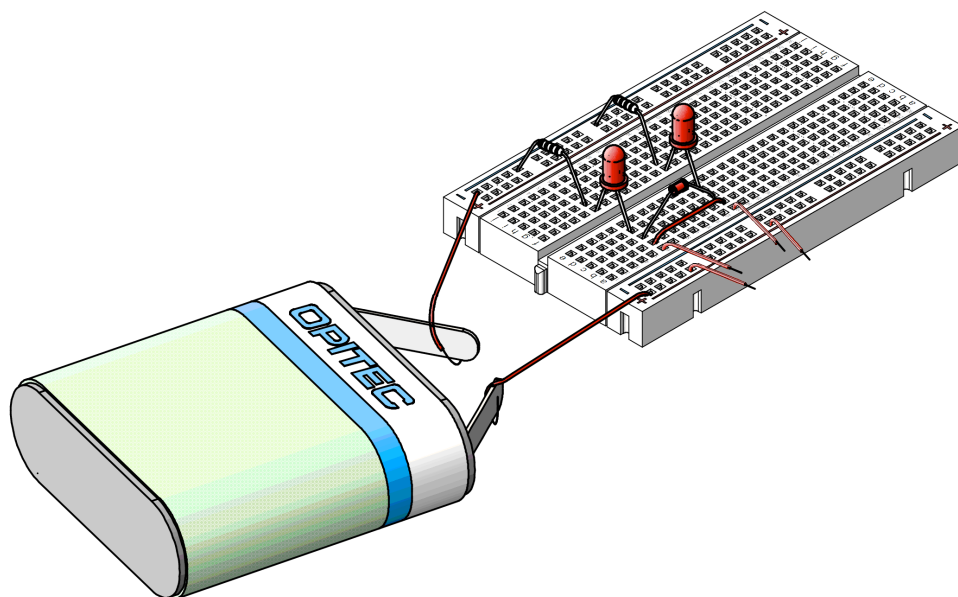
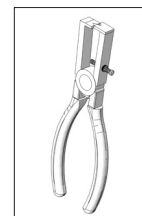


118.392

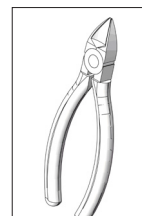
# Elektronisch leerprogramma met breadboard



Benodigd gereedschap:



Afstriptang



Zijsnijtang

## Let op!

Opitec bouwpakketten zijn na afbouw geen speelgoed, maar leermiddelen als ondersteuning in het onderwijs. Dit bouwpakket mag door kinderen en jongeren alleen onder toezicht van een volwassene worden gebouwd en gebruikt. Niet geschikt voor kinderen jonger dan 36 maanden. Verstikkingsgevaar!

| Stuklijst                   | Aantal | Afmeting (mm)   | Omschrijving                | Nr. |
|-----------------------------|--------|-----------------|-----------------------------|-----|
| Insteekplaat/breadboard     | 1      | 83x55           | Insteekplaat                | 1   |
| Platte stekkerhuls          | 2      | 6,3             | Verbinding voor de batterij | 2   |
| Weerstand 1,8 kOhm          | 1      |                 | Weerstand                   | 3   |
| Weerstand 6,8 kOhm          | 2      |                 | Weerstand                   | 4   |
| Weerstand 18 kOhm           | 2      |                 | Weerstand                   | 5   |
| Weerstand 130 Ohm           | 2      |                 | Weerstand                   | 6   |
| Transistor BC 548 of BC 547 | 2      |                 | Transistor                  | 7   |
| Elco 22 $\mu$ F             | 2      |                 | Condensator                 | 8   |
| Elco 1000 $\mu$ F           | 1      |                 | Condensator                 | 9   |
| Lichtdiode rood             | 2      | $\varnothing$ 5 | LED                         | 10  |
| Lichtdiode groen            | 1      | $\varnothing$ 5 | LED                         | 11  |
| Diode                       | 1      |                 | Diode                       | 12  |
| Trimmer 1 kOhm liggend      | 1      |                 | Trimmer                     | 13  |
| Schakeldraad rood           | 1      | 500             | Schakeldraad                | 14  |
| Schakeldraad zwart          | 1      | 500             | Schakeldraad                | 15  |

## **Algemeen:**

### **Hoe functioneert een breadboard?**

Het breadboard ook wel insteekplaat genoemd - maakt het experimenteren met elektronische onderdelen enorm gemakkelijk. De onderdelen kunnen er eenvoudig in gestoken worden zonder solderen.

Schakelingen kunnen direct op het breadboard worden geplugd.

Omdat de productie van een complete plaat erg duur is, is een breadboard een snel en eenvoudig alternatief.

Oorspronkelijk was de Engelse term afkomstig van de eerste vorm van schakelingen, die eenvoudig aan een houten plank werden genageld. Deze houten planken deden denken aan ontbijtborden en het breadboard werd broodplank genoemd.

De truc bij het breadboard is, dat sommige gaten op het board geleidend met elkaar verbonden zijn. In de afbeelding van het breadboard rechts zijn deze verbindingen gemarkeerd met lijnen. In het buitenste deel lopen deze in twee parallel stroken (+ en -) van boven naar beneden, terwijl in het midden van het breadboard elke 5 gaten horizontaal worden gecombineerd tot een kolom.

