



**ELECTRONIC ADVENT CALENDAR FOR KIDS**

**CALENDRIER ÉLECTRONIQUE DE L'AVENT POUR ENFANTS**

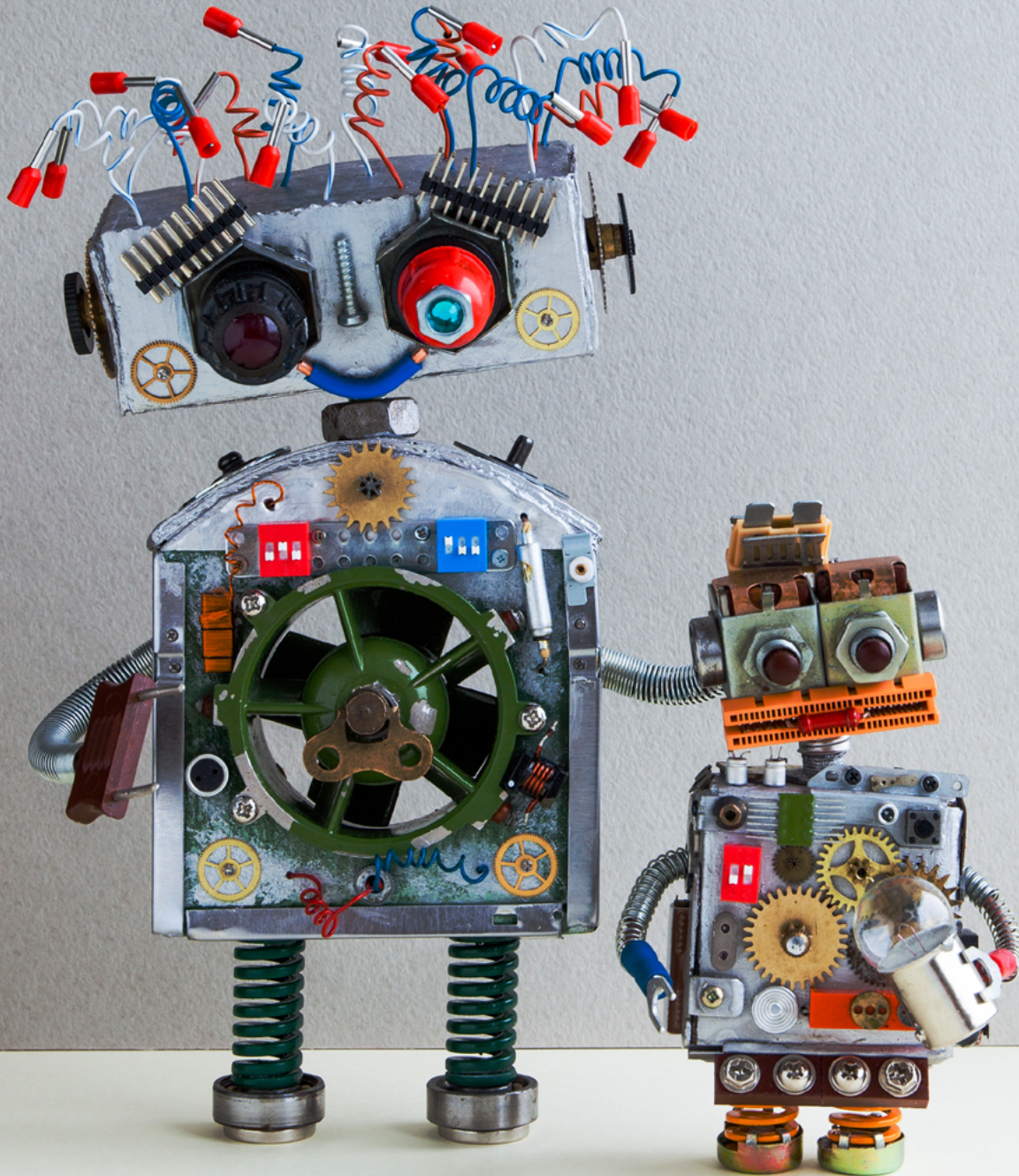
**ELEKTRONISCHE ADVENTSKALENDER VOOR KINDEREN**

**CALENDARIO DELL'AVVENTO ELETTRONICO PER KIDS**

**ELEKTRONICZNY KALENDARZ ADWENTOWY DLA DZIECI**



24 thrilling experiments  
24 projets passionnants  
24 boeiende projecten:  
24 progetti entusiasmanti  
24 fascynujące projekty



# Impressum

© 2019 Franzis Verlag GmbH, Richard-Reitzner-Allee 2,  
85540 Haar bei München • [www.franzis.de](http://www.franzis.de)

Auteur: Burkhard Kainka

Idee/Concept: Michael Büge, Burkhard Kainka

Copy editor: Richard Korff Schmising

Art & Design cover: [www.ideehochzwei.de](http://www.ideehochzwei.de)

Layout: Nelli Ferderer • [nelli@ferderer.de](mailto:nelli@ferderer.de)

ISBN 978-3-645-15062-2

2019/01



## Fotokrediet

Tekeningen gemaakt met <http://fritzing.org/>


Alle rechten voorbehouden, inclusief die van fotomechanische reproductie en opslag in elektronische media. De productie en distributie van kopieën op papier, op gegevensdragers of op internet, in het bijzonder als PDF, is alleen toegestaan met de uitdrukkelijke toestemming van de uitgever en zal anders worden vervolgd.

De meeste productaanduidingen, bedrijfsnamen en bedrijfslogo's die in dit werk worden genoemd, zijn meestal ook geregistreerde handelsmerken en moeten als zodanig worden beschouwd. De uitgever volgt bij de productnamen in principe de spelling van de fabrikanten.

Alle projecten en experimenten die in dit boek worden voorgesteld, zijn met de grootste zorg ontwikkeld, gecontroleerd en getest. Toch kunnen fouten in het boek niet volledig worden uitgesloten. Uitgever en auteur zijn aansprakelijk in gevallen van opzet of grove nalatigheid in overeenstemming met wettelijke bepalingen.

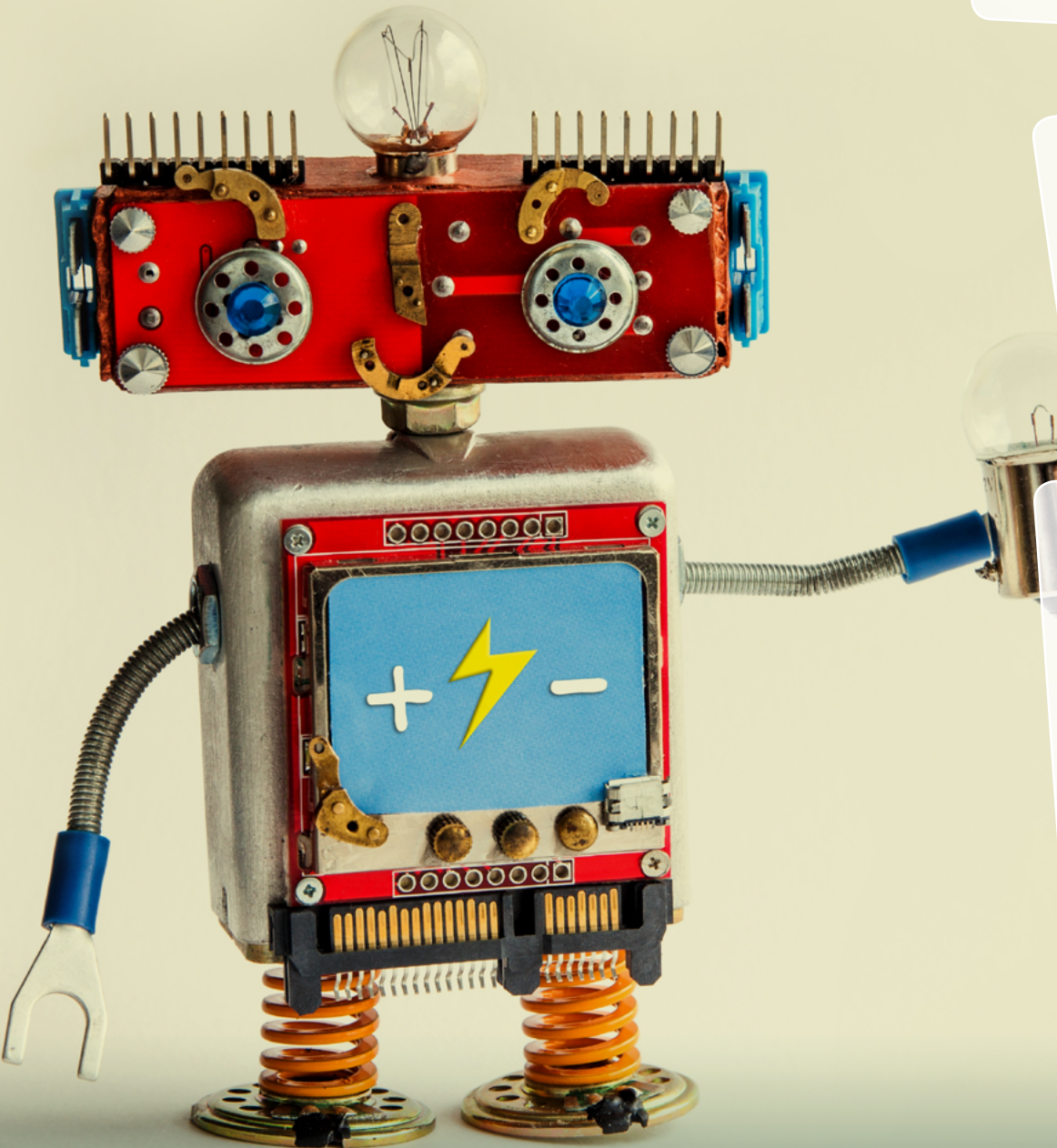
Overigens zijn de uitgever en auteur alleen aansprakelijk op grond van de wet op de productaansprakelijkheid voor het verlies van leven, ledematen of gezondheid of voor verwijtbare schending van essentiële contractuele verplichtingen. De vordering tot schadevergoeding wegens schending van wezenlijke contractuele verplichtingen is beperkt tot de contractueel typische, te voorziene schade, tenzij er sprake is van een verplichte aansprakelijkheid volgens de wet op de productaansprakelijkheid.

**CE** Dit product is vervaardigd in overeenstemming met de toepasselijke Europese richtlijnen en draagt daarom de CE-markering. Het voorziene gebruik is in de meegeleverde handleiding beschreven. Voor elk ander gebruik of wijziging van het product bent u zelf verantwoordelijk voor het naleven van de toepasselijke regels. Bouw de experimenten daarom precies zoals in de handleiding wordt beschreven. Het product mag alleen samen met deze handleiding en deze instructies worden doorgegeven.

 Het symbool van de doorgestreepte vuilnisbak betekent dat dit product als elektronisch afval gescheiden van huishoudelijk afval voor recycling moet worden aangeboden. Waar u het dichtstbij zijnde verzamelpunt kunt vinden, kan de gemeente u vertellen.



# Veiligheidsinstructies



voor ouders en kinderen

## Opgelet!

Niet geschikt voor kinderen onder 3 jaar. Er bestaat gevaar voor verstikking, omdat kleine onderdelen kunnen worden ingeslikt of ingeademd.

## Opgelet!

Uitsluitend geschikt voor kinderen ouder dan 8 jaar. Instructies voor ouders of andere verantwoordelijke personen zijn bijgevoegd en moeten worden nageleefd. Verpakking en instructies moeten worden bewaard omdat ze belangrijke informatie bevatten.

## Opgelet!

Ogenbescherming en LED's: Kijk niet vanop korte afstand direct een LED omdat een directe blik schade aan het netvlies kan veroorzaken! Dit geldt in het bijzonder voor heldere LED's in heldere behuizingen en vooral voor power LED's. Met witte, blauwe, violette en ultraviolette LED's geeft de schijnbare helderheid een valse indruk van het echte gevaar voor uw ogen. Bij het gebruik van convergerende lenzen moet speciale aandacht worden besteed aan het gebruik van convergerende lenzen. Bedien de LED's zoals beschreven in de handleiding, maar niet bij grotere stromen.

## Opgelet!

Gevaar voor letsel! Bij het gebruik van gereedschap en de bewerking van hout, metaal en kunststof bestaat het risico op letsel. Houd rekening met de leeftijd en ervaring van uw kind. Hulp bij moeilijke of gevaarlijke werkstappen. Controleer de veiligheid van het speelgoed dat u zelf bouwt en wees u bewust van het risico op letsel door scherpe randen tijdens het spelen. Indien nodig, werk de scherpe kanten bij, vijl scherpe randen en ontbraamgaten of snijkanten.

## Opgelet!

Voer geen experimenten uit op stopcontacten! De 230 volt van de voeding is levensgevaarlijk! Alle experimenten in dit proefpakket mogen alleen worden uitgevoerd met de veilige accuspanning van 9 volt. Dan bestaat er geen gevaar voor aanraking van elektrisch geleidende delen.

