diode oplichten, want nu kunnen de elektronen zich verplaatsen. Anders is de kringloop door de schakelaar onderbroken.

Nu het duidelijk is, op welke manier de elektrische stroom door de draad loopt kan onderzocht worden, wat er gebeurt als de elektrische stroom een hindernis tegenkomt. Zo'n hindernis wordt een **weerstand** genoemd.



Op de weerstanden zijn kleurringen aangebracht. Met deze **kleurringen** wordt de **waarde van een weerstand** aangegeven. Zoals afstanden worden aangegeven in meters, wordt de waarde van een weerstand in **Ohm** aangegeven. Het teken hiervoor is: Ω . Deze eenheid is genoemd naar de onderzoeker Georg Simon Ohm. Zoals duizend meter 1 kilometer wordt genoemd wordt er bij hogere weerstandswaarden, bij voorbeeld 1000 Ω , gesproken over 1 kilo-ohm, afgekort 1 k Ω .

1000 gram - 1 kilo

1000 ohm - 1 kilo-ohm



Omdat het bij de voorbereiding van experimenten eenvoudig is, zijn steeds de weerstandswaarden met de bijbehorende kleurringen aangegeven. Natuurlijk kunnen ook de weerstandswaarden op zichzelf worden genoemd. Daarvoor bestaat een tabel, die de waarden van de kleurringen aangeeft. Het is belangrijk op het volgende te letten:

De eerste kleurring geeft het eerste cijfer aan van de waarde, de tweede kleurring het tweede cijfer en de derde kleurring tenslotte geeft aan hoeveel nullen achter de twee cijfers gezet moeten worden.

Kleur	Eerste kleurring	Tweede kleurring	Derde kleurring
zwart	0	0	—
bruin	1	1	0
rood	2	2	00
oranje	3	3	000
geel	4	4	0 000
groen	5	5	00 000
blauw	6	6	000 000
paars	7	7	
grijs	8	8	
wit	9	9	

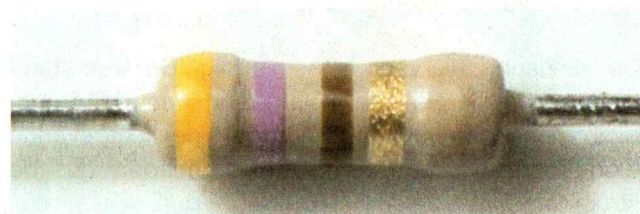
Voorbeeld: De gouden kleurring moet aan de rechterkant worden gehouden. Van links naar rechts wordt nu de waarde afgelezen:

1e kleurring geel = 4

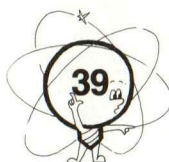
2e kleurring paars = 7

3e kleurring bruin = 0

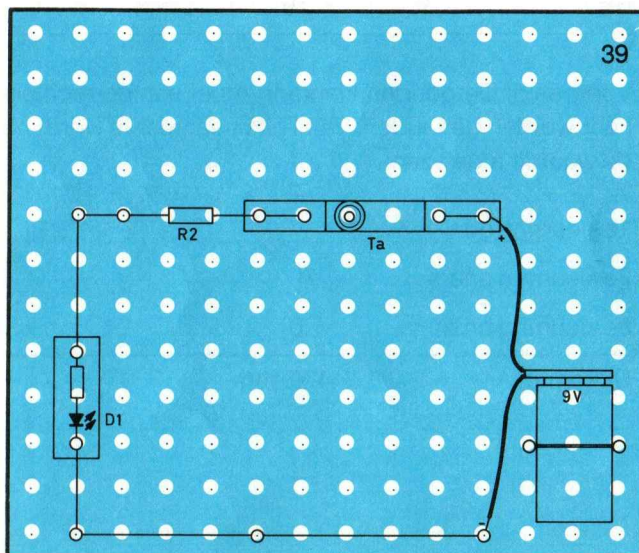
Uitkomst: 470 ohm



Druk nu nog eens op de druktoetsschakelaar in schakeling 38 en let daarbij op de helderheid van de lichtgevende diode.

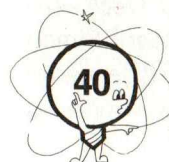
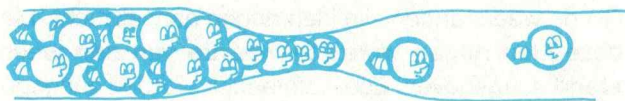


Monteer vervolgens in schakeling 39 een weerstand van 1 k Ω (bruin, zwart, rood). En kijk dan met wat voor sterkte de lichtgevende diode nu oplicht. In vergelijking met schakeling 38 zal dit zwakker zijn.

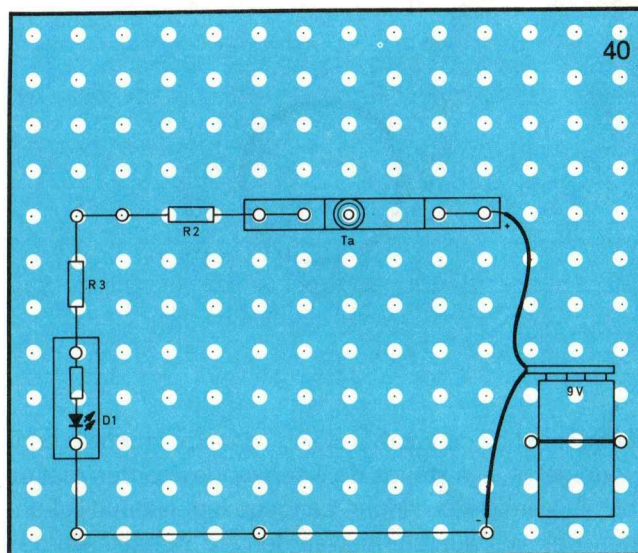


R 1 = weerstand 1 k Ω (bruin, zwart, rood)
D 1 = lichtgevende diode

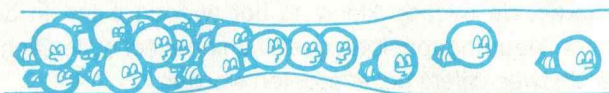
De verklaring hiervoor is eenvoudig. De weerstand werkt namelijk als een versmalling van de draad, daarom kunnen minder elektronen de lichtgevende diode bereiken. Een weerstand vermindert dus de stroom.

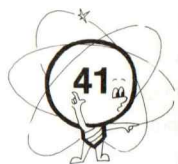


Monteer nu in schakeling 39 tussen de lichtgevende diode en de weerstand van 1 k Ω (bruin, zwart, rood) nog een weerstand van 4,7 k Ω (geel, paars, rood).



R 2 = weerstand 1 k Ω (bruin, zwart, rood)
R 3 = weerstand 4,7 k Ω (geel, paars, rood)
D 1 = lichtgevende diode (LED)

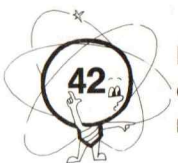




Neem nu een stukje draad en overbrug eerst de weerstand van 1 k Ω en daarna die van 4,7 k Ω . Met overbruggen wordt bedoeld dat het stukje draad de beide aansluitpunten van de weerstand moet raken. Als de druktoetsschakelaar wordt ingedrukt kan worden vastgesteld dat de lichtgevende diode bij de overbrugging van 4,7 k Ω erg helder brandt omdat nu alleen de weerstand van 1 k Ω in de stroomkring is opgenomen. Bij het overbruggen van 1 k Ω , licht de lichtgevende diode slechts zwak op, omdat nu de weerstand van 4,7 k Ω werkt.

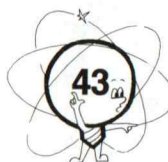
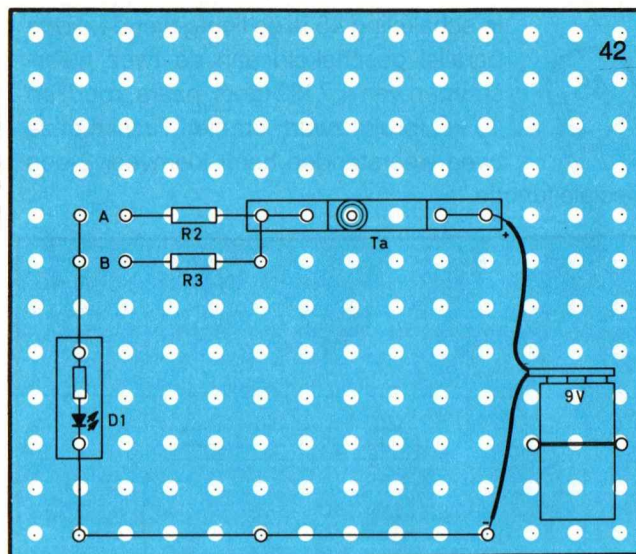
Als de druktoetsschakelaar wordt ingedrukt terwijl beide weerstanden in de stroomkring werken, zal de lichtgevende diode zeer zwak oplichten. De twee weerstanden werken nu als één grote weerstand. De gezamenlijke waarde kan worden vastgesteld door het optellen van de afzonderlijke weerstandswaarden, dus 5,7 k Ω .

Het achter elkaar schakelen van weerstanden of andere onderdelen wordt **serieschakeling** genoemd. De stroom moet achtereenvolgens door de seriegeschakelde onderdelen heen gaan. Weerstanden of andere onderdelen kunnen ook naast elkaar in een stroomkring worden gebouwd. Deze opstelling heet: **parallelschakeling**.



Bouw nu schakeling 42. Verbind met een draad eerst contact A, daarna contact B met de diode D1.

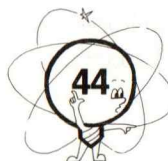
- R 2 = weerstand 1 k Ω (bruin, zwart, rood)
- R 3 = weerstand 4,7 k Ω (geel, paars, rood)
- D 1 = lichtgevende diode (LED)



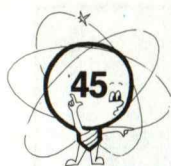
Verbind daarna A en B tegelijkertijd met een stukje draad.

Bij het aansluiten van A zal de diode meer licht geven dan bij B; worden beide contacten gemaakt, dan zal de helderheid nog iets toenemen.

Met contact A zal de weerstand van 1 k Ω werken, met B die van 4,7 k Ω , daardoor zijn er verschillen in lichtsterkte.

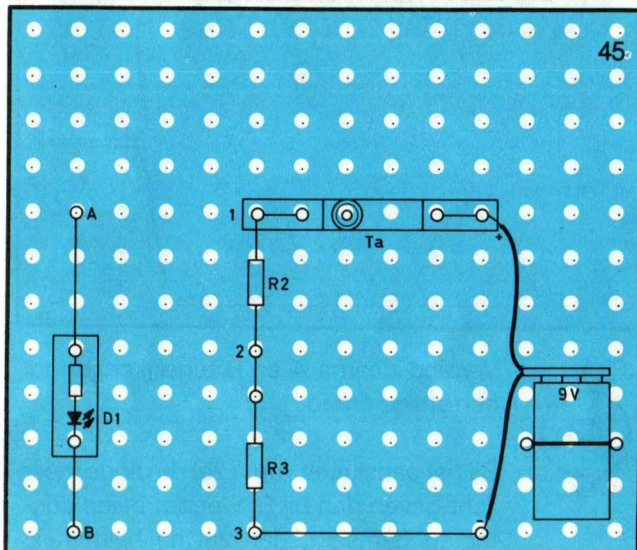


Zijn beide weerstanden ingeschakeld, dan zoeken de meeste elektronen de makkelijkste weg door de 1 k Ω weerstand; toch gaat er nog een aantal door de grotere weerstand van 4,7 k Ω . Daarom geeft de diode wat meer licht dan wanneer de elektronen alléén door de 1 k Ω weerstand gaan.



speciale functie.

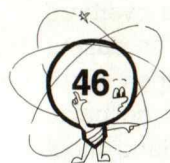
In schakeling 45 is de lichtgevende diode parallel geschakeld aan de twee weerstanden van 4,7 k Ω (geel, paars, rood) en 10 k Ω (bruin, zwart, oranje). Tussen deze twee weerstanden heeft klemveer 2 een



- R 2 = weerstand 4,7 k Ω (geel, paars, rood)
 R 3 = weerstand 10 k Ω (bruin, zwart, oranje)
 D 1 = lichtgevende diode (LED)

Verbind nu de klemveer A met klemveer 1 en klemveer B met klemveer 3. Bij het indrukken van de druktoetschakelaar zal de lichtgevende diode normaal oplichten, omdat deze met de volledige batterijspanning wordt gevoed.

Hoe de weerstanden in deze schakeling werken kan met de volgende veranderingen worden vastgesteld.



Verbind A met 2 en B met 3:

De lichtgevende diode licht bij het indrukken van de druktoetschakelaar op met verminderde helderheid.



Verbind A met 1 en B met 2:

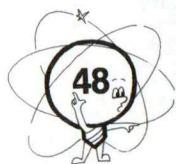
Na het indrukken van de druktoetschakelaar zal de diode nog zeer zwak oplichten.

In het eerste geval (schakeling 46) is de lichtgevende diode parallel gemonteerd aan de weerstand R3 10 k Ω (bruin, zwart, oranje). De lichtopbrengst is minder omdat over deze weerstand slechts een deel van de totaalspanning van 9 volt staat.