Wijs uw kind er uitdrukkelijk op dat hij alle instructies en veiligheidsinstructies moet lezen en bij de hand moet houden. Het is absoluut noodzakelijk dat de instructies en regels worden nageleefd bij het opzetten van ambachtelijke projecten.

## Opgelet!

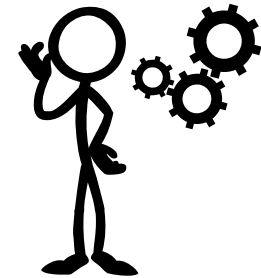
Voorkom kortsluiting! Een directe verbinding tussen negatieve en positieve polen moet koste wat het kost worden vermeden, omdat draden en accu's warm kunnen worden en de accu's dan snel ontladen. In extreme gevallen kunnen draden gloeiend heet worden en kan de batterij exploderen. Er is een risico op brand en verwondingen. Wijs uw kinderen op deze gevaren en houd toezicht op de experimenten. Gebruik indien mogelijk alleen normale zinkkoolstofbatterijen (6F20), die een lagere kortsluitstroom leveren en daardoor minder gevaarlijk zijn dan alkalinebatterijen (6RL61). Gebruik nooit oplaadbare batterijen!

# Elektronica-kinderkalender 2019

## Leds, transistoren en de piëzo-geluidsomvormer

Lieve kinderen!

In de tijd tot aan Kerstmis wachten er 24 elektronische projecten op je. De focus ligt op transistors, leds, een lichtsensor en een kleine luidspreker. Deze kunnen worden gebruikt om heel verschillende dingen te bouwen. Er is veel te zien, te horen en om mee te experimenteren! En voor wie dat wil, is hier de informatie die nodig is om meer te weten te komen over hoe alles werkt.



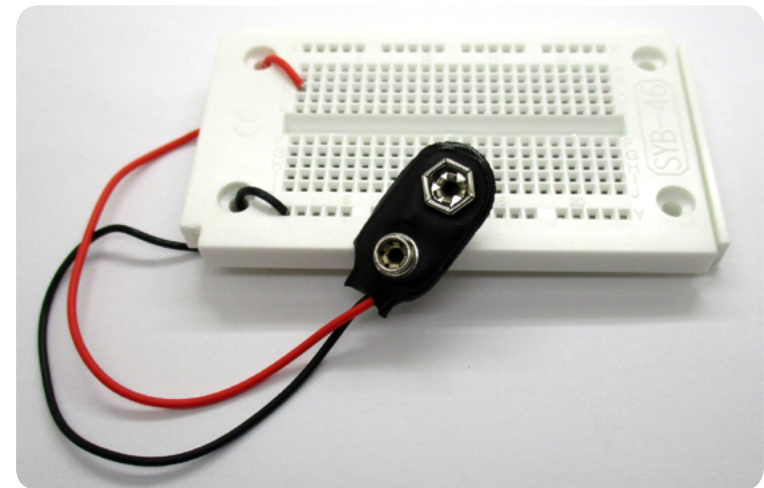
## 1 Zelfgemaakte rode ledlamp

Achter het 1ste deurtje van je kalender vind je zes componenten, dus het begint goed. Er zijn namelijk vier dingen die bij elk experiment worden gebruikt: een printplaat, een batterijclip, een schakelaar en een zekering. Hierbij komen voor het eerste experiment een weerstand en een lichtdiode (led) bij.

De batterijkabel moet zo stabiel mogelijk worden bevestigd, zodat deze tijdens de vele opeenvolgende experimenten niet losraakt. De gestripte uiteinden van de rode en zwarte kabels moeten worden aangesloten op pre-

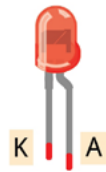
cies de juiste contactgaten op de printplaat. Maak hiervoor met een naald klein gaatjes in de beschermfolie op de achterkant van de plaat en plaats de kabels vanaf de onderkant. Daardoor kunnen ze niet meer gemakkelijk wegglijpen.

De schakelaar en de zekering moeten exact in de aangegeven positie worden geplaatst. Dit is nodig voor alle volgende experimenten die volgen tot aan Kerstmis. Op die manier kan er niet veel misgaan. De weerstand en de led horen bij het eerste experiment.



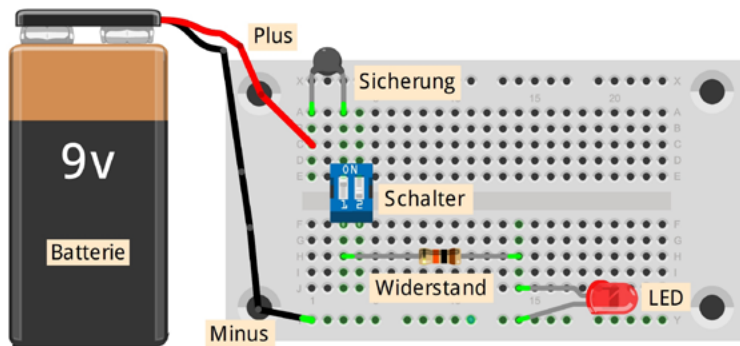


Let op de installatierichting van de led. Deze heeft een kortere draad (kathode = negatieve pool) en een langere draad (anode = positieve pool). Binnenin zie je een iets grotere houder aan de negatieve (min) kant, die het eigenlijke led-kristal draagt.



Als je alles in elkaar gezet hebt, vergelijk je je constructie met de afbeelding van de constructie. Je kunt je het beste laten helpen door een volwassene die het eerste experiment nogmaals precies controleert. Bij de volgende projecten wordt slechts weinig omgebouwd, dus het wordt steeds gemakkelijker en eenvoudiger.

Nu wordt de batterij voor het eerst aangesloten. En klaar is je rode ledlampje met schakelaar. Schuif de linker schakelaar in de ON-richting en je rode led gaat branden. Als het nog niet werkt, controleer alles dan opnieuw. De meest voorkomende fout is dat de led verkeerd is geïnstalleerd. Maar geen probleem, er gaat niets kapot. Als het correct wordt gebruikt, werkt het.



## Schakelschema's

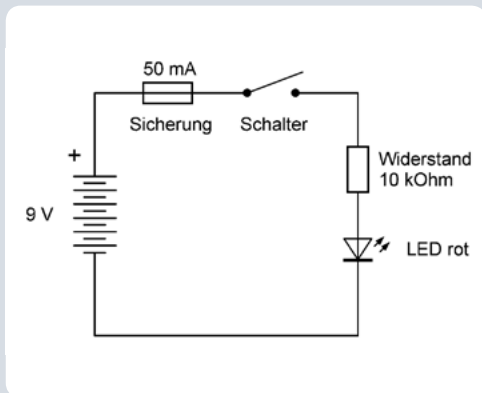
Je hoeft helemaal niet naar de schakelschema's in deze handleiding te kijken om de experimenten met succes in elkaar te zetten. Maar ze kunnen je helpen om alles beter te begrijpen. Een schakelschema toont de verbindingen van de componenten op een vereenvoudigde manier met schakelsymbolen voor elk onderdeel. Als je er eenmaal aan gewend bent, is het met een schakelschema veel gemakkelijker om te begrijpen hoe alles bij elkaar hoort.

De batterij bestaat uit zes batterijcellen, elk met 1,5 V. Het langere streepje geeft de positieve pool weer. De zekering wordt aangeduid als een doosje met een draad. De schakelaar toont momenteel een open verbinding. De weerstand wordt weergegeven als een doosje. En de led bevat een driehoek die de huidige richting aangeeft. Twee kleine pijlen duiden op het geproduceerde

## INFOBOX



licht. In dit schakelschema kun je gemakkelijk zien dat alle componenten een gesloten pad vormen. Dit wordt een circuit genoemd. De weg is slechts op één punt onderbroken - bij de net geopende schakelaar.



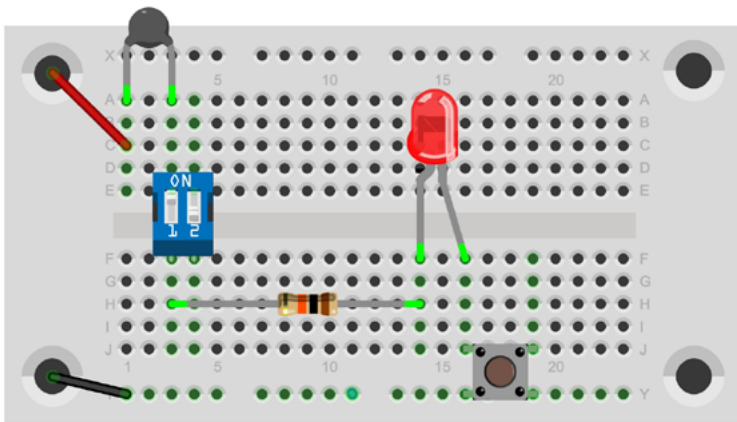
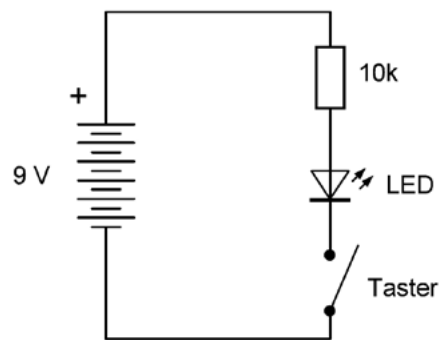
## Opgelet!

Let op! Een led mag nooit rechtstreeks op een batterij worden aangesloten zonder een weerstand. Zonder de weerstand is het vermogen te hoog en gaat de led kapot.

# 2

## Geheime lichtsignalen

Achter deurtje nummer 2 vind je een drukknopschakelaar met vier verbindingsspenen. Bouw deze zo in het circuit in zodat deze wordt ingeschakeld zodra je op de knop drukt. Twee van de aansluitingen zijn binnenin verbonden. Als je de drukknop gedraaid hebt geïnstalleerd, is de stroom altijd ingeschakeld. Als de led gaat branden zodra je op de knop drukt, dan is deze correct geïnstalleerd. Gebruik de lichtknop voor Morse-berichten of voor geheime tekens die niemand anders kent.

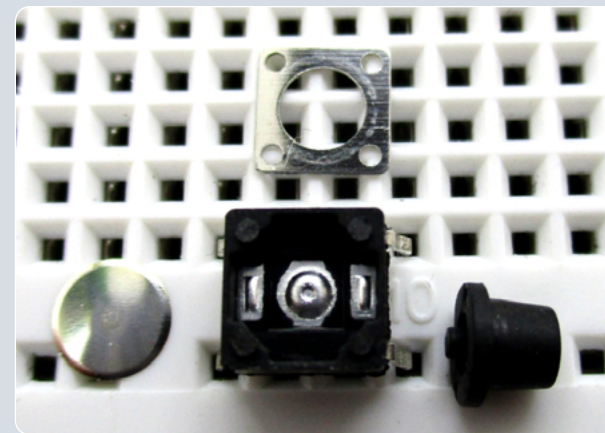


### INFOBOX



### Het innerlijke leven van een drukknop

Binnenin de drukknop bevindt zich een lichtelijk naar boven gebogen plaat, die wordt ingedrukt door op de knop te drukken. Bij een bepaalde kracht klikt het en buigt het blad naar beneden. Het raakt het contact in het midden en sluit zo het circuit.



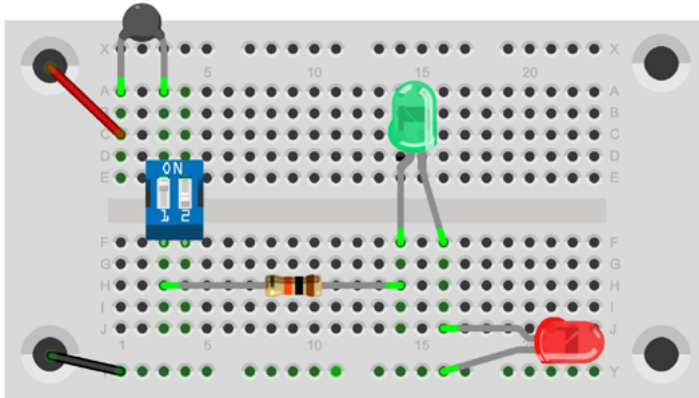


# 3

## Rood en groen



Achter deurtje nummer 3 vind je een groene LED. Bouw deze in het circuit in, zoals de afbeelding laat zien. Dan lichten beide leds samen op, de rode en de groene. En met schakelaar 1 kan je ze zowel in- als uitschakelen.



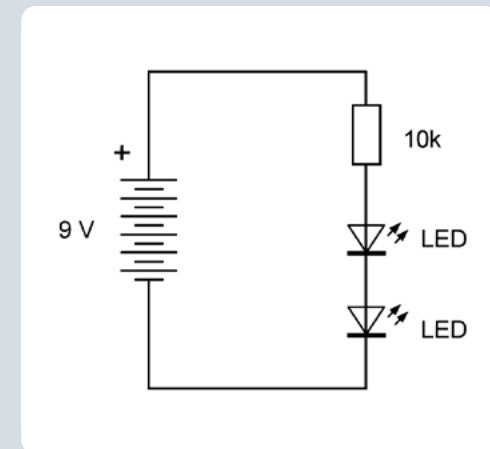
### INFOBOX

#### Serieschakeling

In serieschakeling stroomt dezelfde stroom door twee of meer verbruikers. Het is een „onvertakt circuit” omdat er maar één weg is. Dit betekent dat de stroomsterkte op elk punt hetzelfde is. Je kunt het zelf proberen door beide leds om te wisselen. De helderheid blijft daarbij precies hetzelfde.

De batterijspanning van 9 V wordt verdeeld over drie verbruikers. De rode led heeft 1,8 V, de groene 2,2 V en de weerstand heeft 5 V. Als je alle sub spanningen optelt, krijg je een totale spanning van:

$$1,8 \text{ V} + 2,2 \text{ V} + 5,0 \text{ V} = 9,0 \text{ V}$$



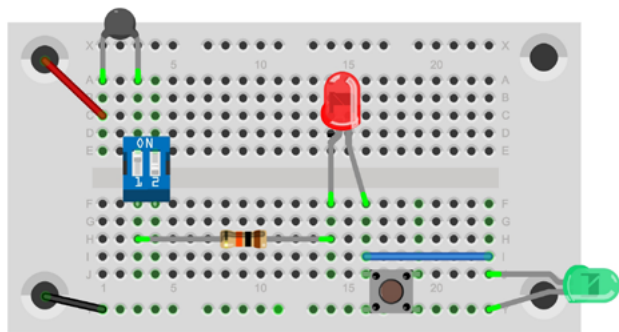
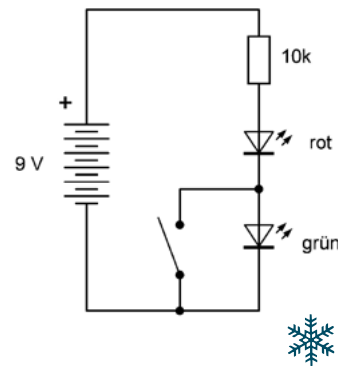
Vereenvoudigd schakelschema van een serieschakeling

# 4 Groen uitgeschakeld



Open het 4de deurtje en haal er een kabel met twee stekkers uit. Als je ze installeert op de drukknop, zoals getoond in de afbeelding, kun je de groene led uitschakelen door op de knop te drukken. Als de knop is gesloten, heb je een by-pass voor de stroomvoorziening gebouwd. Het stroomt dan niet langer door de groene led, maar door de schakelaar. De groene led gaat uit, maar de rode led wordt op dit moment een beetje helderder.

In feite sluit de schakelaar de groene led kort. Dit type kortsluiting is alleen toegestaan omdat de weerstand in het circuit de stroom voldoende klein houdt. Een directe kortsluiting van de batterij in de vorm van een verbinding tussen de positieve en negatieve polen moet echter worden vermeden!



## INFOBOX

### Weerstanden en hun kleurenringen

De kleurenringen op de weerstanden staan voor getallen. Ze worden één voor één gelezen, beginnend met de ring die zich het dichtst bij de rand van de weerstand bevindt. De eerste twee ringen staan voor twee cijfers, de derde voor toegevoegde nullen. Samen duiden ze de weerstand in ohm aan. Een vierde ring geeft de nauwkeurigheid aan. Alle weerstanden in deze kalender hebben een goudkleurige ring. Dit betekent dat de waarde 5% groter of kleiner kan zijn dan aangegeven door de kleurenringen. Je eerste weerstand wordt zo gelezen: bruin = 1, zwart = 0, oranje = 000, samen 10.000  $\Omega$  (ohm), dus 10 k $\Omega$  (kilo-ohm).

#### De weerstandskleurcode

Kleur	Ring 1 1ste cijfer	Ring 2 2de cijfer	Ring 3 Vermenigvul- digingsfactor	Ring 4 Toleran- tie
Zwart		0	1	
Bruin	1	1	10	1 %
Rood	2	2	100	2 %
Oranje	3	3	1000	
Geel	4	4	10000	
Groen	5	5	100000	0,5 %
Blauw	6	6	1000000	
Violet	7	7	10000000	
Grijs	8	8		
Wit	9	9		
Goud			0,1	5 %
Zilver			0,01	10 %



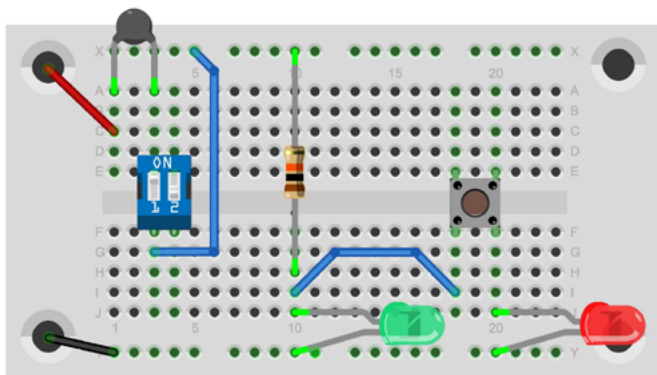
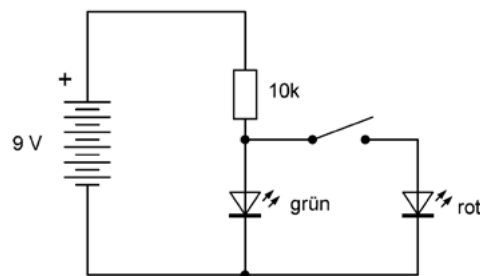
# 5

## Kleurenschakelaar

Achter deurtje nummer 5 vind je een tweede kabel. Bouw daarmee je circuit zo om dat de rode led alleen wordt ingeschakeld door op de knop te drukken. Op hetzelfde moment gaat de groene led uit. Met deze schakelaar kun je de kleur veranderen: ingedrukt = rood, vrijgegeven = groen.

Als de schakelaar gesloten is, zijn beide leds parallel geschakeld. Je zou kunnen denken dat er dan door stroom door allebei heen gaat en dat ze allebei branden. Dat klopt als dezelfde leds worden gebruikt. Maar er is hier een groot verschil.

De groene led heeft meer spanning nodig dan de rode led. Als de rode led wordt ingeschakeld, daalt de led-spanning zo laag dat het groene licht niet kan branden.



### INFOBOX



### Spanning, weerstand en stroom

Je weet misschien al dat de elektrische spanning wordt gemeten in volt (V). De batterij heeft 9 V. En een weerstand wordt gemeten in ohm ( $\Omega$ ) of kilo-ohm ( $1 \text{ k}\Omega = 1.000 \Omega$ ). Maar er is nog een andere belangrijke meeteenheid: de elektrische stroom wordt gemeten in ampère (A) of bij lage stromen in milliampère ( $\text{mA} = 1/1000 \text{ A}$ ). Al deze namen komen van beroemde onderzoekers die ongeveer 200 jaar geleden elektriciteit voor het eerst ontdekten: Alessandro Volta, Georg Simon Ohm en André-Marie Ampère.

Met een meetapparaat kun je meten hoeveel stroom er door de led stroomt. Maar je kunt het ook berekenen, als je weet hoe groot de spanning van de batterij precies is en welke spanning er op de led staat. Als de batterij nog

nieuw is, heeft deze een spanning van 9 V. De groene led heeft ongeveer 2 V nodig. Er is nog 7 V over voor de weerstand. En dan kun je zo rekenen:

$$\text{Stroom} = \text{spanning} / \text{weerstand}$$

$$\text{Stroom} = 7 \text{ V} / 10.000 \Omega$$

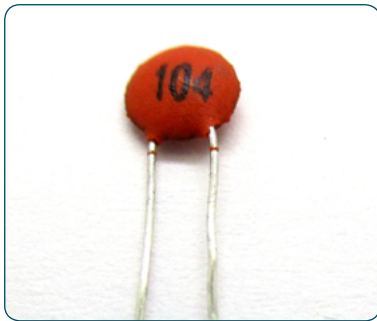
$$\text{Stroom} = 0,0007 \text{ A} = 0,7 \text{ mA}$$

Dat is niet veel, er stroomt maar 0,7 mA, hoewel de led een stroom van 20 mA toereert. Maar de batterij gaat ook erg lang mee! Die heeft meestal een capaciteit van 500 mAh (500 milliampère uren), dus zou 500 mA kunnen leveren gedurende een uur of 1 mA gedurende 500 uur. Daarom zal je lamp ongeveer 700 uur lang branden op 0,7 mA, wat ongeveer een maand is.

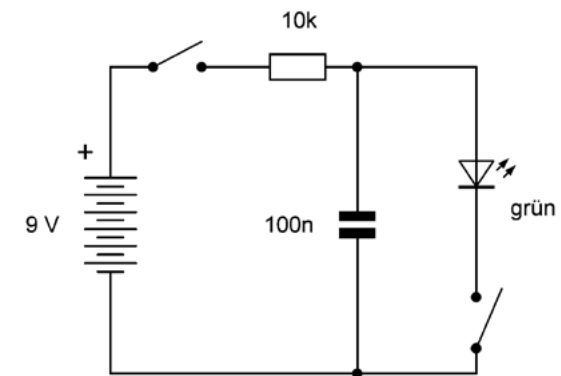
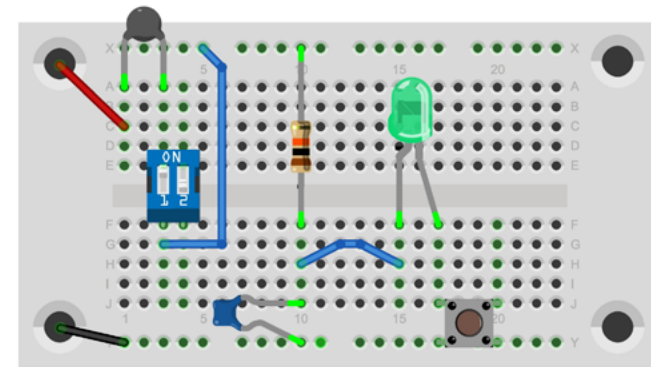
## 6

# Opgeslagen energie

Op de zesde dag komt er een nieuw onderdeel van je kalender achter het deurtje tevoorschijn: een condensator. Het is een kleine, lichtbruine schijf met twee draden. Hierop vind je het opschrift 104, dat staat voor 100 nF (100 nanofarad). Een condensator kan worden opgeladen en ontladen. Als je de hoofdschakelaar 1 op ON (aan) zet, wordt deze opgeladen. Daarna kun je hem weer uitschakelen, even wachten en op de knop drukken. Daarmee produceer je een kleine led-lichtflits die de condensator weer zal ontladen. Je kunt het zien als een batterij die steeds opnieuw kan worden opgeladen. Je geladen condensator bevat echter heel weinig energie.



Een condensator bestaat uit twee metalen oppervlakken met daartussen een isolerende laag. Daarom wordt deze in het diagram getoond met twee niet-verbonden strepen. Het onderdeel heeft ook een buitenste beschermelaag en kan er heel anders uitzien, afhankelijk van de fabrikant. In de afbeeldingen van de constructie wordt een blauwe, vierkante condensator getoond, de jouwe is rond en lichtbruin. Het opschrift geeft aan hoeveel capaciteit deze condensator heeft. Dit is een maat voor hoeveel energie de condensator bevat bij een bepaalde spanning. De eenheid van capaciteit wordt Farad genoemd (naar de beroemde onderzoeker Michael Faraday). De kleinere eenheden zijn microfarad ( $\mu\text{F}$ ), nanofarad (nF) en picofarad (pF). Het opschrift 104 staat voor 1, 0, 0000, dus 100.000 picofarad, 100.000 pF = 100 nF.