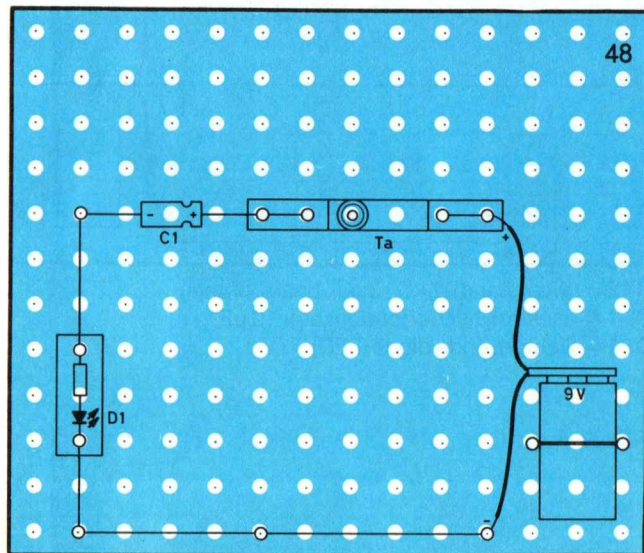
In het tweede geval (schakeling 47) is de diode parallel geschakeld aan weerstand R2 4,7 k Ω (geel, paars, rood). De diode licht nog zeer zwak op omdat over deze weerstand een nog kleiner deel van de totaalspanning van 9 volt beschikbaar is.

Het is duidelijk dat met twee op deze manier geschakelde weerstanden de totaalspanning in twee kleinere deelspanningen kan worden verdeeld. Zo'n schakeling van weerstanden heet een **spanningsdeler**. Over kleinere weerstanden staat altijd een kleinere deelspanning, over grotere weerstanden een grotere deelspanning. De som van de twee deelspanningen is de totaalspanning, dus de spanning van de batterij.

De **condensator** is een elektronisch onderdeel met een merkwaardige eigenschap.

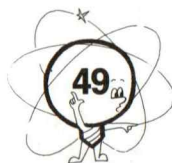


Er kan **elektriciteit in worden opgeslagen**, d.w.z. hij kan worden „opgeladen”. In schakeling 48 is een **elektrolytische condensator** met de opdruk $10\ \mu\text{F}$ gemonteerd.



C 1 = elektrolytische condensator $10\ \mu\text{F}$
D 1 = lichtgevende diode (LED)

Bij het indrukken van de druktoetsschakelaar licht de lichtgevende diode slechts zeer kort op. Dat is de tijd waarin de condensator wordt opgeladen. Dan loopt er een laadstroom. Is de condensator opgeladen, dan gaat de lichtgevende diode uit. Deze blijft ook uit, wanneer de schakelaar opnieuw wordt ingedrukt. Omdat de condensator nog opgeladen is, kan er geen verdere laadstroom lopen. De condensator kan ontladen worden door hem met een stukje draad te overbruggen. Door daarna de schakelaar in te drukken kan worden vastgesteld dat de condensator ontladen is. De lichtgevende diode licht kort op, omdat er weer een laadstroom kan lopen.



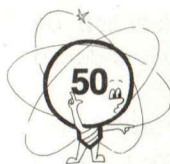
Vervang nu de condensator van $10\ \mu\text{F}$ door een condensator met het opschrift van $100\ \mu\text{F}$ en druk de schakelaar in. Het oplichten van de lichtgevende diode zal nu langer duren. Dit houdt in, dat deze condensator meer elektriciteit kan opnemen. De laadstroom loopt langer dan bij een condensator van $10\ \mu\text{F}$. Net als men de inhoud van een vat in liters aangeeft, geeft men ook de laadcapaciteit van een condensator een maat. Die heet: **Farad**. Genoemd naar Michael Faraday, een Engelse onderzoeker.

De twee in schakeling 48 gebruikte condensatoren hebben een capaciteit die vele malen kleiner is dan 1 Farad. De aanduiding van $10\ \mu\text{F}$ betekent dat deze condensator een capaciteit heeft van $\frac{10}{1.000.000}\text{ F}$.

Het teken μ betekent één miljoenste en wordt als micro uitgesproken.

$10\ \mu\text{F} = 10\text{ microfarad}$.

$100\ \mu\text{F} = 100\text{ microfarad}$.

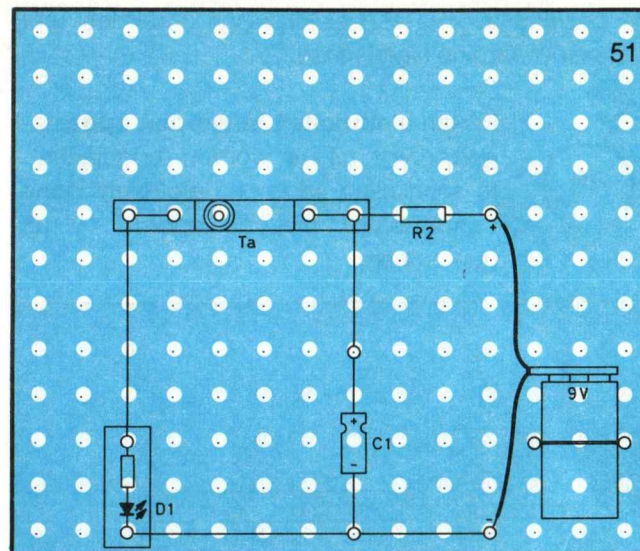
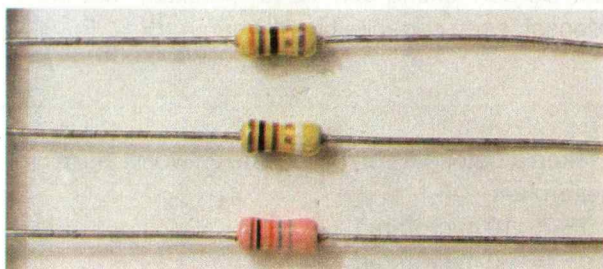


Een condensator met een belangrijk kleinere mogelijkheid om elektriciteit op te slaan is die met de opdruk bruin, zwart, oranje. Dat betekent 10.000 picofarad.

Een **picofarad** is gelijk aan 1 miljoenste **microfarad**. Wanneer deze condensator in schakeling 48 wordt gemonteerd en de druktoetsschakelaar wordt ingedrukt, kan de lichtgevende diode niet eens oplichten omdat de opladingstijd zo kort is.

Om **keramische condensatoren** van weerstanden te kunnen onderscheiden hebben ze een andere opdruk. Ze hebben 5 kleurringen en de weerstanden maar 4. Als de waarde vastgesteld moet worden, wordt de condensator op een zodanige manier vastgehouden dat de ring, die het dichtste bij de aansluitdraad is, links ligt. Slechts de eerste 3 ringen van links uit zijn belangrijk. De betekenis van de kleurringen is hetzelfde als bij weerstanden:

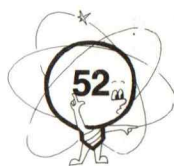
Condensator	Kleurring
47 pF	geel-paars-zwart
100 pF	bruin-zwart-bruin
10.000 pF	bruin-zwart-oranje



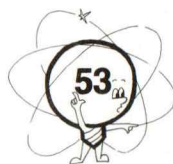
- R 2 = weerstand 47 k Ω (geel, paars, oranje)
 C 1 = elektrolytische condensator 10 μ F
 D 1 = lichtgevende diode (LED)



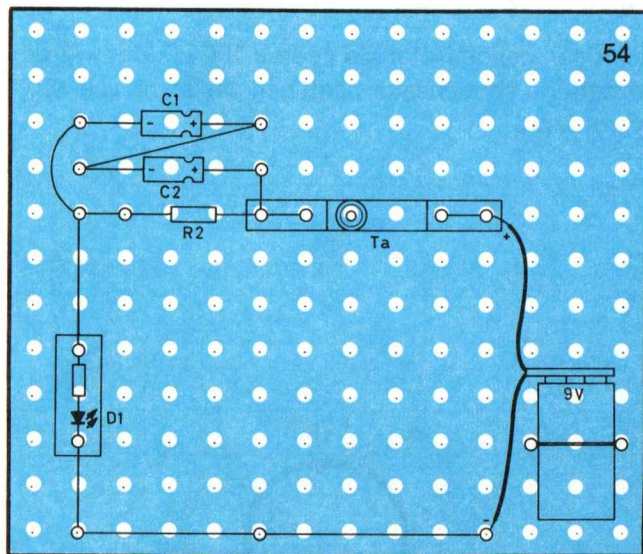
De ontlading van condensatoren kan in schakeling 51 nader worden onderzocht. Monteer zoals aangegeven de condensator van 10 μ F. Als de druktoetsschakelaar wordt ingedrukt, zal de lichtgevende diode kort oplichten. Als men in deze schakeling de batterij aansluit dan laadt de condensator zich snel op en blijft geladen. Bij het indrukken van de schakelaar wordt de condensator over de lichtgevende diode ontladen en de ontladstroom laat de LED oplichten.



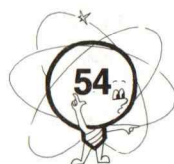
Als de condensator van $10\ \mu\text{F}$ door een van $100\ \mu\text{F}$ wordt vervangen, dan is de tijd dat de diode oplicht iets langer omdat de grotere condensator meer elektriciteit zal opslaan.



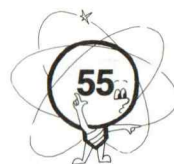
De condensator van $10.000\ \text{pF}$ (bruin, zwart, oranje) heeft een zeer kleine mogelijkheid om elektriciteit op te slaan. Die is niet voldoende om de lichtgevende diode tijdens het ontladen te laten oplichten.



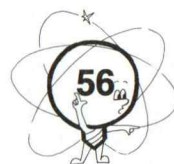
- R 2 = weerstand $47\ \text{k}\Omega$ (geel, paars, oranje)
- C 1 = elektrolytische condensator $10\ \mu\text{F}$
- C 2 = elektrolytische condensator $100\ \mu\text{F}$
- D 1 = lichtgevende diode (LED)



In schakeling 54 zijn twee condensatoren met verschillende opslagmogelijkheid in serie geschakeld. Doe nu na elkaar de volgende experimenten en let nauwkeurig op de tijd dat de lichtgevende diode oplicht. Overbrug met een stukje draad de condensator C1, $10\ \mu\text{F}$ en druk de schakelaar in.

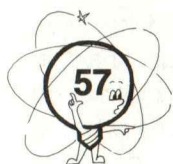


Overbrug nu met een stukje draad de condensator C2, $100\ \mu\text{F}$ en druk de schakelaar in.

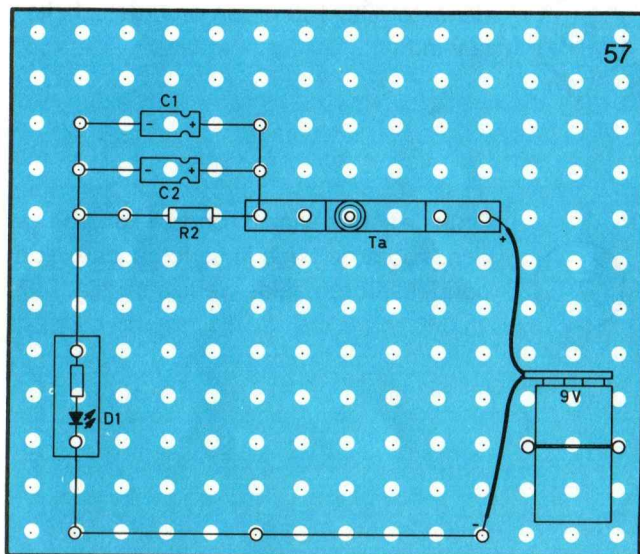


Druk de schakelaar in zonder te overbruggen, zodat de twee in serie geschakelde condensatoren beide werkzaam zijn.

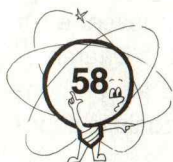
Bij het vergelijken van oplichtingstijden zal zijn opgevalen dat de twee condensatoren samen een bijna even lange oplichtingstijd geven als de enkele condensator van $10\ \mu\text{F}$. Dat komt omdat bij in serie geschakelde condensatoren de opslagmogelijkheid ongeveer even groot is als die van de kleinste condensator. Daarentegen vergroot zich de opslagmogelijkheid als de condensatoren parallel geschakeld worden zoals in schakeling 57.



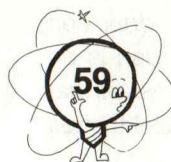
Een vergelijking van de tijd dat de lichtgevendende diode (LED) in de volgende experimenten oplicht bewijst dat. Monteer nu de condensator C1, 10 μF in de schakeling en druk de schakelaar in.



- R 2 = weerstand 47 k Ω (geel, paars, oranje)
- C 1 = elektrolytische condensator 10 μF
- C 2 = elektrolytische condensator 100 μF
- D 1 = lichtgevendende diode (LED)



Monteer nu de condensator C2, 100 μF in de schakeling en druk de schakelaar in.