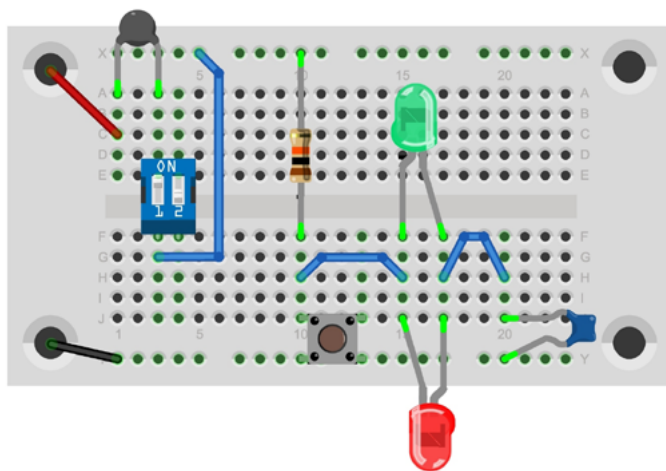
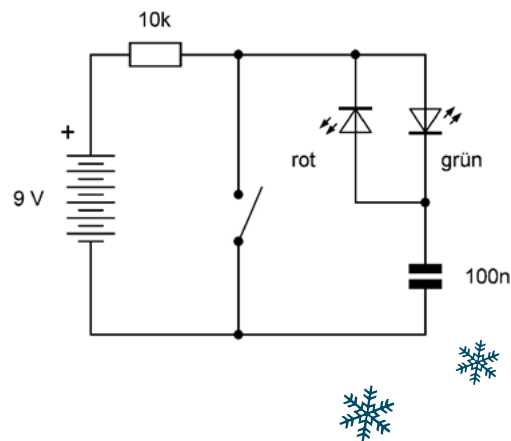
# 7

## Gekleurde lichtflitsen ❄️

Achter het 7de deurtje vind je nog een kabel. Bouw nu je circuit om en voeg de rode led toe. Let daarbij op de installatierichting! De rode led wordt schijnbaar verkeerd geïnstalleerd, dus met de kathode in de richting van de positieve pool van de batterij. Met de drukknop kun je afwisselend opladen (contact geopend) of ontladen (contact gesloten). Bij het opladen ontstaat er een groene lichtflits, bij het ontladen een rode. Het afwisselend laden en ontladen kan zo vaak worden herhaald als je wilt. Telkens wanneer je op de knop drukt, ontstaat er een rode flits, als je hem loslaat, een groene.

Je batterij levert gelijkstroom. Dit betekent dat de stroom altijd in dezelfde richting vloeit. In jouw circuit ontstaat echter ook een wisselstroom door het omschakelen met je drukknop. De groene led brandt bij de ene stroomrichting, de rode bij de andere. Daarom moesten beide leds in dit

circuit in verschillende richtingen worden geïnstalleerd.



## INFOBOX



### De PTC-zekering

Al je experimenten hebben een zekering, die simpelweg in het belang van de veiligheid is en zou moeten helpen als er een fout optreedt. Als je per ongeluk een kortsluiting veroorzaakt, kan een kabel heet worden of kan de batterij opwarmen, kapoetgaan of in het ergste geval zelfs exploderen. Maar de zekering zal het ergste voorkomen.



Veel zekeringen branden eenvoudigweg door als er kortsluiting wordt veroorzaakt. Dan heb je een nieuwe zekering nodig. Maar je speciale zekering is anders. Het is een zelf-

herstellende zekering, die ook PTC-zekering wordt genoemd. Als er te veel stroom vloeit in het geval van kortsluiting, wordt de PTC-zekering heet en laat dan slechts zeer weinig stroom door, omdat de weerstand ervan sterk stijgt. Dat is waar de naam vandaan komt. PTC staat voor „positieve temperatuurcoëfficiënt” en zegt dat de weerstand toeneemt zodra de temperatuur hoger wordt. Als je vervolgens de stroom uitschakelt en de fout verhelpt, dan koelt deze af en is weer als nieuw.

### Let op!

Probeer het alsjeblieft niet, want de batterij zal snel onbruikbaar worden in het geval van een kortsluiting. En de PTC-zekering wordt met zo ongeveer 60 graden zo heet, dat je gemakkelijk je vingers kunt verbranden. Maar dat is nog steeds beter dan gloeiende draden en exploderende batterijen. Dus onthoud altijd: de zekering is er alleen voor noodgevallen, vergelijkbaar met de noodrem in een trein.

# 8

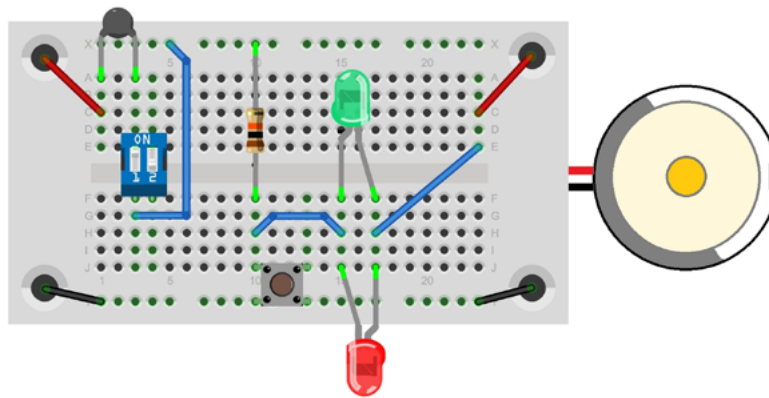
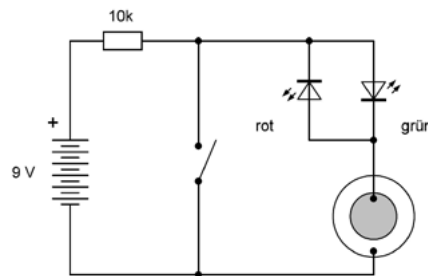
## Elektrische ruis

Open het 8ste deurtje en ontdek daarachter een kleine piëzo-luidspreker met twee draden. De verbindingsdraden zijn erg dun en zacht en moeten daarom net als de batterijkabels worden ontzien. Maak opnieuw twee gaten in de beschermfolie van het insteekpaneel en voer de draden ervan onderaf door. Steek ze dan in de daarvoor bestemde gaten, waar ze moeten blijven tot het laatste experiment.

In dit circuit is er opnieuw de drukknop en bij elke overschakeling worden weer kleine rode en groene lichtflitsen geproduceerd. Bovendien hoor je nu telkens een zacht, maar duidelijk kraken van de luidspreker. Het kan echter zijn dat de klik van de pal schakelaar de luidspreker overstemt. Gebruik dan een draad of metalen voorwerp om de twee aansluitingen van de knop te verbinden zodat de klik stiller wordt.

De vergelijking met het vorige experiment geeft al aan dat de piëzo-luidspreker werkt als een condensator. En in feite kun je de structuur van een condensator duidelijk zien. De ene metalen plaat is een dunne plaat.

Dan volgt de isolerende laag van een dunne, grijze schijf. En de tweede metalen plaat is een verzilverd oppervlak. Tussen de twee metalen oppervlakken zijn er elektrische aantrekkingskrachten, die veranderen naarmate de condensator wordt opgeladen of ontladen. Daardoor ontstaat een kleine beweging die het geluid veroorzaakt.

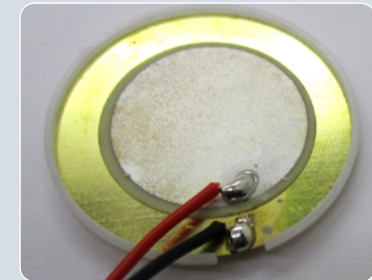


## INFOBOX



### Piëzo-elektriciteit

Het Griekse woord piëzo betekent druk, en sommige stoffen zoals kwarts vertonen een piëzo-elektrisch effect. Als je erop drukt, ontstaat er een elektrische spanning. Als je een elektrische spanning omgekeerd aanlegt, dan ontstaat er een vervorming, alsof je op het materiaal drukt.



Het isolatiemateriaal in je piëzo-luidspreker is een keramisch materiaal, vergelijkbaar met porselein. Als je een elektrische spanning aansluit, buigt de schijf iets. Dit veroorzaakt een geluid.

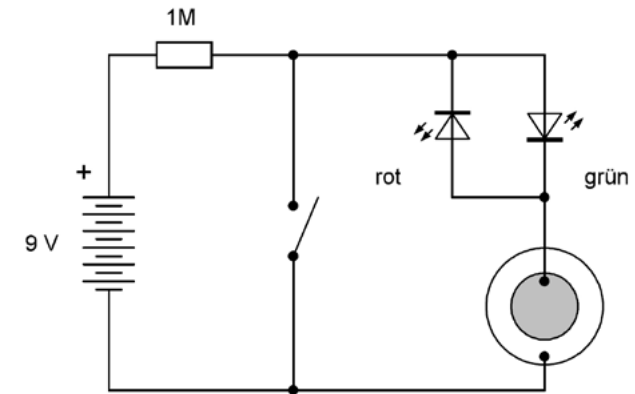
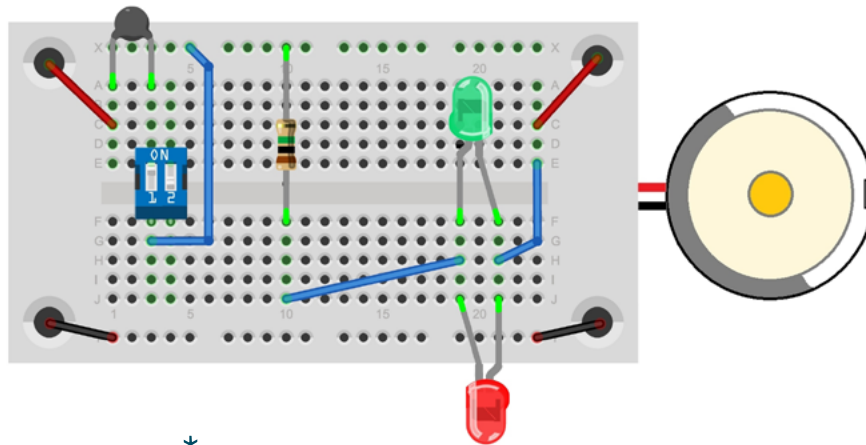


# 9 Geremde elektriciteit



Achter het 9de deurtje vind je een nieuwe weerstand met de kleuren bruin, zwart en groen. Deze heeft 1000 k $\Omega$  (kilo-ohm), dus 1 M $\Omega$  (megohm). Deze zeer hoge weerstand zorgt voor een zeer kleine stroomsterkte, die de piëzo-elektrische geluidsomvormer

slechts langzaam oplaadt. Open en sluit het contact meerdere keren. Beide leds geven een duidelijk knipperend licht weer. Maar de piëzo-luidspreker produceert alleen een klik wanneer het contact sluit.



Gebruik opnieuw een draad of een ander metalen voorwerp als de knop te luid is. Wanneer je het contact opent, is er echter geen hoorbaar geluid. De reden hiervoor is de grote weerstand in het circuit. Er stroomt alleen maar een kleine laadstroom, die de piëzo-converter langzaam oplaadt.

Het resultaat is slechts een langzame, stille vervorming. Bij het sluiten van het contact treedt echter een plotselinge ontlading op met een snelle vervorming en een duidelijke klik.





10

# Lichtflitsen Zonder batterij



Open het 10de deurtje en haal er nog een weerstand uit. Deze heeft 2,2 kΩ en draagt drie rode kleurenringen.

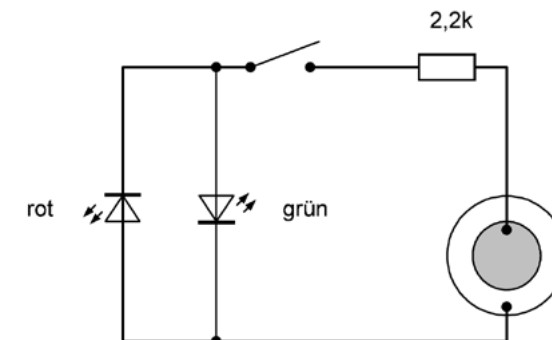
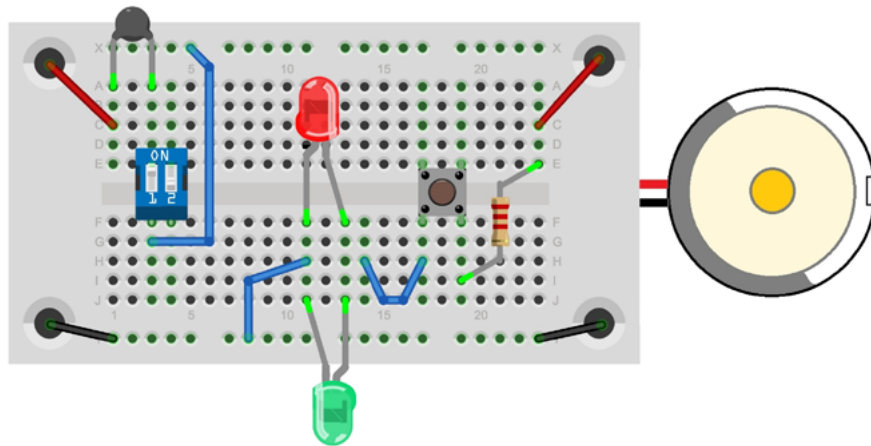
Bouw nu een circuit met de piëzo-luidspreker, de weerstand en twee leds. De batterij is niet aangesloten en kan uit de batterijclip worden verwijderd. De drukknop moet bij het eerste experiment zijn ingedrukt. Tik nu zachtjes op de piëzo-schijf. Dit levert weer zwakke rode en groene lichtflitsen op. Let op, je mag niet te veel kracht

gebruiken, anders kan de keramische schijf breken.

Het experiment heeft aangetoond dat de piëzo-luidspreker niet alleen elektrische energie kan omzetten in geluid, maar ook andersom trillingen in elektrische energie. Hetzelfde onderdeel werkt als een luidspreker, als een microfoon en als een elektrische generator. Het wordt daarom „piëzo-elektrische geluidsformer“ genoemd.

Een vervorming door druk op het membraan veroorzaakt een lading en genereert dus elektrische energie. Maar hetzelfde gebeurt met een verandering in temperatuur. Je kunt het eenvoudig proberen. Open de schakelaar en houd je warme vinger een paar seconden tegen het membraan aan. Sluit vervolgens het contact. Er ontstaat een klik en een lichtflits. Open vervolgens het contact en wacht iets langer totdat de schijf weer is afgekoeld. Het opnieuw

sluiten van het contact produceert een ander klikgeluid en een tweede lichtflits van de andere kleur. Gebruik een kabel in plaats van de knop om zelfs lichte ruis van de piëzo-geluidsformer te horen.



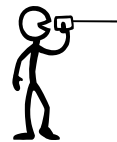
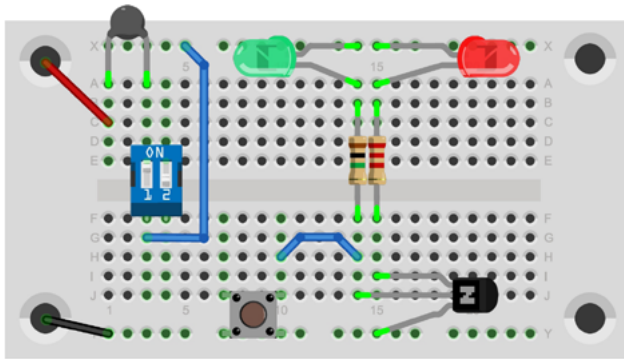
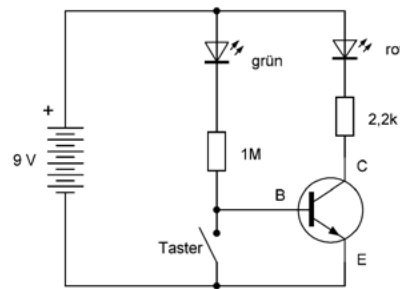
## II

# Versterkte stroom

Op de 11e dag krijg je een belangrijk component van je kalender: de transistor. De transistor heeft drie aansluitingen, die je niet mag verwarren. Ze worden emitter (E), basis (B) en collector (C) genoemd. Overigens is de afkorting C afkomstig van de Engelse spelling (collector). De emitter moet op de negatieve pool van de batterij worden aangesloten. Hiervoor moet de platte, gelabelde zijde van de transistor naar links wijzen.

Het experiment toont het typische gedrag van een transistor. Als de drukknop nog steeds open is, zal de groene led dimmen maar de rode zal zeer helder zijn. Als je op de knop drukt, gaat de rode led uit.

De transistor gedraagt zich als een schakelaar. Een kleine stroom door de basisaansluiting veroorzaakt dat een grote stroom wordt ingeschakeld door de collectoraansluiting. Maar als je de basis en de emitter via de knop verbindt of de groene led verwijdert, gaat de rode led ook uit.



## INFOBOX



### Transistors



De transistor in je experiment bevat een kristal van silicium. Silicium (Si) is in grote hoeveelheden aanwezig in normaal kwartzand (kwarts = siliciumoxide). Het behoort tot de halfgeleiders, dat wil zeggen tot de stoffen die de elektrische stroom noch goed geleiden, zoals metalen, noch goed isoleren, zoals glas of rubber. Om een zeer specifieke geleidbaarheid te bereiken, worden minimale hoeveelheden andere stoffen aan het zuivere silicium toegevoegd. Afhankelijk van de aard van deze stoffen wordt N-silicium of P-silicium verkregen. Er zijn drie lagen in je transistor: NPN. Andere typen hebben een verschillende volgorde van lagen, namelijk PNP. Ze werken op dezelfde manier, maar met een andere stroomrichting.

Transistors zijn belangrijke componenten op alle gebieden

van elektronica, in radio's en televisies, maar ook in smartphones en computers. Transistors zijn overal ingebouwd. Daarom loont het om precies te begrijpen hoe een transistor werkt.

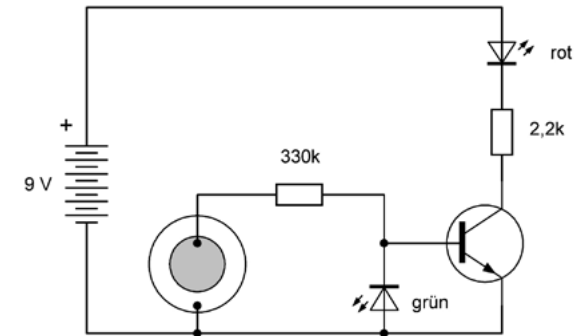
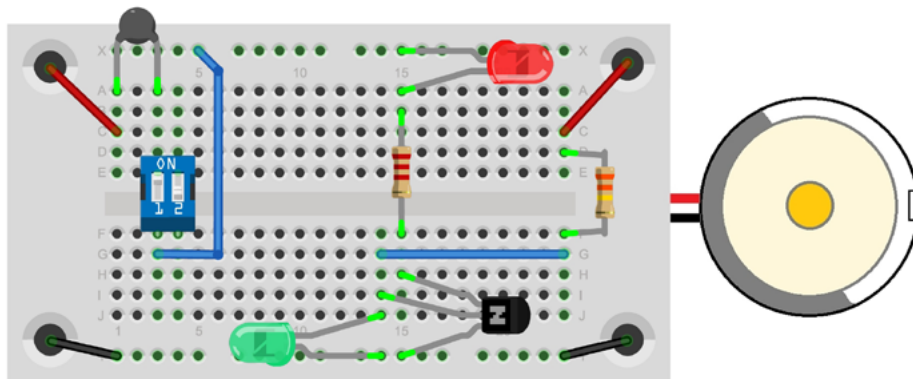
Bekijk je transistor eens goed. Er is een opschrift: BC547B. Met deze aanduiding kun je precies de juiste transistor bestellen, die overigens door verschillende bedrijven wordt gemaakt. Of je kunt op het internet zoeken naar het gegevensblad van dit type. Daarop staan veel eigenschappen en meetwaarden die gedeeltelijk alleen door professionals worden begrepen. Kort samengevat: deze NPN-transistor is bestand tegen een spanning van 50V en een stroom van 100 mA. En het kan de stroom minstens 200 keer versterken.

## 12

# Versterkte lichtflitsen

Achter het 12de deurtje vind je een weerstand met  $330\text{ k}\Omega$  (oranje, oranje, geel). Bouw deze in dit versterkercircuit in met een transistor. Als je nu zachtjes op de piëzo-schijf klopt, flitst de rode led sterk. Maar zelfs van de groene led komen zwakke lichtflitsen. Houd er rekening mee dat de groene led anders is geïnstalleerd dan normaal, namelijk met de anode (lange draad) op de negatieve pool van de batterij.

Omdat de transistor de stroom alleen in één richting geleidt, moet de groene led ervoor zorgen dat de stroom ook in de tegenovergestelde richting kan stromen. Omdat, zoals eerdere experimenten hebben aangetoond, de piëzo-omvormer een wisselstroom levert. In dit geval toont de groene led de direct gegenereerde stroom, de rode toont echter de door de transistor versterkte stroom.

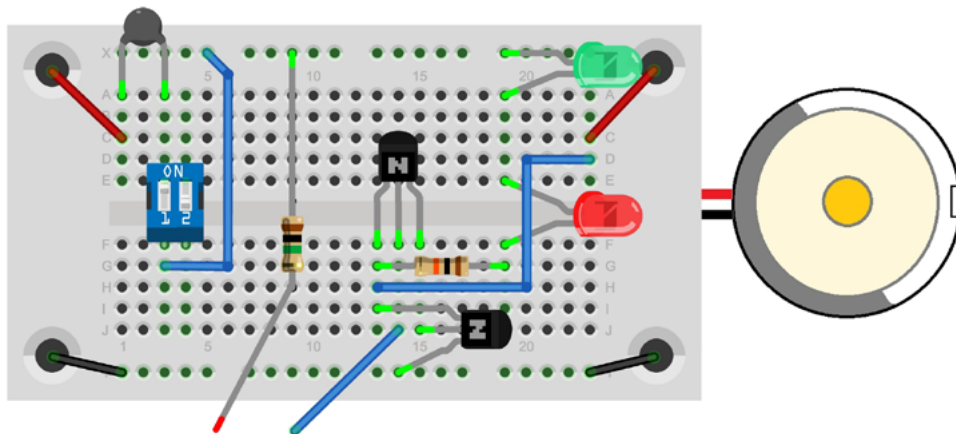




## 13

## Aanraakschakelaar

Achter deurtje nummer 13 vind je een tweede transistor van het type BC547. Deze moet nu samen met de eerste transistor zorgen voor nog meer versterking. Beide collector-aansluitingen zijn direct verbonden en de emitter van de eerste transistor leidt naar de basis van de tweede. Dit circuit wordt een Darlington-circuit genoemd. Zo wordt hier een aanraakschakelaar gebouwd. Wanneer je tegelijkertijd de kabel en de weerstand met je vinger aanraakt, stroomt er een kleine, onschadelijke en onhoorbare stroom door je vinger, versterkt tot het punt waarop beide leds zijn ingeschakeld.



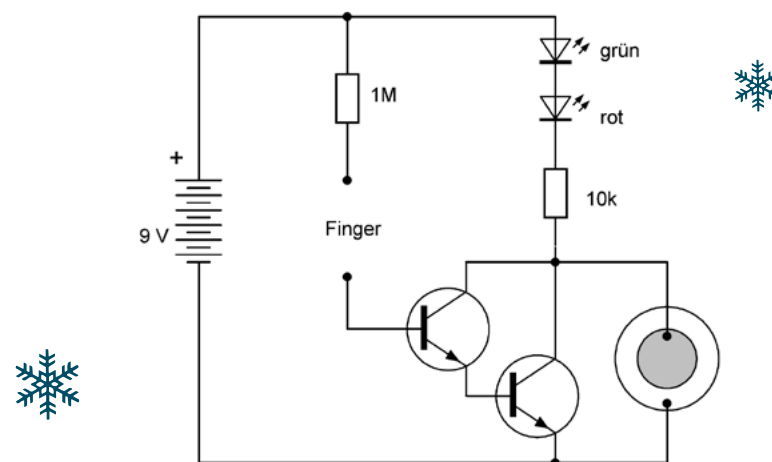
De luidspreker is weer verbonden met de collector van de transistors. En soms hoor je speciale geluiden. Raak alleen de basiskabel aan. Afhankelijk van de locatie hoor je geknetter, gezoem of gebrom uit de luidspreker. Het geluid kan nog sterker worden wanneer twee mensen beide draden aanraken. Het komt door de elektrische ladingen in de ruimte rondom je heen. Als je je voeten op de vloer plaatst, kunnen de leds knipperen of flikkeren. Het toont de elektrische lading van je lichaam als gevolg van wrijving op de schoenen.

## INFOBOX



## Het Darlington-circuit

De aansluiting van twee transistors zoals in het schakelschema wordt het Darlington-circuit genoemd. Twee transistors versterken meer dan één. Dit geldt in het bijzonder voor dit circuit, waarin de reeds versterkte stroom weer wordt versterkt door een tweede transistor. De naam komt van de uitvinder Sidney Darlington, die in 1952 met dit idee kwam. Beide collectoren zijn verbonden en de emitter van de eerste transistor vloeit naar de basis van de tweede. Het Darlington-circuit gedraagt zich als een enkele transistor met enorme versterking.