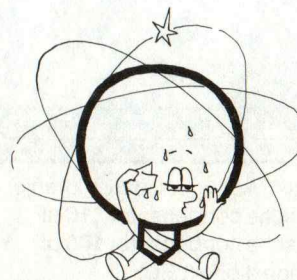


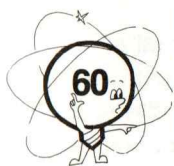
Onderzoek de oplichtingstijd als beide condensatoren parallel geschakeld zijn.

Het vergelijken van de tijd dat de diode licht geeft, laat zien dat beide condensatoren samen een iets langere oplichtingstijd veroorzaken dan alleen de grote condensator. Bij parallel geschakelde condensatoren wordt de opslagmogelijkheid iets groter. De opslagmogelijkheid is dan altijd even groot als die van alle condensatoren samen.

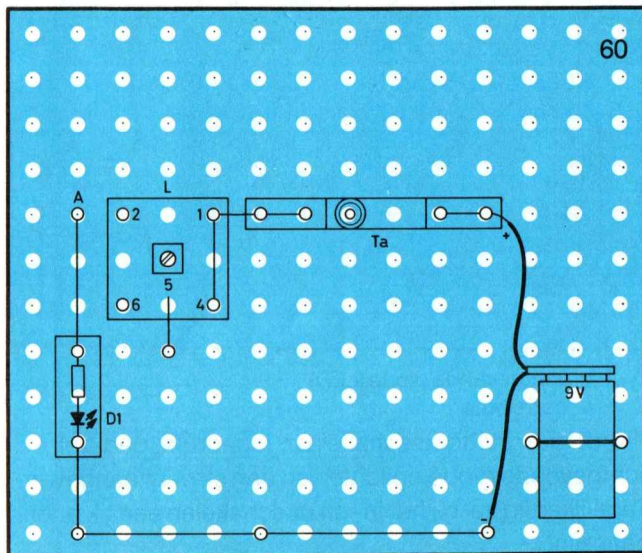
Voor de term opslagmogelijkheid wordt door de technicus de uitdrukking **capaciteit** gebruikt.

Heeft een condensator als opdruk 100 μF , dan wordt gezegd: de condensator heeft een capaciteit van 100 micro-farad.

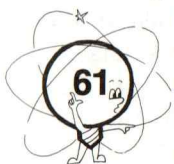




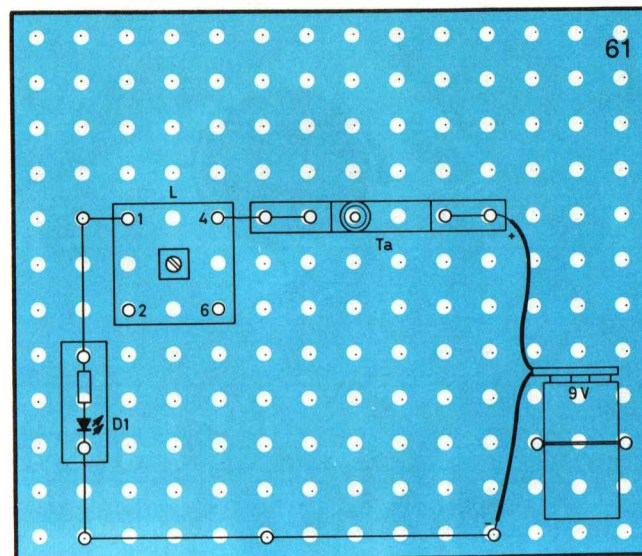
Een ander onderdeel dat in de elektronica veelvuldig gebruikt wordt is de **spoel**. Om deze te kunnen onderzoeken wordt schakeling 60 gebouwd. Verbind achtereenvolgens het contact A met de aansluiting 2, 5 en 6. Als de schakelaar wordt ingedrukt zal de lichtgevende diode steeds weer oplichten. Hierdoor wordt aangetoond dat de stroomkring gesloten is. De aansluitpunten van de spoel zijn dus onderling verbonden. Een spoel bestaat uit een lange geïsoleerde draad die op een kunststof lichaam is gewikkeld. Binnenin zit een kern die bestaat uit poederijzer. De einden van de draad zijn op afzonderlijke aansluitpunten vastgesoldeerd.



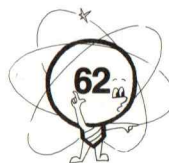
D 1 = lichtgevende diode (LED) L = spoel rood



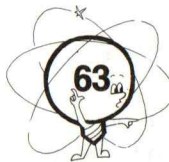
Met schakeling 61 kan de spoel nader worden onderzocht. Wordt de schakelaar ingedrukt dan zal de LED niets aangeven. Blijkbaar wordt er geen stroomkring gesloten.



D 1 = lichtgevende diode (LED)
L = spoel rood

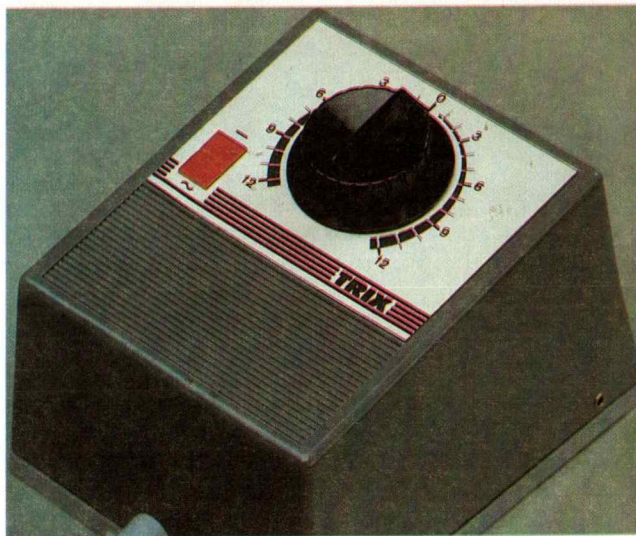


Maak de aansluitingen 2 en 6 vast en druk de schakelaar opnieuw in. De diode zal nu oplichten.



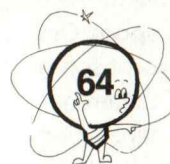
Maak nu de verbinding tussen de aansluitingen 2 en 6 weer los en sluit de lichtgevende diode niet meer aan op 4 maar op 2 en de schakelaar niet op 4 maar op 6. Ook nu zal de diode niet oplichten.

Dit onderdeel bestaat dus uit twee gescheiden spoelen. Ze zijn beide op een lichaam gewikkeld en dus nauw met elkaar gekoppeld. Zo'n onderdeel met twee gescheiden spoelen op een spoellichaam wordt **transformator** genoemd.

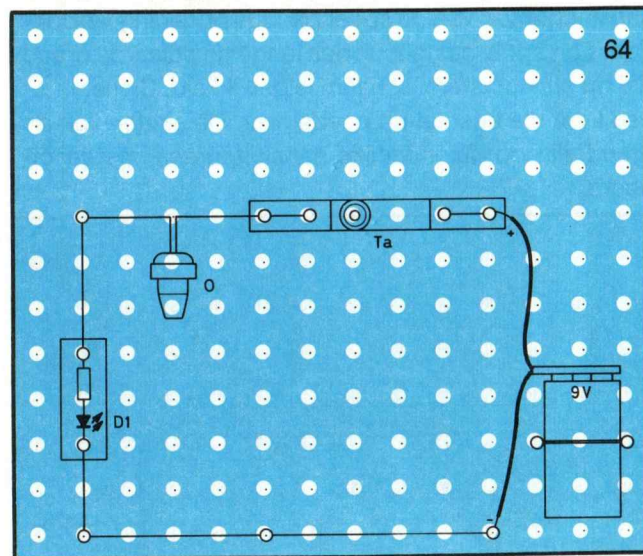


Een onderdeel dat iedereen ongetwijfeld kent, is de transformator voor speelgoedtreinen. De stroom hiervoor wordt uit het stopcontact gehaald. Aan de uitgang is de stroom beschikbaar voor de locomotief en de verlichting. Een dergelijke transformator mag beslist niet voor deze elektronische experimenten gebruikt worden. En natuurlijk mag ook de rode spoel niet als transformator op het stopcontact worden aangesloten.

Transformatoren worden gebruikt voor veel doeleinden, waarbij de elektrische spanning op een lagere of hogere waarde gebracht moet worden. De transformator voor elektrische speelgoedtreinen wordt met 220 volt uit het lichtnet gevoed en brengt de spanning omlaag tot een waarde die bruikbaar is voor speelgoedtreinen, de verlichting en de elektrische wissels. Deze spanning is voor mensen ongevaarlijk.



Omdat elektriciteit niet zichtbaar of hoorbaar is, worden er toestellen gebruikt die de aanwezigheid van elektrische stroom kunnen vaststellen. Zo'n apparaat is bij voorbeeld een oortelefoon. Deze zet stroom in geluid om. Met schakeling 64 kan de oortelefoon worden uitgetest.

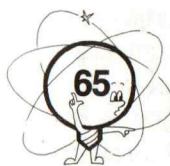


D 1 = lichtgevende diode (LED)

O = oortelefoon

Wordt de druktoetsschakelaar ingedrukt dan zal de lichtgevende diode oplichten en een stroom aangeven. Tegelijkertijd zal bij het in- en uitschakelen een tik hoorbaar zijn.

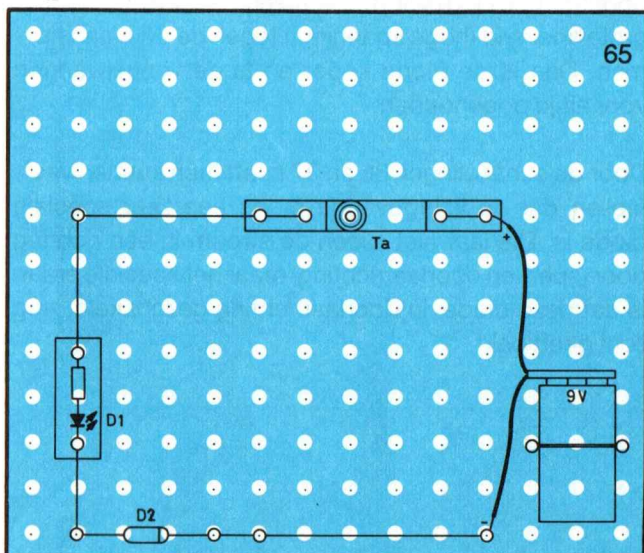
Ook de oortelefoon is dus een apparaat waar stroom door kan lopen. Het schakelgeluid kan gebruikt worden om de oortelefoon te testen. Steeds als de oortelefoon in een stroomkring is geschakeld zal dit geluid bij aan- en uitschakelen te horen zijn. Als dit geluid niet te horen is dan is de oortelefoon defect.



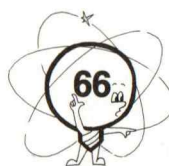
In de schakelingen is gebruik gemaakt van de diode. Bovendien is in veel schakelingen en apparaten een lichtgevende diode, de zogenaamde LED, als indicator toegepast.

Hoe deze diode werkt kan door middel van schakeling 65 worden onderzocht.

Druk na het in elkaar zetten de druktoetsschakelaar in en let op de lichtgevende diode. Deze zal nu oplichten.

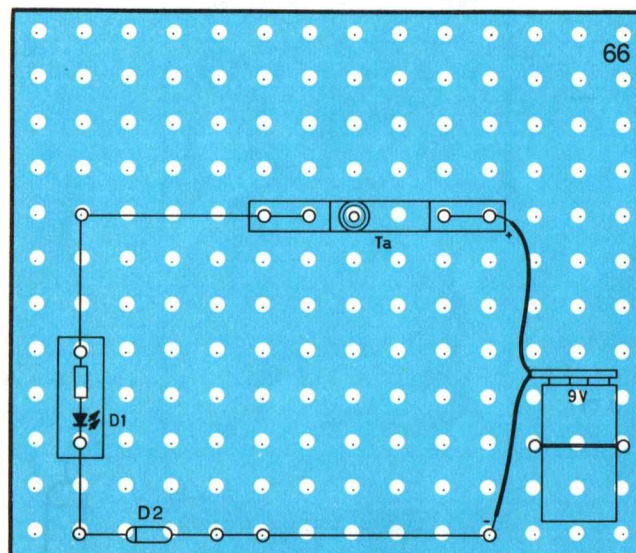


D 1 = lichtgevende diode (LED)
D 2 = diode



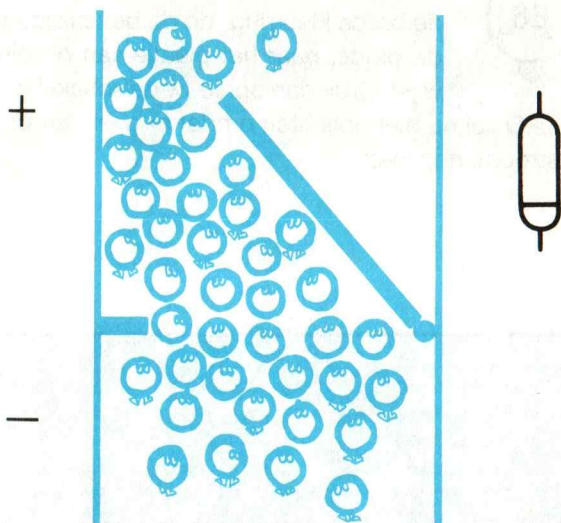
Monteer de diode nu volgens schakeling 66 op zo'n manier in de stroomkring dat de brede kleurring, op de bovenzijde van de diode, naar het plaatje van de diode wijst. Druk dan opnieuw de schakelaar in.