# 14

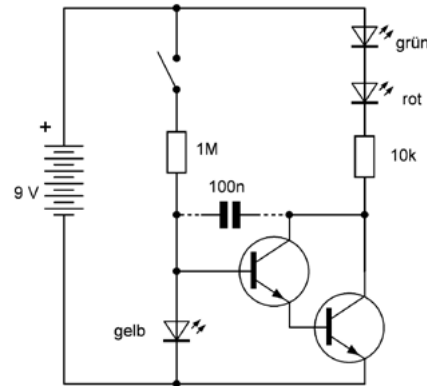
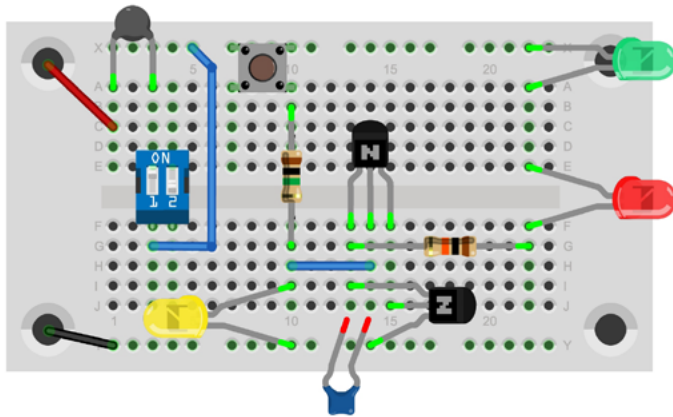
## De lichtsensor

Vanachter deurtje nummer 14 komt een gele led tevoorschijn. Je kunt deze in plaats van de rode of groene led inbouwen in je circuit om een andere kleur te proberen. Maar deze kan ook een heel andere taak vervullen. In dit experiment wordt de gele led gebruikt als lichtsensor. Bij belichting levert het een zeer kleine hoeveelheid stroom, vergelijkbaar met een zonnecel. Deze wordt vervolgens versterkt door twee

transistors en laat de twee andere twee leds oplichten. Bouw de condensator nog even niet in. Test het experiment met een zaklamp. Hoe meer je de gele led belicht, hoe helderder de twee andere leds zullen branden.

Bovendien wordt in dit circuit een condensator ingebracht die dient om het in- en uitschakelen aanzienlijk te vertragen. Pas als je je fotodiode lang genoeg hebt ver-

licht, gaan de rode en de groene led branden. Na het uitschakelen branden ze nog lang na en gaan ze slechts langzaam uit. Bovendien wordt de drukknopschakelaar ook geïnstalleerd. Je kunt daarmee het licht snel aanzetten en langzaam uit laten gaan over een periode van een half uur.



## INFOBOX



### Fotodiode

Elke diode bestaat uit een halfgeleider met een PN-overgang die de stroom in de ene richting geleidt en in de andere geen stroom doorlaat, waardoor de stroom wordt geblokkeerd. Naast leds zijn er ook gelijkrichterdiodes en fotodiodes van silicium, dus hetzelfde materiaal als waaruit je transistors zijn opgebouwd. Een fotodiode gebruikt een zeer groot vlak, zodat er veel licht van buitenaf tot de barrière laag kan binnendringen. Daar zorgt het licht ervoor dat een elektrische spanning wordt gegenereerd en dat elektriciteit kan stromen. Een led is vergelijkbaar opgebouwd, maar heeft slechts een zeer klein vlak. Daarom is de lichtafhankelijke stroom slechts klein. Maar na een grote versterking door de twee transistors is het voldoende voor dit experiment.

De rode of groene led kan ook werken als een fotodiode. Vervang de led in je circuit eens en let op de juiste installatierichting. Zo kun je dus onderzoeken welke led de beste fotodiode is.

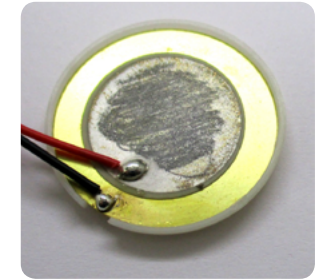
## 15

## De bewegingsmelder

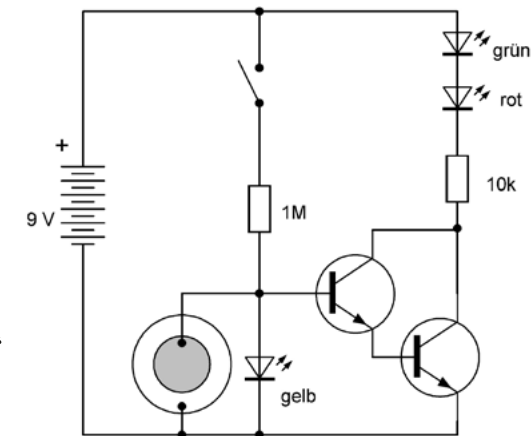
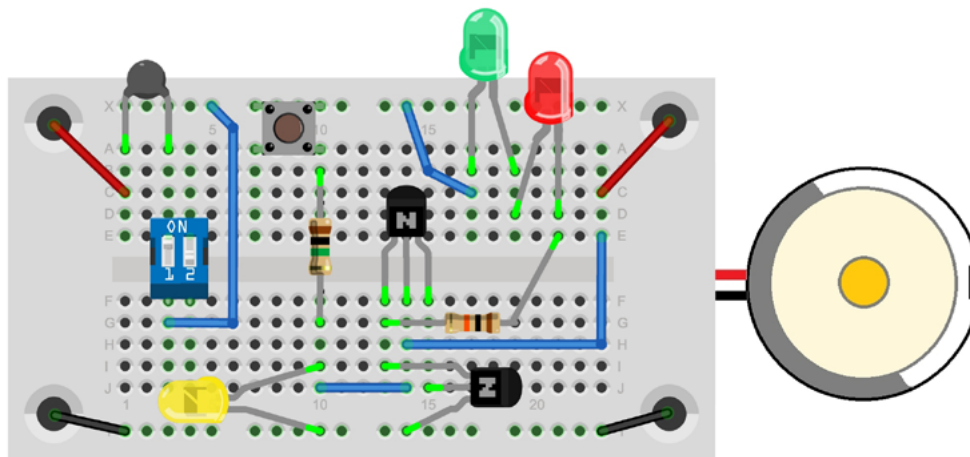
Achter het 15de deurtje is nog een kabel verborgen. Daarmee bouw je een infrarode bewegingsmelder. De piëzo-schijf is de eigenlijke sensor. Je weet immers al dat deze een elektrische spanning genereert wanneer de temperatuur verandert. En dat werkt ook zonder direct contact, als je maar dichtbij genoeg komt. Het werkt nog beter als je de zilveren laag van de schijf met een zacht potlood donker kleurt. Je warme hand straalt infraro-

de warmtestraling uit. Wanneer deze de zwartgemaakte sensor aanraakt, warmt deze een beetje op. Daarbij ontstaat slechts een zeer kleine elektrische spanning. Daarom heb je een goede versterker nodig, die hier uit een Darlington-circuit bestaat. Bovendien is er een zeer kleine basisstroom nodig, die wordt geleverd door de gele led, afhankelijk van de belichting. Bovendien zijn er knoppen voor continu licht.

Wacht even op een gelijkmatige, zwakke helderheid van de rode en groene leds. Met een korte druk op de knop kun je de wachttijd verkorten. Houd vervolgens je hand op een afstand van ongeveer 5 cm boven de piëzo-schijf. Na een paar seconden verandert de helderheid van de leds. Verwijder de hand weer en observeer de tegenovergestelde verandering in helderheid. De twee leds kunnen dus de nadering van de hand aangeven.



Je kunt echter niet de richting van de verandering voorspellen. Je kunt deze wijzigen door beide kabels van de piëzo-luidspreker te verwisselen. De leds zullen helderder oplichten als je je hand dicht bij de piëzo-schijf houdt. Je hebt dus een nachtlamp met naderingssensor gebouwd.





## 16

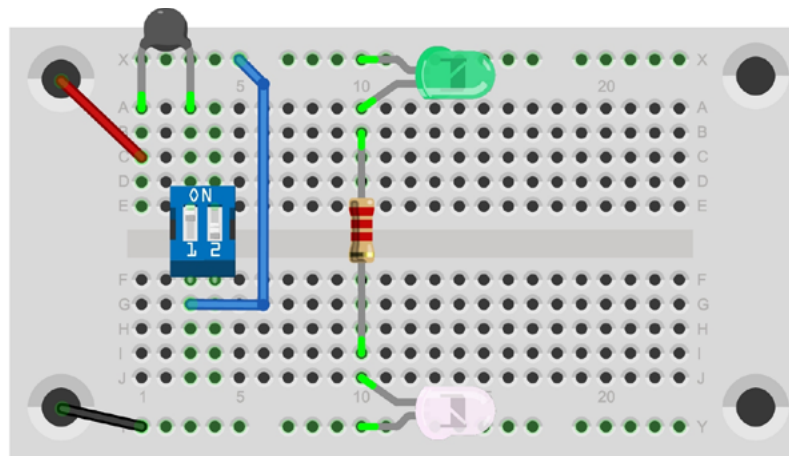
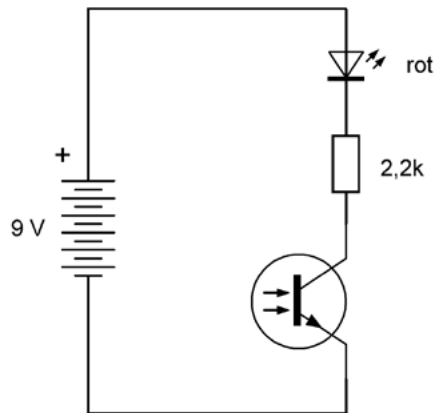
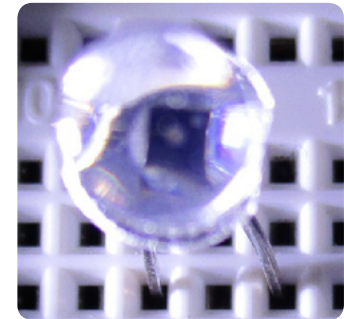
## Een lichtversterker

Open deurtje nummer 16 en neem de nieuwe component eruit. Op het eerste gezicht lijkt het op een led in een doorzichtig omhulsel, maar in feite is het een lichtsensor. Een fototransistor om precies te zijn. Bouw deze in samen met een weerstand en een led. Let daarbij op de installatierichting. Heel anders dan je het van een led kent, moet de lange draad op de negatieve pool worden aangesloten, want dat is de emitter.

De rode led brandt dan helderder als er meer licht op de fototransistor valt. In volledige duisternis gaat ook de rode led uit.

De fototransistor heeft net als een normale transistor een emitter (lange draad) en een collector (korte draad). Er is ook een basis, maar die heeft geen aansluiting. De basisstroom wordt namelijk geleverd door een ingebouwde fotodiode.

Als je de transparante behuizing vanaf de voorzijde bekijkt, zie je een relatief groot zwart vlak. Dit is de lichtgevoelige fotodiode. Deze is aanzienlijk groter dan het vlak van een led-kristal. Daarom is de fototransistor veel gevoeliger dan de led van je lichtsensor van experiment 14.



17

# Fototransistor/led-flip-flop

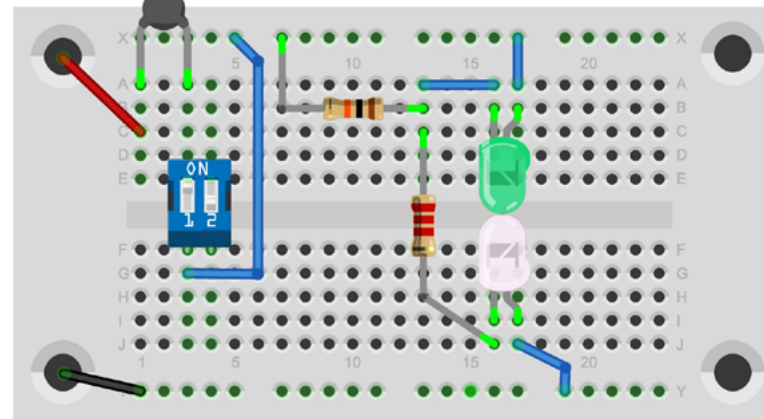
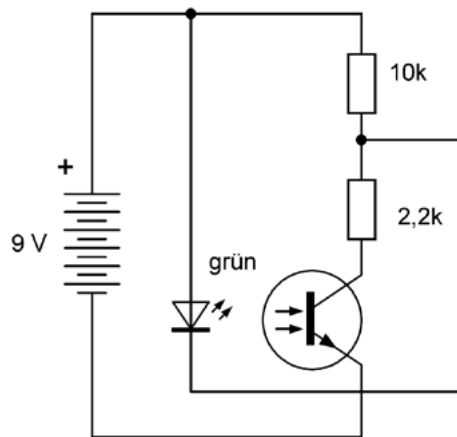


Achter deurtje nummer 17 vind je nog een kabel. Nu moet er een circuit met een led en een fototransistor worden gebouwd, die elkaar in- of uitschakelen. Buig de draden zodanig dat de led precies tegenover de fototransistor is geïnstalleerd en direct wordt belicht. Daarom wordt de ingeschakelde status zelfs in het donker behouden. Maar als je er een stuk papier tussen schuift, gaat de led uit en gaat deze ook niet automatisch aan als je het papier

verwijdert. Maar een korte lichtflits of het licht van een lamp is al genoeg om deze weer aan te zetten. Je kunt het circuit in een donkere kamer plaatsen en na een tijdje vaststellen of iemand in de tussentijd het licht heeft ingeschakeld.