De LED zal nu niet oplichten omdat er geen stroom in de stroomkring loopt.



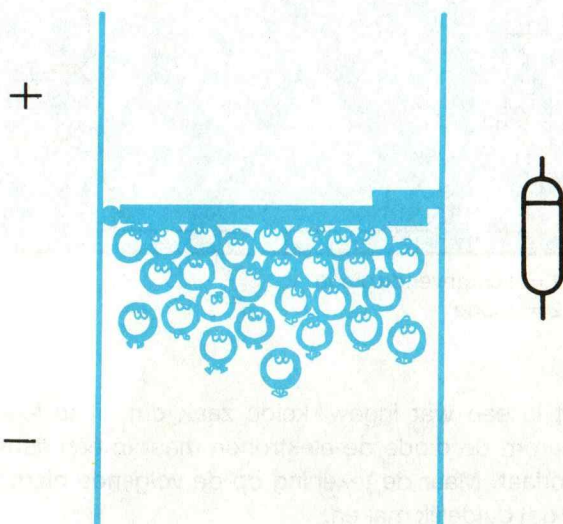
D 1 = lichtgevende diode
D 2 = diode

Het is een wat ingewikkelde zaak om uit te leggen waarom de diode de elektronen maar in één richting doorlaat. Maar de tekening op de volgende bladzijde zal dat duidelijk maken.



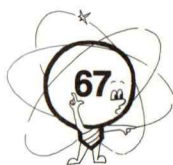
We nemen aan dat in de diode een klapdeurtje is ingebouwd dat maar naar één kant open kan. Wijst de punt op het plaatje naar de minpool van de batterij dan stromen elektronen in de goede richting tegen de klapdeur en zal deze vanzelf open gaan. Omdat de elektronen er nu door kunnen zal de LED oplichten. Men zegt dan dat de diode in **doorlaatrichting** geschakeld is.

Wordt de diode andersom, dus met de kleurring naar de pluspool van de batterij, gemonteerd, dan stromen de elektronen vanuit de verkeerde kant tegen de deur. Deze wordt dan dicht gedrukt en de elektronen kunnen er niet doorheen. De lichtgevende diode (LED) zal dus niet oplichten. In dit geval is de diode in **sperrichting** geschakeld.



Met geweld kan ook een diode in sperrichting stroom doorlaten. Dat gebeurt, wanneer de elektronen met grote snelheid (hoge spanning!) tegen de deur aanstormen. Dan is de diode kapot en is de ventielwerking voor altijd opgehouden.

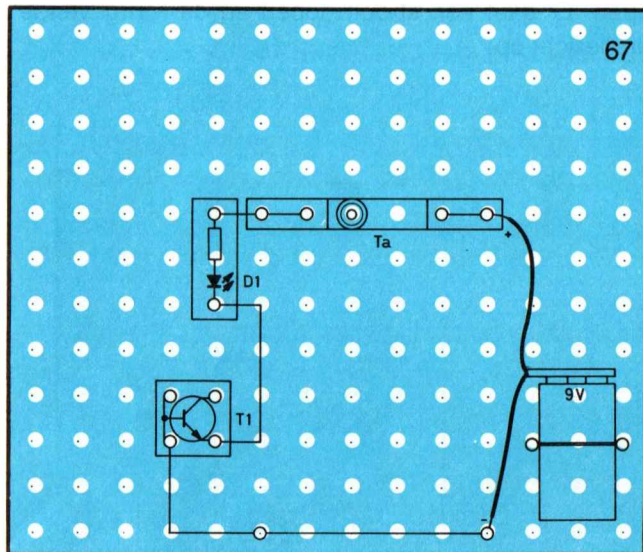
Door de schakelingen 36 en 37 heeft men kunnen vaststellen dat de lichtgevende diode een zeer speciale diode is. Die laat niet alleen de stroom in één richting door (sper- en doorlaatrichting) maar het speciale eraan is dat deze diode, in doorlaatrichting geschakeld, nog licht geeft ook!



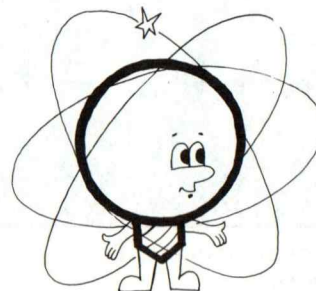
Na wat ervaring met de diode te hebben opgedaan, komt de transistor ter sprake. Het maakt niets uit, welke van de beide transistors gebruikt wordt omdat deze gelijk zijn aan elkaar. Bouw nu schakeling

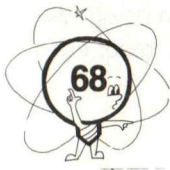
67. Ongetwijfeld is al opgevallen dat bij deze schakeling alleen de aansluitingen B en E worden gebruikt. Voor de schakeling uitgetest wordt nog even de volgende verklaring: De hoofdletter B is de afkorting van Basis, de E van Emitter. Bij de derde aansluiting, die pas bij schakeling 69 wordt gebruikt staat een C; dat is de eerste letter van het woord Collector.

We gaan ons weer verder met het schema bezighouden. Druk de schakelaar van schakeling 67 maar eens in en kijk naar de LED. Deze licht niet op.



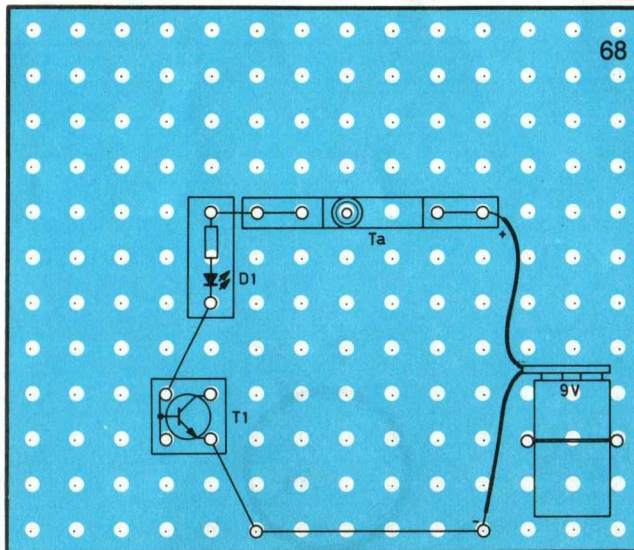
D 1 = lichtgevende diode (LED)
T 1 = transistor (wit)



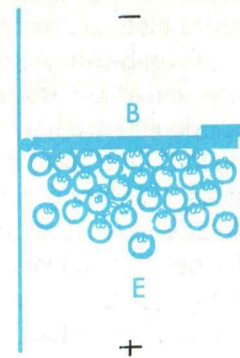


Om schakeling 68 te bouwen moeten alleen de aansluitingen B en E worden verwisseld. Als nu de schakelaar wordt ingedrukt, zal de lichtgevende diode oplichten.

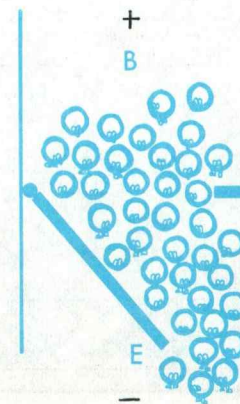
Het resultaat van schakeling 67 en 68 doet herinneren aan het gedrag van de diode in een stroomkring. Wordt de transistor alleen met de aansluitpunten B en E in de stroomkring geschakeld, dan gedraagt deze zich ook als een diode. Is de aansluiting B met de minpool verbonden dan stromen de elektronen tegen de verkeerde kant van de deur. Er loopt dan dus geen stroom en de lichtgevende diode zal niet oplichten.



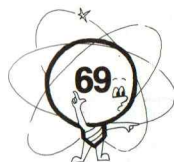
D 1 = lichtgevende diode (LED)
T 1 = transistor wit



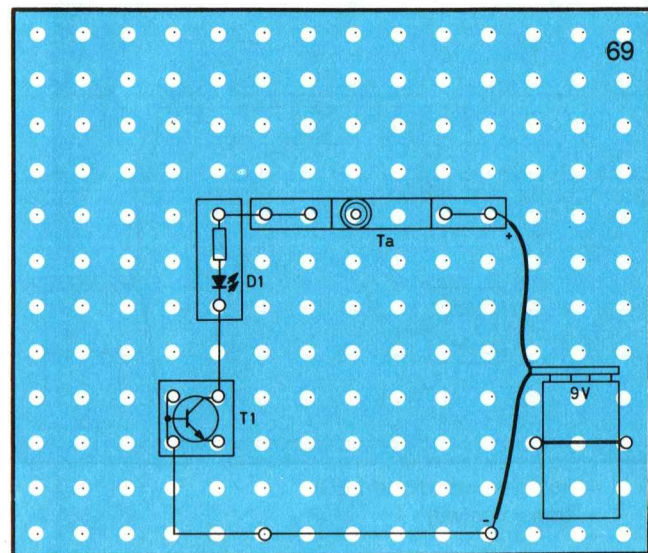
Is daarentegen de aansluiting E met de minpool van de batterij verbonden, dan drukken de elektronen de deur open. Er gaat een stroom lopen en de lichtgevende diode licht op.



We gaan nu eens onderzoeken hoe de aansluitingen B en C in de stroomkring werken. Bouw daartoe achtereenvolgens schakelingen 69 en 70.

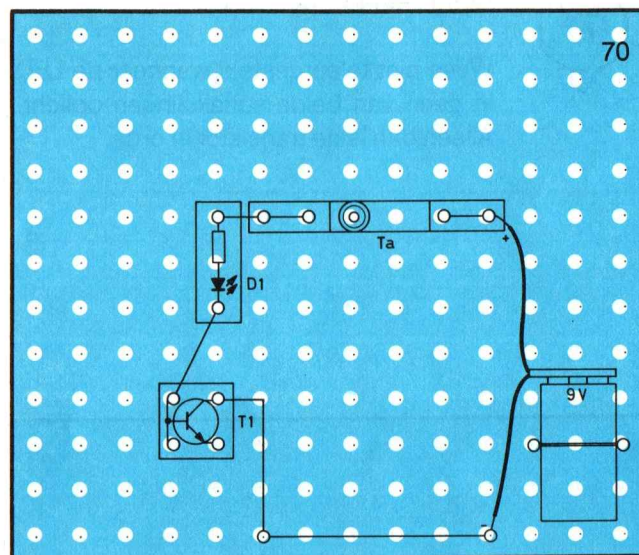
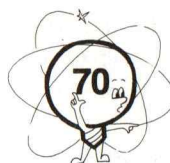


Door het indrukken van de schakelaar kan men vaststellen wanneer de lichtgevende diode oplicht.

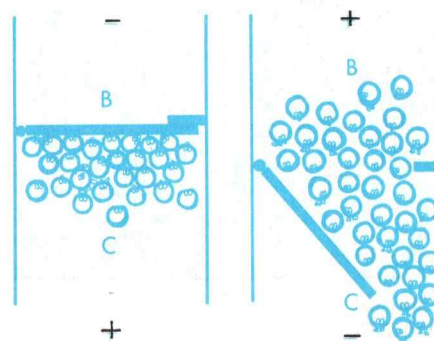


D 1 = lichtgevende diode (LED) T 1 = transistor (wit)

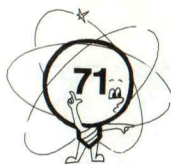
Deze licht alleen op in schakeling 70. In schakeling 69 dus niet. Ook voor deze beide schakelingen is de verklaring precies zo als voor het gedrag van de diode. Is aansluiting B met de minpool verbonden, dan drukken de elektronen tegen de verkeerde kant van de deur. De lichtgevende diode (LED) licht niet op. Is aansluiting C met de minpool verbonden, dan zal de deur open gaan en zal de LED oplichten omdat er nu een stroom kan lopen.



D 1 = lichtgevende diode (LED)
T 1 = transistor (wit)

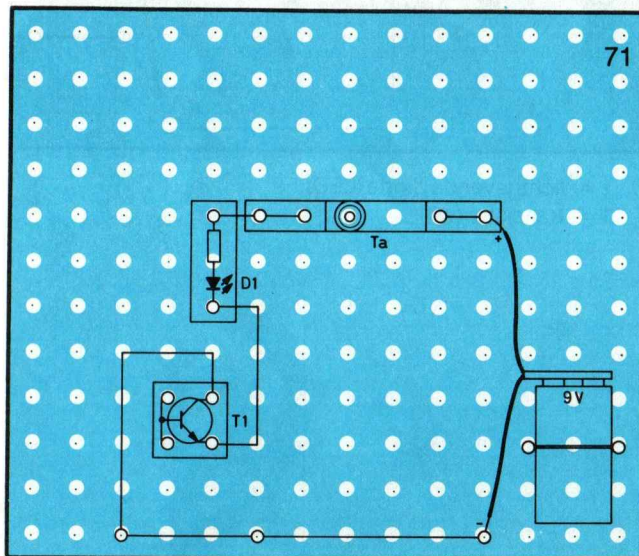


De laatste twee aansluitingen van de transistor die nog in de stroomkring moeten worden geschakeld zijn C en E. Bouw achtereenvolgens de schakelingen 71 en 72.

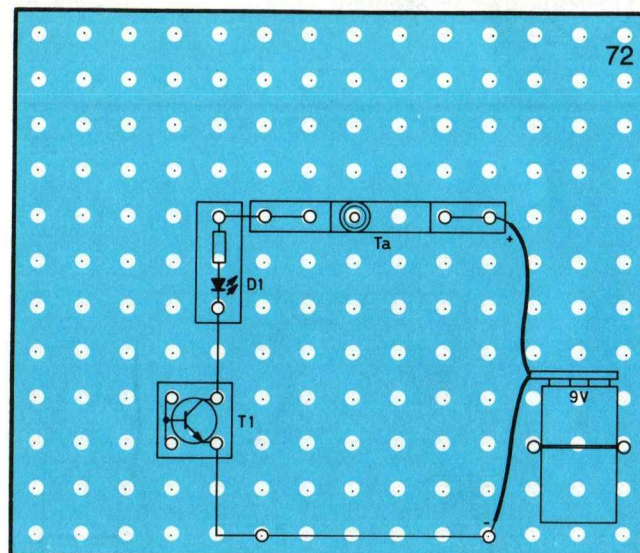
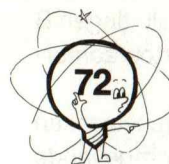


Druk de schakelaar telkens in en let op de lichtgevende diode (LED).

Wees niet teleurgesteld wanneer de LED in geen van beide schakelingen oplicht. Alleen dan is de transistor in orde.



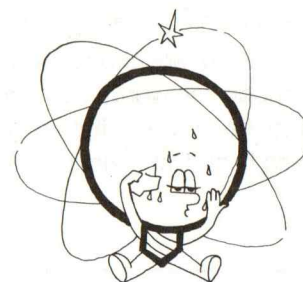
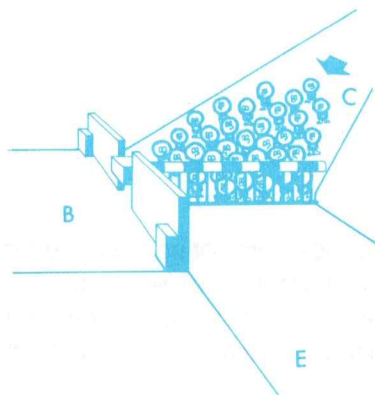
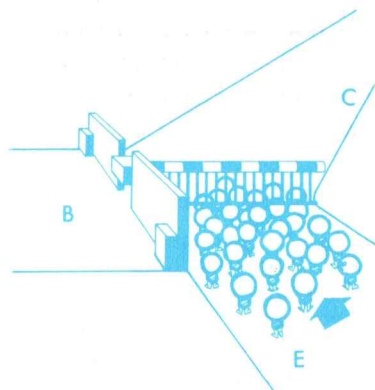
D 1 = lichtgevende diode (LED)
T 1 = transistor (wit)



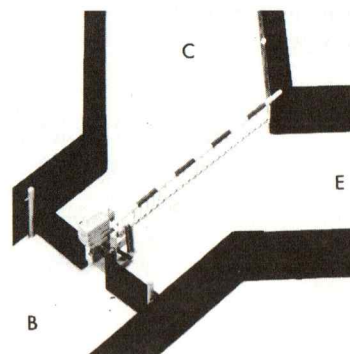
D 1 = lichtgevende diode (LED)
T 1 = transistor (wit)

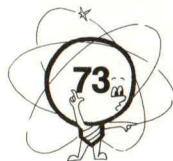
Om deze beide schakelingen te kunnen begrijpen moet er een vergelijking gemaakt worden met overwegbomen die de spoorweginvalsweg beveiligen. Wanneer voor zo'n boom kinderen zich verdringen om de voorbijrijdende trein te zien, dan laat de boom zich niet opzij drukken, ook vanaf de andere kant lukt dat niet. Voor de overwegwachter de boom heeft opgehaald kunnen de kinderen niet passeren.

Het gaat ongeveer ook zo met elektronen, als deze zich van aansluiting C naar E willen bewegen of omgekeerd. Allereerst moet door een kracht die nog nader verklaard moet worden, de overwegboom omhoog worden gedaan.

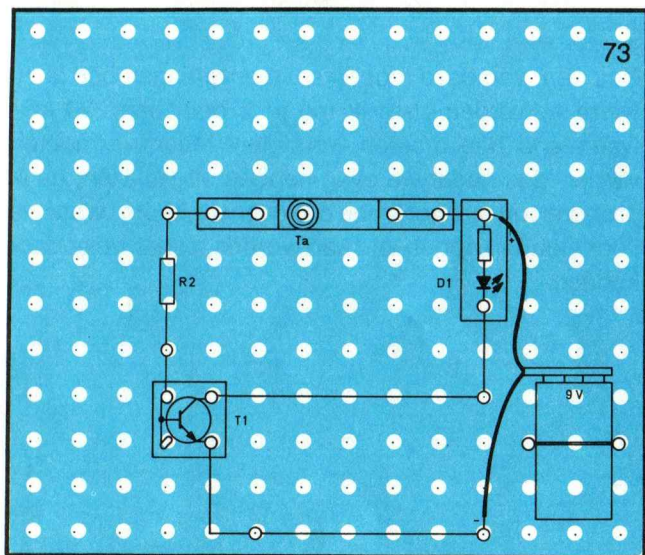


Nou zeg, van deze moeilijke uiteenzettingen ben ik zo warm geworden alsof ik me juist door een 220 k Ω -weerstand heb moeten worstelen! Maar we moeten verder, dus nadat we even hebben uitgeblazen, ga ik proberen uit te leggen hoe de „overwegboom” waar we voor stonden opgehaald kan worden, zodat we er door kunnen.

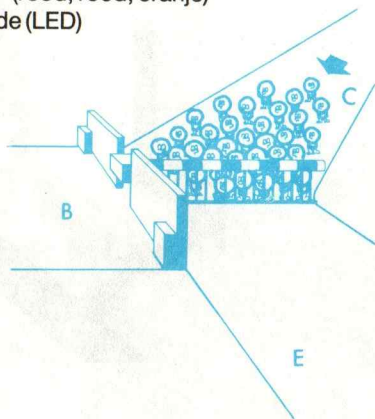




Met schakeling 73 zal duidelijk worden hoe de overwegboom in de transistor omhoog kan worden gedaan. Na de montage geeft de lichtgevende diode nog géén licht. Dat is hetzelfde als in schakelingen 71 en 72.

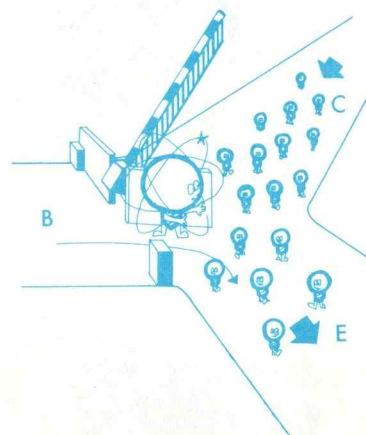


- R 2 = weerstand 22 kΩ (rood, rood, oranje)
 D 1 = lichtgevende diode (LED)
 T 1 = transistor (wit)

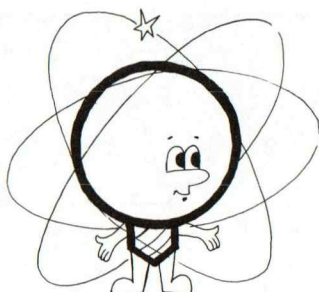


Wanneer nu de schakelaar wordt ingedrukt zal de lichtgevende diode oplichten. Er loopt nu dus een stroom door de transistor van de emitter (E) naar de collector (C). Dat betekent, dat de overweg is geopend.

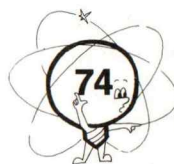
Bij het indrukken van de druktoetsschakelaar loopt een kleine stroom door de weerstand 22 kΩ (rood, rood, oranje). Enkele elektronen nemen de weg door de basis van de transistor. Als ze daarbij de deur tussen B en E openen wordt automatisch de overweg tussen C en E geopend. Er zijn maar weinig elektronen nodig om voor een groot aantal elektronen de weg vrij te maken. Er is natuurlijk geen echte deur of overwegboom in de transistor ingebouwd.



Daarom is het goed om het nog even „elektronisch” te verklaren. Alleen wanneer er een kleine stroom door de basis (B) van de transistor loopt, kan er een grotere stroom tussen de collector (C) en de emitter (E) gaan vloeien.

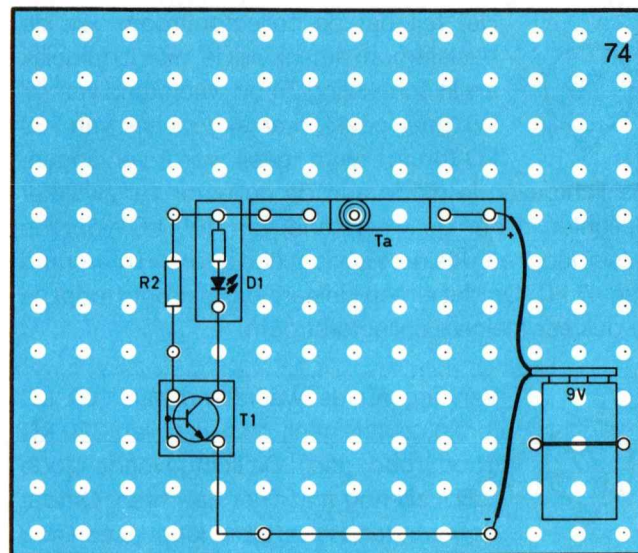


Er is kennis gemaakt met een aantal bestaande onderdelen uit de elektronica. De volgende schakelingen zullen de samenwerking van de verschillende elektronische onderdelen duidelijk maken. De uitleg zal soms wat moeilijker lijken maar met wat extra aandacht zal het echt wel meevallen.



In deze elektronische schakelingen zal worden uitgelegd hoe een transistor als versterker kan worden gebruikt. Met bedradingsschema 74 kan een versterkerschakeling worden gebouwd.

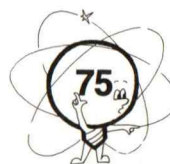
Na het aansluiten van de batterij zal de lichtgevende diode oplichten en daarmee aangeven dat er stroom door de transistor loopt. Men noemt dit de collectorstroom.



R 2 = weerstand 47 k Ω (geel, paars, oranje)

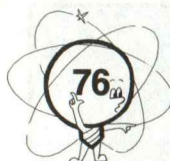
D 1 = lichtgevende diode (LED)

T 1 = transistor (wit)



Vervang nu de LED door een weerstand van 1 k Ω (bruin, zwart, rood). Monteer de LED tussen de basisaansluiting van de transistor en de weerstand van R2, 47 k Ω (geel, paars, oranje). Wordt de schakelaar ingedrukt dan zal de LED niet oplichten.

Wanneer nog eens de testschakeling 31 wordt bekeken, zal weer duidelijk zijn dat de stroom in een stroomkring kleiner is, naarmate de weerstand groter is. Een weerstand van 47 k Ω is veel te groot en de stroom daardoor te klein om de lichtgevende diode te laten oplichten. De transistor versterkt echter de zwakke stroom die door de basis loopt (basisstroom). De collectorstroom is dan een veelvoud van de basisstroom.



Het feit dat de collectorstroom van de basisstroom afhankelijk is, wordt duidelijk als in schakeling 74 de weerstand van 47 k Ω (geel, paars, oranje) door een van 100 k Ω (bruin, zwart, geel) wordt vervangen.

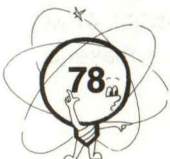
De lichtgevende diode aan de collector zal zwakker oplichten. Door de weerstand van 100 k Ω voor de basis, loopt een kleinere stroom dan door de weerstand van 47 k Ω . Omdat er een kleinere basisstroom loopt, is er ook een kleinere collectorstroom.



Vervang nu de weerstand van 100 k Ω (bruin, zwart, geel) door één van 220 k Ω (rood, rood, geel). De lichtgevende diode (LED) zal nog maar net oplichten. Omdat de weerstand is vergroot loopt er een nog

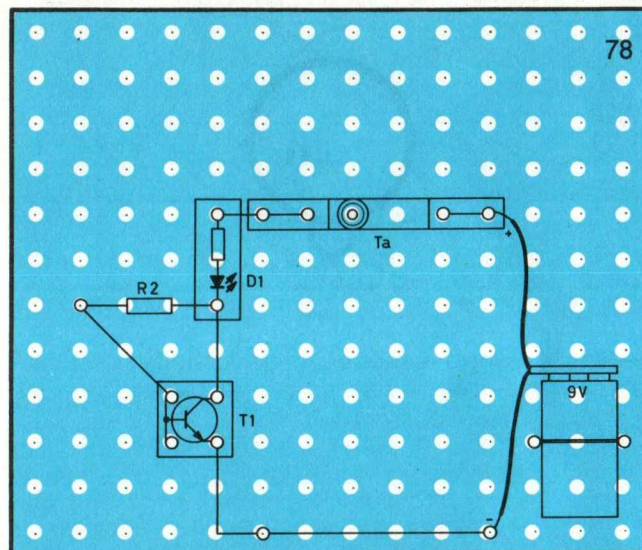
kleinere basisstroom en als gevolg daarvan een nog weer kleinere collectorstroom.