Dit circuit wordt ook wel flip-flop-circuit genoemd omdat het kan schakelen tussen de twee standen aan (flip) en uit (flop). In dit geval wordt het om-

schakelen bereikt door belichting en schaduw. De weerstand van  $10\text{ k}\Omega$  bepaalt de helderheid waarmee de flip-flop overschakelt naar de aan-toestand. Als je in plaats daarvan een weerstand met  $330\text{ k}\Omega$  installeert, reageert het circuit al op veel zwakker licht.



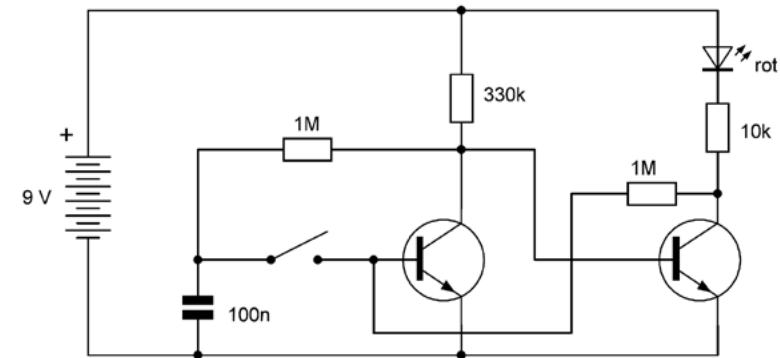
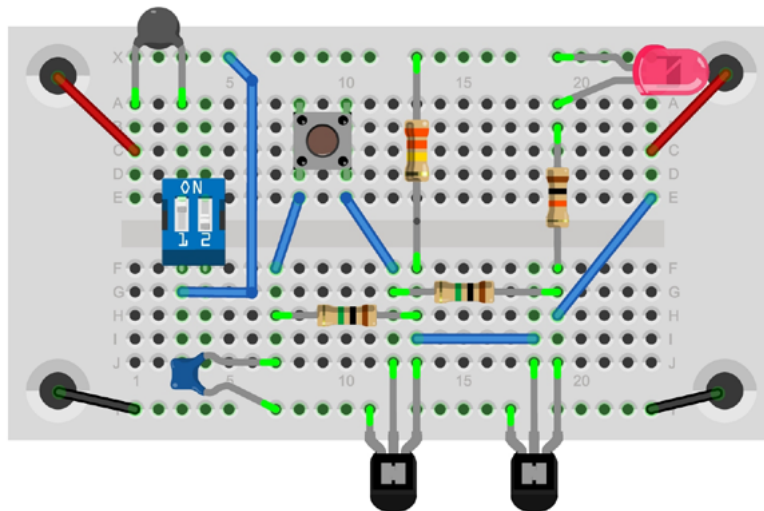
18

# Knopomschakelaar



Achter deurtje nummer 18 vind je nog een weerstand van 1 M $\Omega$  (1 Mohm, bruin, zwart, groen). Daarmee bouw je een knopomschakelaar. Telkens wanneer je op de knop drukt, verandert de toestand van de LED in aan - uit - aan - uit enzovoort. Na het loslaten blijft de laatste toestand behouden. Ook hier kan de luidspreker verbonden blijven. Je hoort bij het omschakelen telkens een klik.

Dit circuit wordt ook wel een toggle-flip-flop genoemd (Engels to toggle = omschakelen). Als je tien keer op de knop drukt, blijft de led gedurende deze tijd precies vijf keer branden. Daarom halveert dit circuit het aantal aan-toestanden.



## INFOBOX



### De flip-flop

Een flip-flop is een circuit dat twee stabiele toestanden kan hebben. De bestaande toestand blijft voor onbepaalde tijd opgeslagen, zolang je deze niet met opzet verandert. De flip-flop is daarom ook een informatiearchief. In dit geval wordt slechts één stuk informatie opgeslagen. Je kunt het „ja“ of „nee“ noemen, maar ook „één“ of „nul“ of in dit geval „aan“ of „uit“. Heel veel flip-flops samen worden gebruikt als geheugen in computers en slaan dienovereenkomstig grote hoeveelheden informatie op.

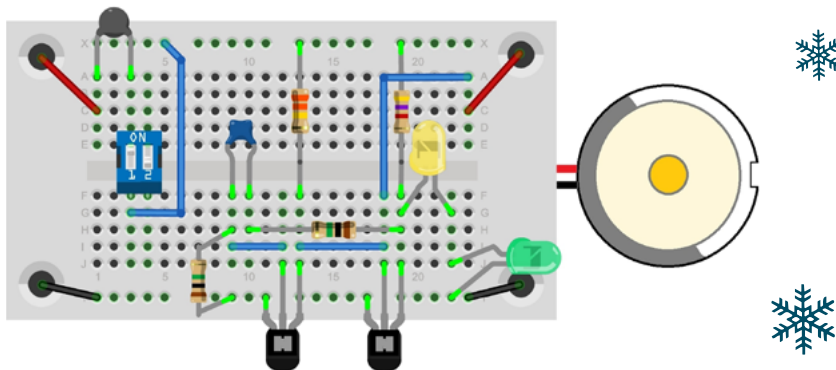
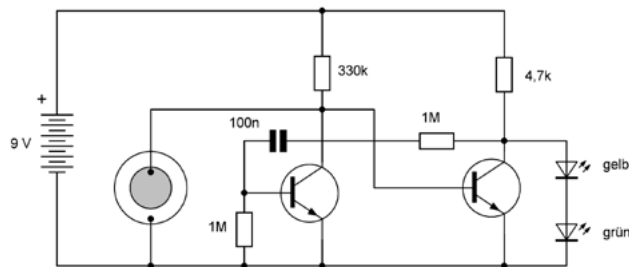


# 19

## Klopschakelaar

Open het 19de deurtje en neem een weerstand van 4,7 kΩ (geel, violet, rood) eruit. Bouw nu een flip-flop die de led gedurende korte tijd zal aanzetten telkens als je op de piëzo-schijf tikt en deze dan zelf weer uitschakelt. Vaak is het zelfs voldoende om naast de sensor op de tafel te kloppen. Bij de uitgang zijn dit keer twee leds in serie.

Een circuit zoals dit wordt een mono stabiele flip-flop genoemd. Dit betekent dat er maar één stabiele stand is, in dit geval de uit-stand. De aan-stand wordt slechts een korte tijd ingeschakeld, totdat de condensator volledig is opgeladen.



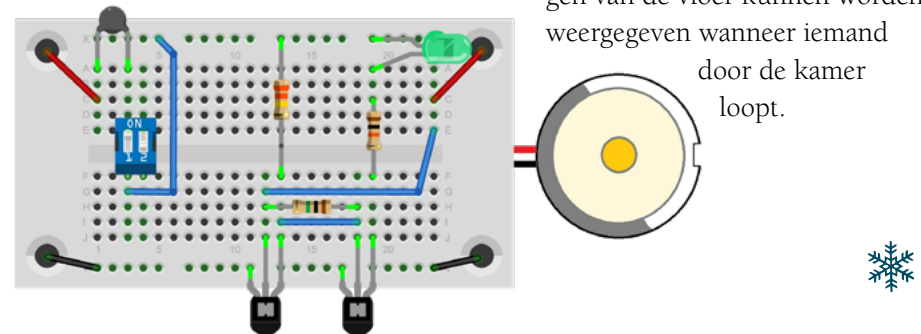
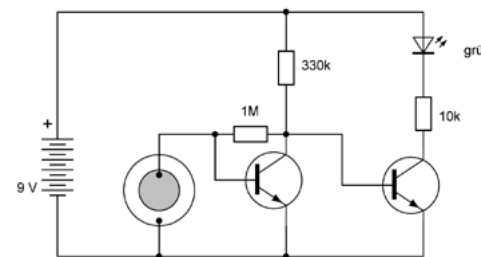
# 20

## Een trilling sensor

Het deurtje nummer 20 verbergt een weerstand van 10 kΩ (bruin, zwart, oranje). Deze wordt in dit circuit gebruikt als een serieweerstand voor de led. Twee transistors vormen een gevoelige versterker. In de ruststand brandt de led maar zwak. De piëzo-omvormer wordt aangesloten op de ingang van de versterker. Als nu

het membraan van de piëzo-elektrische omvormer in trilling wordt gebracht, wordt er een kleine spanning gecreëerd, die sterk wordt versterkt. Daarom knippert de led die duidelijk zichtbaar is.

Het circuit reageert zelfs bij hard geluid. De piëzo-omvormer werkt dan als een microfoon. Klap in je handen en kijk naar het knipperen van de led. Draai vervolgens de omvormer om en plaats een klein gewicht op het membraan. Dit kan bijvoorbeeld een gum of een muntje zijn. Tik vervolgens zachtjes op de tafel. De led knippert sterk. Zelfs de kleinste trillingen van de vloer kunnen worden weergegeven wanneer iemand door de kamer loopt.



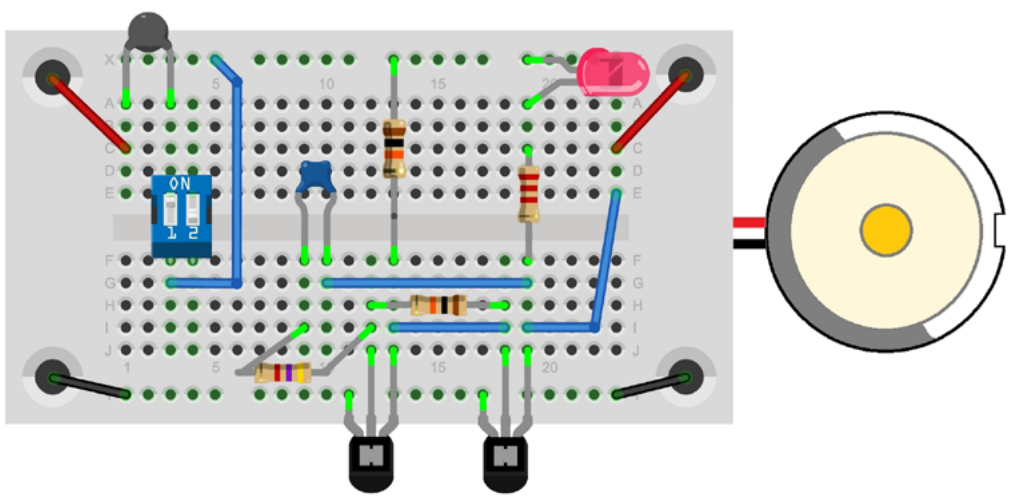
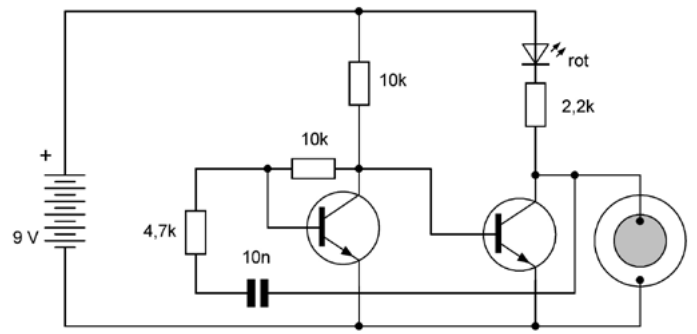
# 21

## Een toongenerator



Achter deurtje nummer 21 bevindt zich een condensator van 10 nF (opdruk 103). Bouw nu een elektronische toongenerator. Uit de luidspreker hoor je een uniforme toon. Raak de condensator aan met je vingers zodat deze een beetje warmer wordt. Het geluid verandert heel langzaam. Zelfs een aanraking van de piëzo-converter verandert het geluid.

De frequentie, dat wil zeggen de toonhoogte, is afhankelijk van de componenten. Verwissel de kleine condensator met 10 nF voor de grotere met 100 nF. Het geluid is nu veel dieper en klinkt meer als een knetteren. Het geluid kan worden gewijzigd door de geluidsopening van de luidspreker gedeeltelijk te sluiten.



De led lijkt gelijkmatig te branden. Maar als je een snelle beweging maakt met je ogen, zie je dat deze eigenlijk heel snel knippert. Je kunt het knipperen nog duidelijker zien als je de led bekijkt via een kleine spiegel die je tegelijkertijd beweegt. Zo kun je zelfs de individuele trillingen van de hoge toon herkennen.

De twee transistors worden telkens opnieuw in- en uitgeschakeld. Dit circuit wordt een instabiele flip-flop genoemd omdat geen van beide standen stabiel is. De snelle veranderingen produceren een beweging van de piëzoschijf en dus een geluid.