Samengevat: hoe kleiner de basisstroom des te kleiner de collectorstroom. De collectorstroom is altijd een veelvoud van de basisstroom.



Moderne transistors hebben zo'n hoge versterking dat een schakeling vanzelf gaan genereren. In de luidspreker piept en fluit het dan. Dat is erg vervelend en moet dan worden voorkomen. Hoe men in een schakeling kan vermijden dat het genereren optreedt, laat schakeling 78 zien.

Nadat de schakeling is opgebouwd wordt de schakelaar ingedrukt. De lichtgevende diode licht op. De licht-opbrengst is niet zo helder als in schakeling 74 waarin de weerstand van 47 k Ω op een andere manier is aangesloten.



R 2 = weerstand 47 k Ω (geel, paars, oranje)

D 1 = lichtgevende diode (LED)

T 1 = transistor

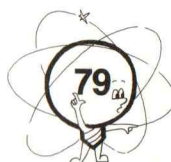
De transistor vormt samen met de LED en de weerstand van 47 k Ω (geel, paars, bruin) een spanningsdeeler.

Op de collector van de transistor staat nu slechts een deel van de werkspanning. Hierop is de weerstand van 47 k Ω (geel, paars, oranje) aangesloten. De lagere spanning maakt dat ook de stroom door de weerstand kleiner wordt. Zoals in schakelingen 74 - 77 duidelijk werd, geldt ook hier: hoe kleiner de basisstroom - hoe kleiner de collectorstroom. De lichtgevende diode is niet zo helder als bij het aansluiten van de weerstand aan de batterijspanning.

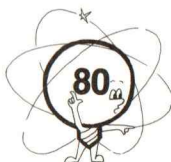
Schakeling 78 heeft nog een speciale eigenschap. De spanning aan de collector van de transistor blijft niet gelijk. Deze verandert met de collectorstroom.

Een hogere collectorstroom geeft aan de weerstand van 47 k Ω (geel, paars, oranje) een hogere spanning. Voor de transistor blijft dan een kleinere deelspanning over. Dan krijgt ook de basis minder stroom, omdat de weerstand van 47 k Ω is aangesloten op de collector. Hierdoor zal de collectorstroom weer lager worden. Samenvattend: steeds wanneer de collectorstroom oploopt zorgt de dan zwakkere basisstroom ervoor dat de collectorstroom minder wordt. Deze blijft dan op de ingestelde waarde staan. Men noemt zo'n maatregel, tegenkoppeling, hiermee wordt de versterker gestabiliseerd. Het genereren is nu niet meer mogelijk. De gewenste collectorstroom, die dan gelijk blijft wordt met de basisweerstand ingesteld.

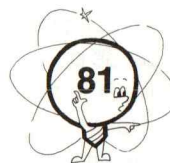
Tegenkoppeling (genereren) kan erg vervelend zijn. Wanneer er met een cassette recorder en een daarop aangesloten microfoon een opname wordt gemaakt, mag de microfoon niet te dicht bij de luidspreker worden gehouden. Er klinkt dan een harde fluittoon (rondzingen, genereren) en de opname mislukt.



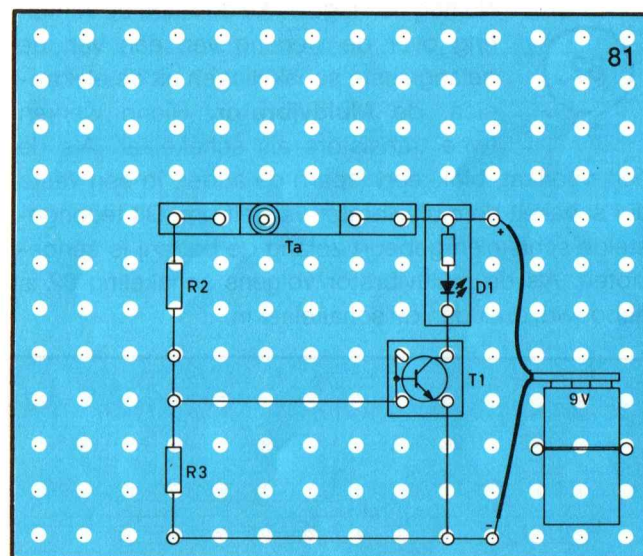
Vervang in schakeling 78 de weerstand van 47 k Ω (geel, paars, oranje) door een van 100 k Ω (bruin, zwart, geel).



Daarna door een van 220 k Ω (rood, rood, geel). De lichtgevende diode (LED) geeft een steeds lagere stroom aan.



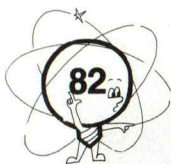
Van versterker naar schakelaar is maar een kleine stap. Zoals bij de versterker duidelijk is geworden, is de collectorstroom afhankelijk van de basisstroom. Een kleinere basisstroom veroorzaakt een grotere collectorstroom. Deze gang van zaken kan worden gebruikt om de transistor door middel van de basisstroom te laten „schakelen”, dat is dus het doorlaten of niet-doorlaten van de stroom.



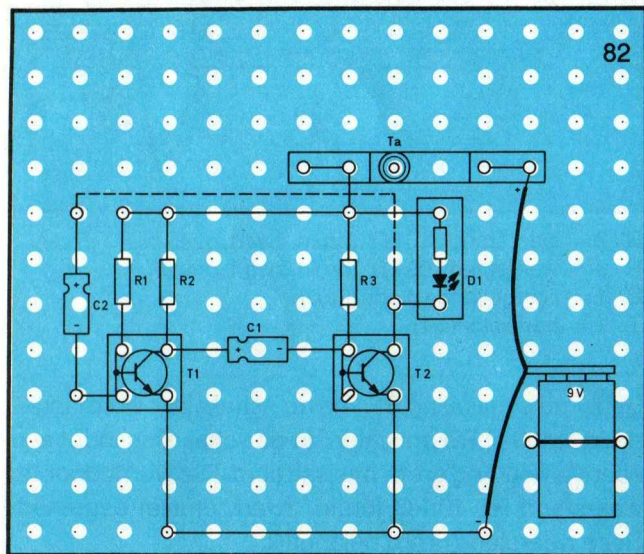
- R 2 = weerstand 10 k Ω (bruin, zwart, geel)
- R 3 = weerstand 100 k Ω (bruin, zwart, oranje)
- D 1 = lichtgevende diode (LED)
- T 1 = transistor (wit)

Bouw nu schakeling 81. Als de schakelaar wordt ingedrukt, zal de LED oplichten. In de schakeling loopt een naar verhouding grote basisstroom. Die wordt door de weerstand R2 10 k Ω (bruin, zwart, oranje) begrensd. Deze weerstand is erg belangrijk.

Iedere transistor heeft een maximum waarde voor zijn basisstroom. Als deze wordt overschreden, zal de ontstane warmte de transistor kapot doen gaan. Ook de collectorstroom heeft een maximum grens. Het voordeel, stroom met een transistor te schakelen, is dat een grotere stroom met een kleinere kan worden geschakeld. Het ontstaan van vonk en andere storingen wordt zo vermeden.



Nu nog een ingewikkelde zaak, de verklaring over de werking van één van de belangrijkste schakelingen uit de elektronica, de **Multivibrator**. Hierin werken twee transistors als schakelaar. Als de één doorlaat, blokkeert (spert) de ander. In een vaste tijd schakelt de multivibrator vanzelf om. Dit tegengestelde schakelen gebeurt zolang de batterij is aangesloten. Als de multivibrator volgens schakeling 82 is gebouwd, druk dan de schakelaar in.

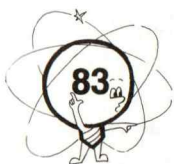


De lichtgevende diode laat zien wanneer de daarbij behorende transistor doorlaat. Om de schakeling te kunnen begrijpen, wordt aangenomen dat transistor 1, stroom doorlaat. Op de collector staat dan een lage spanning. De condensator C1 100 μ F, aan de collector kan zich over de basisweerstand van transistor 2 opladen. Is de spanning hoog genoeg dan zal transistor 2 doorlaten. Nu laadt de condensator C2 10 μ F aan de collector zich op over de basisweerstand van transistor 1, tot deze voldoende spanning heeft om deze transistor weer door te laten schakelen.

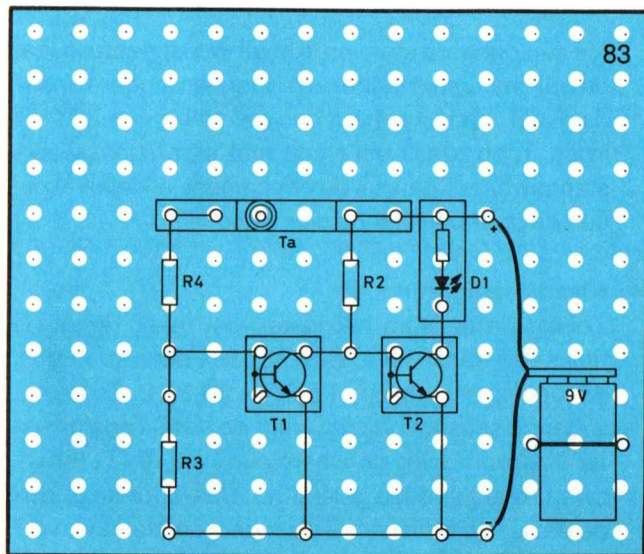
Het laden van de condensatoren kost tijd. Hoe lang dit duurt, hangt van de waarde van de condensator en de weerstand af die de laadstroom begrenzen.

Hoe kleiner de condensator en de weerstand zijn, des te sneller de schakelmomenten na elkaar plaatsvinden.

- R 1 = weerstand 47 k Ω (geel, paars, oranje)
- R 2 = weerstand 1 k Ω (bruin, zwart, rood)
- R 3 = weerstand 10 k Ω (bruin, zwart, oranje)
- C 1 = elektrolytische condensator 100 μ F
- C 2 = elektrolytische condensator 10 μ F
- D 1 = lichtgevende diode (LED)
- T 1 = transistor (wit)
- T 2 = transistor (wit)



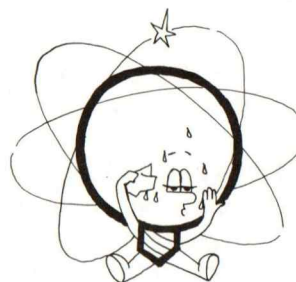
In de meeste elektronische schakelingen is één transistor niet voldoende om te versterken. Er moeten er dan twee zodanig met elkaar worden gekoppeld, dat de versterking een veelvoud wordt. Schakeling 83 is zo'n **tweetrapsversterker**. Nadat de batterij is aangesloten zal de lichtgevende diode oplichten. Het licht gaat uit als de schakelaar wordt ingedrukt. Bij geopende schakelcontacten spert transistor 1 omdat er geen basisstroom is. Door de weerstand R2 10 k Ω (bruin, zwart, oranje) loopt nu een basisstroom in transistor 2. Deze laat nu door en de lichtgevende diode licht op.



- R 2 = weerstand 10 k Ω (bruin, zwart, oranje)
- R 3 = weerstand 100 k Ω (bruin, zwart, geel)
- R 4 = weerstand 220 k Ω (rood, rood, geel)
- D 1 = lichtgevende diode (LED)
- T 1 = transistor (wit)
- T 2 = transistor (wit)

Wordt de schakelaar gesloten, dan houdt transistor 2 de basisstroom en geleidt. Deze vormt met de weerstand R 2 10 k Ω (bruin, zwart, oranje) een spanningsdeler. Bovendien is de collectorspanning van transistor 2 zo laag, dat transistor 1 spert. De LED zal niet oplichten.

De gevoeligheid van tweetrapsversterkers is veel groter dan die met één transistor. Dat blijkt uit de weerstand R4 220 k Ω (rood, rood, geel) in de basisleiding van transistor 1. Deze begrenst de stroom aanmerkelijk meer dan de weerstand van 10 k Ω in schakeling 81. Opmerkelijk is dat de indicatie juist andersom is. De lichtgevende diode gaat uit als de schakelaar wordt ingedrukt.



1. Bescherming van jonge planten

Wanneer de beide sensors in de vochtige aarde gestoken zijn, wordt in dit geval net als door een schakelaar de stroomkring gesloten. Door de weerstand 10 k Ω loopt dan een stroom naar de basis van transistor 1. Deze transistor wordt nu geleidend en laat geen stroom naar de basis van transistor 2 lopen. Transistor 2 blijft nu gesperd en de lichtgevende diode kan niet oplichten. Bij te droge aarde kan door de sensors, net als bij een geopende schakelaar, geen stroom lopen. Dan krijgt ook de basis van transistor 1 geen stroom, de transistor spert dan. Bij vochtige aarde echter loopt een stroom door de weerstand 4,7 k Ω (geel, paars, rood) naar de basis van transistor 2. Deze schakelt door en de diode zal oplichten.

2. Alarminstallatie

Bij het inbraakalarm zijn bij het aansluiten van de batterij twee schakelstanden mogelijk. Als bij het gesloten raamcontact de diode oplicht, moet door het indrukken van de schakelaar het apparaat in bedrijf worden gesteld. Dan heeft de basis van transistor 2 een directe verbinding met de minpool van de batterij. Door de basis loopt geen stroom en de LED gaat uit. Zolang de raamschakelaar gesloten blijft, geleidt transistor 1 en spert transistor 2. Wordt nu het alarmcontact onderbroken, dan spert transistor 1. Nu loopt door de weerstand 4,7 k Ω (geel, paars, rood) een stroom naar transistor 2. Deze wordt geleidend en de LED zal oplichten. Indien de contacten weer worden gesloten, blijft toch de alarmtoestand bestaan, omdat transistor 1 nog steeds spert. De spanning die deze transistor van de collector van transistor 2 krijgt is te laag. Pas na het indrukken van de druktoetsschakelaar kan het

toestel opnieuw in bedrijf worden gesteld.

3. Elektronische tijdschakelaar

Als de schakelaar wordt ingedrukt laadt de condensator van 10 μ F zich op. Daardoor loopt door transistor 1 een basisstroom. Deze stuurt met zijn emitterstroom de basis van transistor 2. Beide geleiden nu en de lichtgevende diode licht op. Omdat de schakelaar kort wordt ingedrukt, dus gelijk weer open is, ontlaaft de condensator zich langzaam over de weerstanden van 10 k Ω (bruin, zwart, oranje) en 20 k Ω (rood, rood, geel). Als de benodigde basisspanning voor de transistors niet meer aanwezig is, sperren de transistors en de LED gaat uit.

Als een condensator van 100 μ F wordt gebruikt, zal de oplichtingstijd langer zijn door een langere ontlaadingsstijd. Vervangt men de weerstand van 220 k Ω (rood, rood, geel) door een met een lagere weerstandswaarde dan zal de ontlaadingsstijd kleiner worden en daarmee ook de oplichttijd.

4. Niveau-indicator

Zolang de sensors het water niet raken, krijgt de basis van transistor 1 geen stroom, deze spert dus. Als gevolg hiervan spert ook transistor 2. Zodra het water de sensors bereikt, krijgt de basis van transistor 1 stroom over de weerstand van 10 k Ω (bruin, zwart, oranje); deze geleidt nu. Daardoor krijgt ook de basis van transistor 2 door de weerstand van 4,7 k Ω (geel, paars, rood) van de emitter van transistor 1 een stroom toegevoerd. Transistor 2 laat stroom door en de lichtgevende diode (LED) zal oplichten.

7. Onderdelentester

Wordt tussen aansluitklemmen 1 en 2 (testaansluiting) een draadverbinding aangebracht, dan krijgt de basis van transistor 1 stroom en zal geleiden. Daardoor krijgt ook transistor 2 door de weerstand van 4,7 k Ω (geel, paars, oranje) stroom toegevoerd, transistor 2 zal geleiden en de lichtgevende diode licht op. Op deze manier kunnen weerstanden, diodes en condensatoren worden getest, op het doorlaten van stroom.

Bij diodes mag alleen de lichtgevende diode oplichten als ze in doorlaatrichting zijn aangesloten. In sperrichting mag de lichtgevende diode natuurlijk niet oplichten omdat de transistors geen stroom krijgen en sperren.

Bij condensatoren licht de LED alleen op tijdens de ladingstijd van de condensatoren en gaat dan uit. De oplichttijd is afhankelijk van de capaciteit van de geteste condensator.

11. Transistortester

Is de te testen transistor aangesloten dan wordt de testschakelaar ingedrukt. Door de weerstand van 47 k Ω (geel, paars, oranje) loopt dan een basisstroom naar de transistor. Als deze goed is, zal hij geleiden en de lichtgevende diode zal oplichten. Als tijdens het indrukken van de testschakelaar de LED oplicht, dan is de transistor onbruikbaar.

12. Elektronenflitser

Als de druktoetsschakelaar wordt ingedrukt, laadt de condensator van 10 μ F zich op. Tijdens de oplaadtijd krijgt ook de transistor korststondig een stroomstoot en de lichtgevende diode flitst op.

Over de weerstand van 22 k Ω (rood, rood, oranje) en 4,7 k Ω (geel, paars, rood) kan de condensator zich ontladen en het apparaat is weer klaar voor gebruik.

13. Waarschuwingssnipperlicht

De basisschakeling voor dit knipperlicht is een multivibrator zoals die in schakeling 82 is verklaard. De twee transistors werken als schakelaar die zichzelf tegengesteld in- en uitschakelt. Hoe lang transistor 2 geleidt en hoelang de lichtgevende diode oplicht is afhankelijk van de weerstanden van 47 k Ω (geel, paars, oranje) en 10 k Ω (bruin, zwart, oranje) en van de beide condensatoren van 10 μ F en 100 μ F. Kiest men weerstanden met een lagere waarde dan zal de lichtgevende diode sneller knipperen en kortere tijd oplichten. Kiest men condensatoren met een hogere waarde dan zal de lichtgevende diode langer en ook met grotere tussenpozen oplichten.

15. Morse-oefentoestel

Om de morsetonen met dit toestel te kunnen produceren is een schakeling nodig, waarbij de transistors tegengesteld zeer snel in- en uitschakelen. Dit gebeurt enkele honderden keren per seconde. Wanneer inplaats van de oortelefoon de lichtgevende diode in het apparaat wordt gebouwd is het in- en uitschakelen, omdat dit zo snel gebeurt, niet meer waar te nemen. Voor ons oor klinkt dit snelle schakelen als een toon die in de oortelefoon hoorbaar is. Het snelle wisselen gebeurt door de beide condensatoren van 10.000 pF die een zeer lage capaciteit hebben. Ook de weerstanden met de tamelijk hoge waarde van 100 k Ω en 47 k Ω helpen bij dit snelle schakelen.

16. Richtingaanwijzer-controlelicht

In dit toestel werkt een multivibrator, zoals beschreven in schakeling 82. Hier gebeurt het tegengestelde in- en uitschakelen van de transistors zo langzaam, dat het oplichten van de lichtgevende diode met het oog kan worden waargenomen. Om dit langzame oplichten te bereiken worden twee condensatoren, een van 100 μF en een van 10 μF gebruikt. Deze hebben een naar verhouding grote capaciteit. Er worden ook de weerstanden van 47 $\text{k}\Omega$ en 10 $\text{k}\Omega$ gebruikt. Over deze weerstanden worden de beide condensatoren geladen. Bij dit apparaat zijn de lichtgevende diode en de oortelefoon in serie geschakeld. Zodra de LED op gaat lichten zal er een klik te horen zijn. Transistor 2 geleidt nu.

18. Metronoom

Met deze schakeling wordt het tikken gerealiseerd door een multivibrator (schakeling 82). De transistors 1 en 2 schakelen tegengesteld aan en uit. Als transistor 1 geleidt, spert transistor 2 en omgekeerd. Is de condensator van 100 μF over de weerstand van 10 $\text{k}\Omega$ opgeladen, dan schakelt transistor 2 in. Daarbij klinkt een tik in de oortelefoon. Tegelijkertijd spert transistor 1. Als de weerstand van 47 $\text{k}\Omega$ naast die van 22 $\text{k}\Omega$ parallel wordt gemonteerd dan wordt de gezamenlijke waarde kleiner dan 22 $\text{k}\Omega$ en de tikken volgen elkaar sneller op.

20. Sirene voor brandmelding

Deze sirene bestaat uit een, in schakeling 82 beschreven, multivibrator.

Deze heeft een zo hoge schakelsnelheid, dat in de oortelefoon een toon hoorbaar is als de schakelaar

wordt ingedrukt. Na het indrukken van de schakelaar klinkt in de oortelefoon een toon, tegelijkertijd laadt de condensator van 10 μF zich over de weerstand van 10 $\text{k}\Omega$ op. Hoe meer deze condensator geladen is des te sneller kunnen de transistors zich tegengesteld aan- en uitschakelen. Dat betekent dat de toon hoger wordt naarmate de condensator wordt opgeladen.

Wordt de schakelaar losgelaten dan is de batterijverbinding onderbroken. De condensator van 10 μF ontlad zich dan langzaam over de weerstand van 100 $\text{k}\Omega$. Hoe meer deze ontladen wordt, hoe lager de toon zal zijn.

21. Elektronische regenmelder

Deze regenmelder werkt als multivibrator net als in schakeling 82. Hier is de schakelaar vervangen door een voeler. Zolang het vloeipapier droog is, werkt de sensor als een geopende schakelaar. Wanneer er water opkomt, ontstaat een verbinding naar transistor 1. Het tegengestelde schakelen begint. Het geluid wordt hoorbaar.

22. Wateroverlastbeveiliging

Deze beveiliging is een multivibrator zoals in schakeling 82 is beschreven. Zolang de voelers het water niet raken blijft transistor 2 geleiden, omdat door de weerstand van 10 $\text{k}\Omega$ stroom naar de basis loopt. De lichtgevende diode zal continu branden. Zo gauw de voelers het water raken zal transistor 1 geleiden en spert transistor 2. Nu begint het wisselende in- en uitschakelen van de transistors en de LED begint te knipperen.

23. Tweetonige hoorn

De basisschakeling van deze tweetonige hoorn is een multivibrator zoals beschreven in schakeling 82. Beide transistors schakelen tegengesteld aan en uit. De schakelsnelheid wordt door de beide condensatoren van ieder 10.000 pF en de weerstanden van 47 k Ω (geel, paars, oranje), 220 k Ω (rood, rood, geel) en 100 k Ω (bruin, zwart, geel) bepaald. Deze snelheid is zo groot, dat in de oortelefoon een toon hoorbaar is. Wordt in deze schakeling de weerstand verkleind door een deel van de gezamenlijke weerstanden met de druktoetsschakelaar kort te sluiten, dan ontstaat er een grotere laadstroom voor de condensator. Deze is dan sneller geladen. De toon wordt dan hoger omdat het schakelen sneller gebeurt.

26. Waarschuwingslichten

Deze schakeling komt overeen met de multivibrator van schakeling 82. In zo'n schakeling sturen twee transistors zich tegengesteld. De condensatoren van 100 μ F en 10 μ F bepalen samen met de weerstanden van 10 k Ω (bruin, zwart, oranje) en 47 k Ω (geel, paars, oranje), hoe snel de transistors schakelen. De spanning over de condensator van 100 μ F stuurt de schakeltransistor met de lichtgevende diode. Omdat het opladen langzaam gebeurt blijft de lamp lang donker. Het schakelen van de andere transistor is afhankelijk van de spanning over de condensator van 10 μ F. Deze laadt zich snel op en schakelt de stuurtransistor maar kort in en veroorzaakt zo een kort oplichten. Omdat de beide condensatoren een verschillende waarde hebben, zijn ook de tijden van oplichten en donker niet gelijk.

29. Trappenhuisverlichting

In deze schakeling zijn de condensator van 100 μ F en de weerstand van 220 k Ω de onderdelen die de oplichtingstijd vaststellen. De condensator laadt zich met elektriciteit over de weerstand op. Wordt de druktoetsschakelaar ingedrukt, dan zal de condensator zich ontladen. Bij het openen van het contact begint het opladen weer.

Aan de condensator is een transistor verbonden. Zolang de spanning aan de condensator kleiner is dan de drempelspanning van de transistor, blijft deze gesperd. De transistor geleidt alleen wanneer de drempelspanning overschreden wordt.

Aan de transistor is een schakeltransistor gekoppeld, die de lichtgevende diode aan- en uitschakelt. Deze licht op zodra de transistor geleidt. Daartoe moet aan de basis een voldoende hoge spanning aanwezig zijn. Die is er alleen wanneer de sturende transistor gesperd is. De werkspanning loopt via de collectorweerstand naar de basis. Als de stuurtransistor geleidt, is er op de collector een kleine spanning aanwezig. Collectorweerstand en transistor vormen tezamen een spanningsdeler. De spanning is te laag om de schakeltransistor uit te sturen. De lichtgevende diode brandt niet.

De twee transistors werken in deze schakeling tegengesteld. Geleidt de een, dan spert de andere. De situatie waarin de transistors zich bevinden wordt bepaald door de lading van de condensator aan de ingang van de schakeling. Het omschakelen gebeurt plotseling, omdat beide transistors over de diode D 1 zijn gekoppeld.

33. Regensimulator

Het ruisen in deze schakeling wordt veroorzaakt door een elektronisch proces in de transistor. De elektronen in de transistor bewegen zich, bij snel in- en uitschakelen, ongelijkmatig. Dit gedrag is de oorzaak van het ruisen.

Het snelle schakelen wordt op een eenvoudige manier met de weerstand van $1\text{ k}\Omega$ en de op twee punten aangesloten transistor bereikt. Het bijzondere hieraan is dat de transistor omgekeerd is aangesloten. De emitter krijgt over de weerstand van $1\text{ k}\Omega$ een positieve spanning, terwijl de basis aan de minpool is aangesloten. In de stroomkring is slechts één deel van de transistor opgenomen, de collectordiode. De emitterdioden is niet aangesloten.