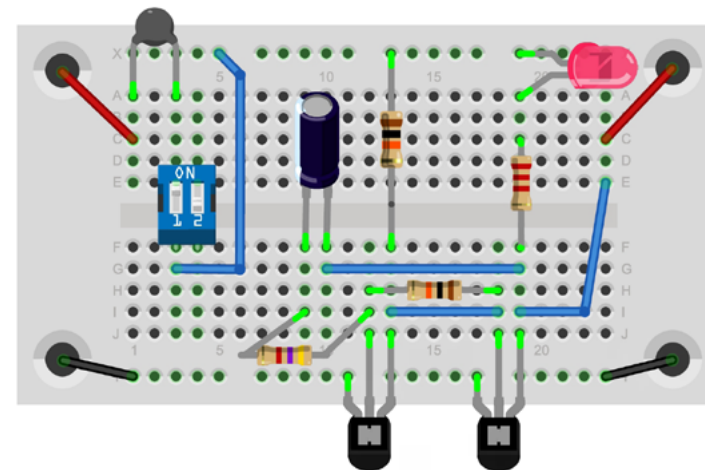
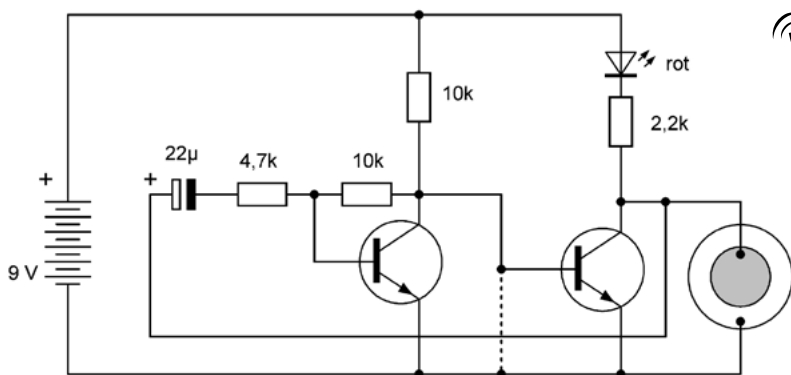


22

# Led-knipperlicht

Deurtje 22 verbergt een grotere condensator van 22  $\mu\text{F}$  (22 microfarad). Het is een elektrolytische condensator (elco) met een positieve pool en een negatieve pool. Let tijdens de installatie op de richting. De negatieve pool heeft de kortere draad en is gemarkeerd met een witte streep. Een microfarad is 1000 keer groter dan een nanofarad. 22  $\mu\text{F}$  is daarom 220 keer meer dan 100 nF. Zet de elco in het circuit van gisteren. Hierdoor verandert de toongenerator in een langzaam knipperlicht. Als de luidspreker nog is aangesloten, hoor je een langzame klik.

Dit circuit kan ook als alarmsysteem worden gebruikt. Het schakelschema toont een stippellijn die een kabel vertegenwoordigt die aanwezig is of niet. Als je een kabel installeert tussen de basis en de emitter van de rechter transistor, schakel je het knipperen uit. Deze kabel is je alarm lus. Deze bind je met een draadje vast aan een deur of een raam en het wordt er dan uitgetrokken bij het openen. Op deze manier zie je het alarm. Als je de kleine condensator met 10 nF gebruikt, hoor je het alarm.



## INFOBOX



### De oscillator

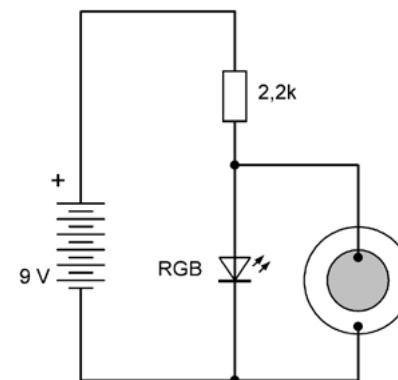
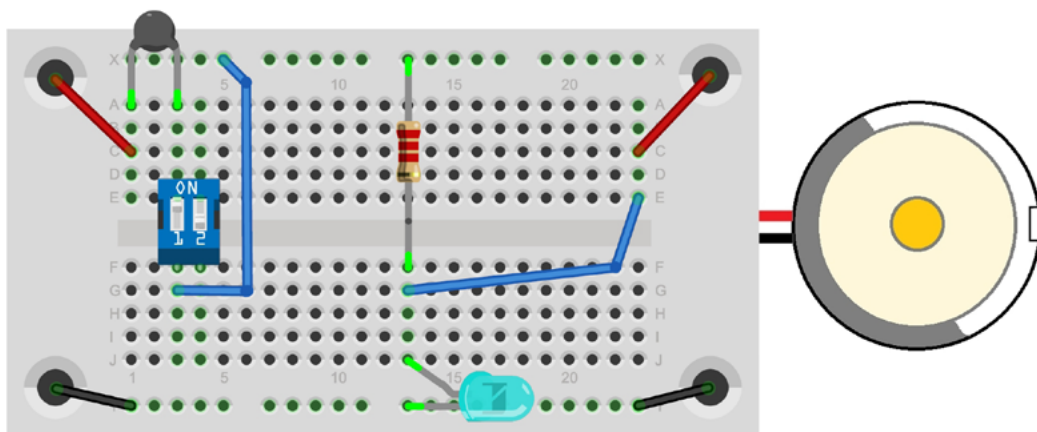
Een circuit dat automatisch trillingen genereert, wordt ook een oscillator genoemd. Oscillatoren zijn belangrijke circuits in elektronica en computertechnologie. In een computer werken veel componenten in gelijke fase. En deze fase wordt gedirigeerd door een oscillator, net zoals een dirigent een heel orkest dirigeert met zijn stokje.

23

# Automatische kleurwisseling

Open deurtje nummer 23 en haal er een heel speciale led uit met transparante behuizing. Deze bevat eigenlijk drie led-kristallen in de kleuren rood, groen en blauw (RGB), evenals een controller die de afzonderlijke kleuren omschakelt en deze in elkaar overbrengt. Als je aan de voorkant in de uitgeschakelde RGB-led kijkt, zie je de afzonderlijke delen.

Net als een normale led heeft de RGB-led een seriële weerstand nodig. Bovendien is de piëzo-luidspreker ook aangesloten in dit experiment. Je hoort vreemde geluiden die optreden bij het wisselen van kleuren. Soms genereert de controller een soort van wisselend knipperlicht. Dan hoor je alleen een klik. In andere fasen wordt het gelei-



delijk van de ene kleur naar de andere gemengd. In feite schakelt de controller alle leds dan snel achter elkaar aan en uit, waardoor de verhouding van de inschakellengtes verandert. Zo ontstaat er een veranderlijke toon.



## Let op!

Kijk niet direct van dichtbij in de ingeschakelde led! Vooral het blauwe licht is schadelijk voor je ogen.

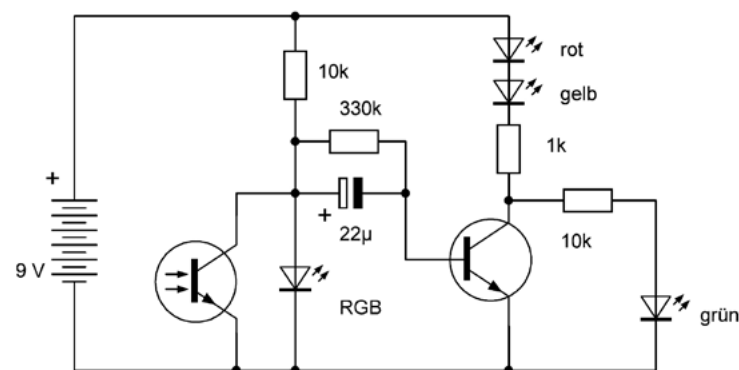
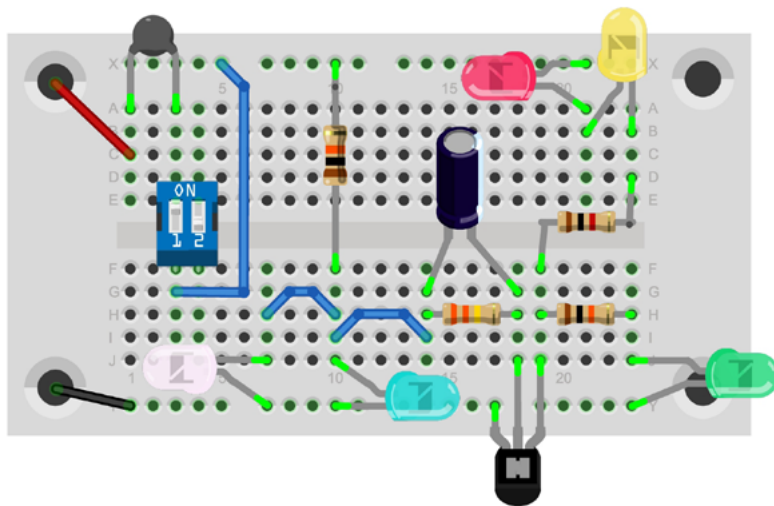


# 24

## Het viervoudige knipperlicht

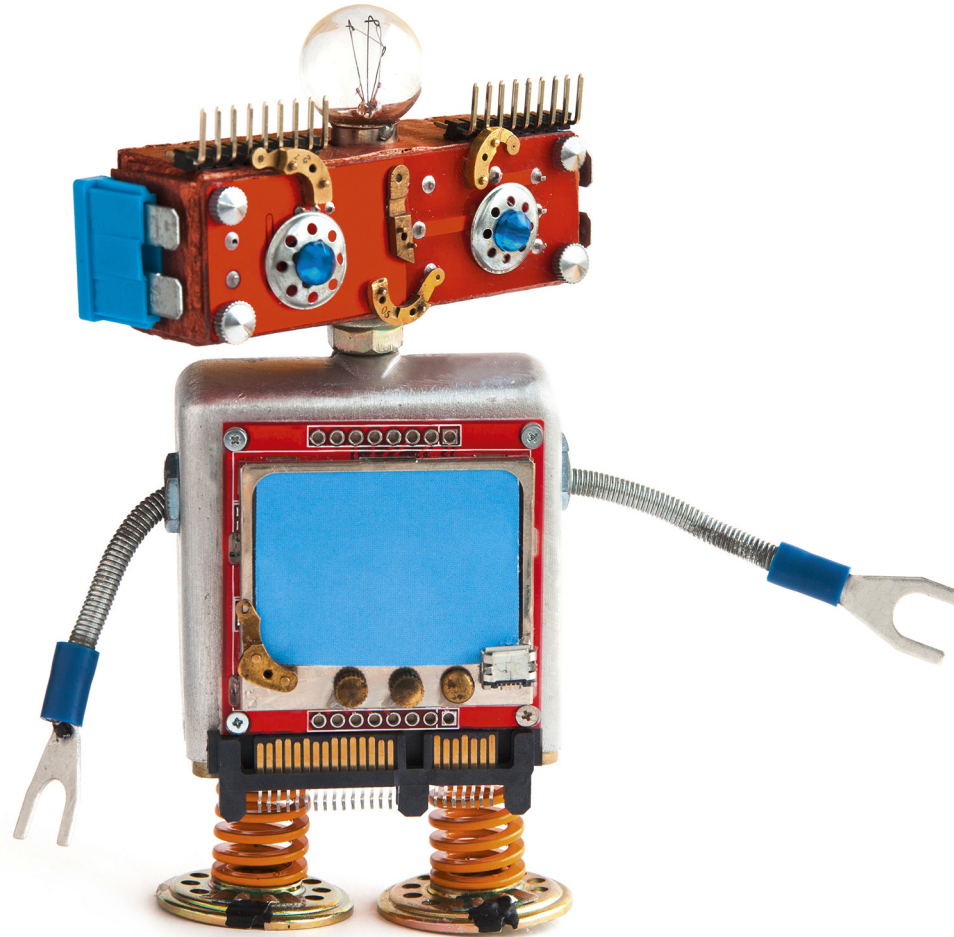
Van achter het 24ste deurtje komt een weerstand met slechts 1 kΩ (bruin, zwart, rood) tevoorschijn. Deze wordt gebruikt om een grotere led-stroom en meer helderheid te bereiken. Het circuit gebruikt alle leds samen. Ze kunnen allemaal knipperen, flitsen en flikkeren, wat wordt bestuurd door de

RGB-led en de transistor. Bovendien is de fototransistor ingebouwd om de flikkering bij hoge helderheid uit te schakelen. Zo heb je een kerst-ledlamp gebouwd, die alleen in het donker actief is. De lichten doen denken aan fonkelende sterren en flikkerende kaarsen.



Nu heb je al zoveel experimenten opgebouwd dat je zeker je eigen ideeën en wijzigingsexperimenten kunt omzetten. Je weet immers hoe je een knipperlicht of geluid maakt of hoe de led-helderheid kan worden gewijzigd en nog veel meer. Bewaar alle componenten goed en ga er verder mee experimenteren. Misschien bedenk je op een dag nieuwe dingen.





MAKERFACTORY  
distributed by Conrad Electronic SE  
Klaus-Conrad-Str. 1 | 92240 Hirschau  
www.makerfactory.com

Made in P. R. China  
© 2019 Franzis Verlag GmbH  
Richard-Reitzner-Allee 2  
D-85540 Haar, Germany  
2019/01



WEEE-REG.-NR.:  
DE 21445697



N° 1968203



GTIN 4019631150622

96060002