Bij het inschakelen loopt door de transistor en de weerstand een stroom. De sterkte neemt toe tot de weerstand de waarde begrenst. Over de weerstand wordt met de groter geworden stroomsterkte de spanning groter en over de transistor kleiner. Deze is tenslotte zover verminderd dat de drempelspanning van de transistor niet meer wordt gehaald. Deze geleidt niet meer en er loopt geen stroom. Omdat nu ook door de weerstand geen stroom loopt is de spanning hierover laag. De transistor echter krijgt een hogere spanning. De drempelwaarde wordt overschreden en de transistor geleidt weer. Deze gang van zaken volgt elkaar zeer snel op. Dit wordt als ruisen in de oortelefoon waargenomen. Transistor 2 dient in deze schakeling als versterker.

34. Middengolfradio

Deze schakeling bestaat uit een ingangsgedeelte met de detectortrap en een daar achter gescha-

kelde tweetrapsversterker.

De antenne vangt zendergolven op en zet deze om in een zeer zwakke wisselstroom, die naar de spoel wordt doorgevoerd.

Spoel en condensator werken samen wanneer een zender is opgezocht. Men zegt dat die twee een AFSTEMKRING vormen. Is deze afgestemd op de golflengte van de zender dan wordt deze versterkt. Alle andere zenders worden niet versterkt. De stroom gaat naar de diode en wordt hier gelijkgericht. Hierdoor is het mogelijk de zenders hoorbaar te maken. Afstemkring en diode vormen een detectortrap (to detect is ontdekken, opsporen).

Het signaal is zeer zwak. Om het hoorbaar te maken, volgt na de diode een tweetrapsversterker. Deze is beschreven in schakeling 83.

Transistor T 2 werkt met de elektrolytische condensator van $10\text{ }\mu\text{F}$ en de weerstand van $47\text{ k}\Omega$ als normale versterker. Het versterkte signaal wordt in de oortelefoon in geluid omgezet.

35. Een radio-ontvanger met meer mogelijkheden

In dit toestel komen al samengestelde elektronische schakelingen voor die tegenwoordig erg veel toegepast worden. Om de schakeling van deze ontvanger overzichtelijk te houden wordt een schema gehanteerd. Er worden nu symbolen gebruikt.

De radiogolven veroorzaken in de antenne een zwakke stroom. Deze komt in de spoel. Hier wordt in samenwerking met de condensator van 47 pF de golflengte van de ingestelde zender eruit gehaald. Dit nog zwakke signaal wordt gevoerd

Een schema ziet er ingewikkeld uit, maar bij nadere beschouwing is het duidelijk dat maar weinig verschillende symbolen gebruikt worden.

Elektrolytische condensator



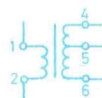
Keramische condensator



Weerstand



Spoel



Diode



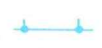
Transistor



Oortelefoon



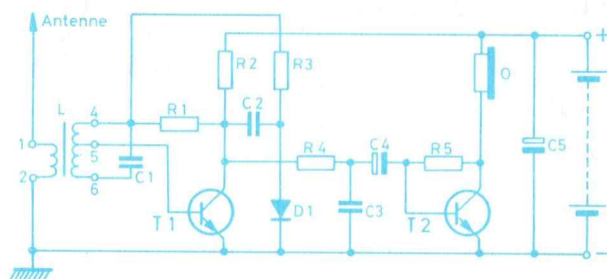
Montagedraad



Batterij



Dit is het schema van de ontvanger:



naar de basis van transistor 1 en komt versterkt uit de collector. De weerstanden R 1 en R 2 verhinderen dat de hoogfrequentstroom verdwijnt, en leiden deze via de condensator C 2 naar de diode. Deze richt het signaal gelijk en dat levert het zogenaamde laagfrequent signaal op.

Het hoorbaar te maken signaal is nu dus aanwezig. Via de weerstand R 3 en de spoel tussen de aansluitingen 4 en 5 komt het op de basis van T 1, waarbij R 3 het hoogfrequent signaal tegenhoudt. Het hoogfrequent signaal in de spoel en het laagfrequent signaal beïnvloeden elkaar daarbij niet. Het versterkte geluidssignaal wordt van de collector via de weerstand R 4 op de volgende versterkertrap aangesloten. De condensator C 2 aan de collector vormt een hoge weerstand voor laagfrequent, niet voor hoogfrequent! Aan de andere kant zorgt de weerstand R 4 ervoor dat de hoogfrequentenergie in deze tak verdwijnt. Condensator C 3 zorgt ervoor dat nog aanwezige hoogfrequentdelen in het geluidssignaal worden afgevoerd.

Het gaat in dit schema om een ontvanger met zogenaamde terugkoppeling. Hierin wordt een trap dubbel gebruikt. De transistor T 1 werkt als hoogfrequent- én laagfrequentversterker. Dit is mogelijk omdat de eigenschappen van de beide frequenties zo verschillend zijn, dat ze zonder grote problemen gezamenlijk versterkt kunnen worden; daarna worden ze weer gescheiden.

Bestelnr.	Beschrijving	Aantal
349.2546	Transistor (wit)	2
1041	Oortelefoon	1
2547	Lichtgevende diode (LED)	1
1125	Diode	1
2546	Spoel, rood	1
1004	Weerstand	
	1 k Ω (bruin, zwart, rood)	1
	4,7 k Ω (geel, paars, rood)	1
	10 k Ω (bruin, zwart, oranje)	1
	22 k Ω (rood, rood, oranje)	1
	47 k Ω (geel, paars, oranje)	1
	100 k Ω (bruin, zwart, geel)	1
	220 k Ω (rood, rood, geel)	1
1006	Elektrolytische condensator	
	10 μ F	1
	100 μ F	1

Bestelnr.	Beschrijving	Aantal
349.1007	Keramische condensator	
	47 pF (geel, paars, zwart)	1
	100 pF (bruin, zwart, bruin)	1
	10.000 pF (bruin, zwart, oranje)	2
1016	Blanke draad	2 mtr
5015	Druktoetsschakelaar	1
5145	Schakelcontact	1
2526	Klemveren	25
2521	Montageplaat	1
1154	Doordrukstift	1
1296	Batterijaansluiting	1
2590	Vorkcontact voor de spoel	1
1028	Elastiekje	1
2564	Bedradingsschema's	20
2565	Handleiding	1

Ongetwijfeld hebt U met veel interesse deze eerste doos gebouwd. Als U meer over dit interessante onderwerp wilt weten, dan is in het hiernaast staande schema te zien met welke dozen deze boeiende hobby kan worden voortgezet.

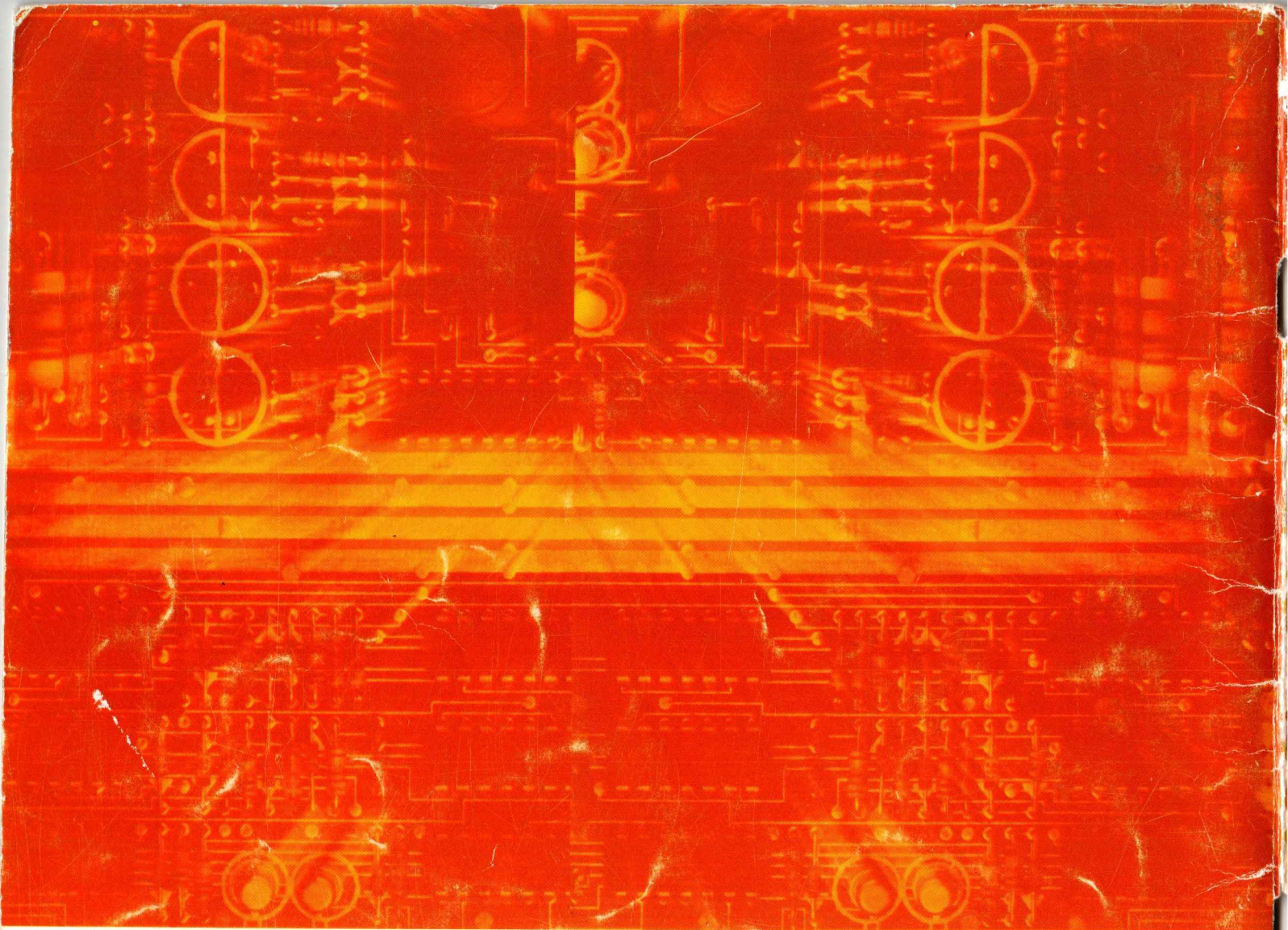
ELEKTRONICA OPBOUW LAB Opbouwtrap C - D			ELEKTRONICA basisstof D
ELEKTRONICA OPBOUW LAB Opbouwtrap B - C		ELEKTRONICA EXPERIMENTEN LAB basisstof C	
ELEKTRONICA OPBOUW LAB opbouwtrap A - B	ELEKTRONICA BASIS LAB basisstof B		
KENNISMAKING MET DE ELEKTRONICA basisstof A			

Inhoudsopgave

Experi-
menten

Bladzijde (bladzijde)

	Inleiding		2
	Elektrische apparaten		3
	Hallo ik ben Tronic		4
	Onderdelen uit de experimenteerdoos		6
	Belangrijk om te weten		10
	... Experimenten ...		
1	Bescherming jonge planten	Wat er nodig is om planten te laten groeien	(58)
2	Alarminstallatie	Inbrekers	(58)
3	Elektronische tijdschakelaar	Klaar af	(58)
6	Niveau-indicator	Is het bad al vol?	(58)
7	Onderdelentester	Onderdelen elektronisch getest	(59)
11	Transistortester	Hoe transistors te testen	(59)
12	Elektronenflitser	Let op bij het maken van foto's	(59)
13	Waarschuwingssknipperlicht	Let op! Spoorwegovergang	(59)
15	Morse-oefentoestel	Gecodeerde signalen	(59)
16	Controlelicht voor richtingaanwijzer van auto		
18	Metronoom	Rechts of links	(60)
20	Sirene voor brandmelding	Tik, tak, tik, tak	(60)
21	Elektronische regenmelder	Brandalarm	(60)
22	Wateroverlastbeveiliging	Regen!!	(60)
23	Tweetonige hoorn	Het voorkomen van wateroverlast	(60)
26	Waarschuwingsslichten	Waarschuwingssignaal	(61)
29	Trappehuisverlichting	Omleiding, weg in aanbouw	(61)
33	Regensimulator	Het donkere trappehuis	(61)
		Regen in de studio	(61)
	Voor de gevorderde Elektronica-hobbyïst		
34	Middengolfradio		(62)
35	Een radio-ontvanger met meer mogelijkheden		(62)
	Nu de elektronica		
36	Stroomkring		32
39	Weerstand		34
40	Serieschakeling		36
41	Parallelschakeling		37
45	Spanningsdeler		38
48	Elektrolytische condensator		39
50	Keramische condensator		40
60	Spoel		43
64	Oortelefoon		44
65	Diode		45
67	Transistor		47
	Voor wie het precies wil weten		53
74	Versterker		53
78	Tegenkoppeling		54
81	Schakelaar		55
82	Multivibrator		56
83	Tweetrapsversterker		57
	Terug naar het begin		58
	Onderdelen		64



PHILIPS NEDERLAND EINDHOVEN

**Experimenteren zonder technische kennis.
Met originele bedradingsschema's
en originele professionele onderdelen.**



40508/661561