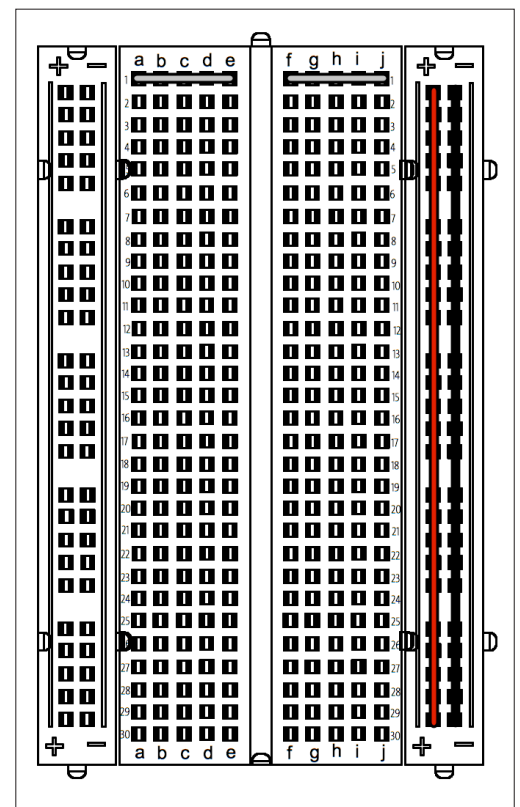
Er zit een groot gat tussen deze rijen (a-e + f-g). Op dit punt kunnen DIP IC's op het bord worden aangesloten.

Andere componenten zoals weerstanden, condensatoren of transistors, enz. kunnen overal in de blokken worden geïnstalleerd. Om ze met elkaar te verbinden, kun je één pootje van de componenten in een gemeenschappelijke rij plaatsen of met draadbruggen werken.

De meeste breadboards hebben een stroomvoorziening aan de zijkant. Meestal is Plus door rood en Min door zwart aangeduid.

Breadboards zijn een geweldige manier om snel nieuwe schakelingen te bouwen. Er zijn echter enkele beperkingen:

- SMD-componenten kunnen niet worden gebruikt zonder extra adapters.
- Breadboards zijn niet geschikt voor hoge spanningen en stromen.
- Vanaf een bepaalde grootte worden de schakelingen onoverzichtelijk
- Breadboards zijn alleen geschikt voor schakelingen met hoge frequenties.



### **De LED-lichtdiode**

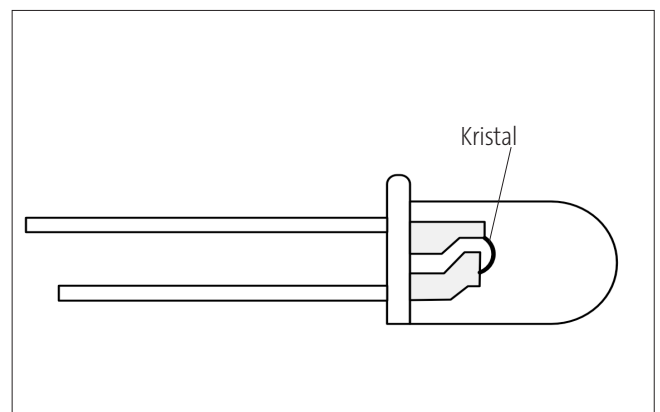
Een lichtdiode is geen gloeilamp.

Het licht van een lichtdiode (LED) ontstaat doordat een klein kristal elektromagnetische golven uitstraalt, die wij kunnen zien.

Houd je een lichtdiode tegen een lichtbron (lamp, raam) dan kun je het kristal zien.

Dit licht is zo fel, dat LED's als zaklamp, kamerlamp en in de auto-industrie gebruikt worden.

In de meeste moderne apparaten worden LED's gebruikt voor het weergeven en besturen van functies, zoals in MP-3 spelers, computers, digitale uurwerken, HiFi installaties en televisies.



Overal waar kleine 'lampjes' oplichten en daarmee iets laat zien, zijn LED's. Ze zijn er in de kleuren wit, rood, geel, groen, blauw en met kleurwissel (RGB-Rainbow). De meest voorkomende vorm is rond, maar ook in vierkante en driehoek vormen worden LED's gebruikt.

Over de voordelen ten opzichte van kleine gloeilampen wordt het volgende gezegd:

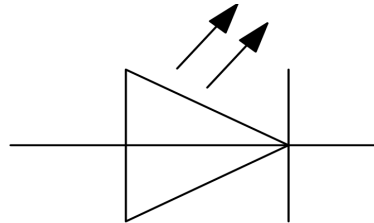
- gering stroomverbruik
- schokbestendig
- onbreekbaar
- zeer lange levensduur
- kleine benodigde ruimte

In de Engels taal wordt de lichtdiode afgekort met Light-Emitting-Diode, afgekort: LED.

Deze afkorting is in de elektronica gebruikelijk. Zoals alle elektronische componenten heeft ook de LED een schakelsymbool

#### Schakelingen LED

De twee pijlen symboliseren het uitstralende licht.

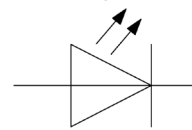


#### Let op:

Wanneer je een lichtdiode (LED) wilt laten branden, moet je het volgende in acht nemen:

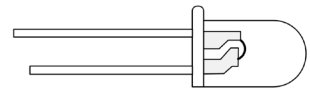
1. De lichtdiode moet met de juiste polen aangesloten worden, anders gebeurt er niets. Hiervoor zijn de aansluitingen met de aanduidingen ANODE (A+) en KATHODE (K-) voorzien. De lichtdiode is te klein, om de begrippen op af te drukken, daarom kun je aan de aansluitpootjes zien, welke draad Anode en welke Kathode is.

#### Schakelingen:



Anode (A) lang pootje (+)

Kathode (K) kort pootje (-)



Aan de Anode wordt de Plus (+) aan de kathode Min (-) aangesloten.

2. Een in de handel verkrijgbare lichtdiode mag nooit worden aangesloten op een spanningsbron met meer dan ca. 1,6 Volt (er zijn lichtdiodes met verschillende spanningswaarde die opgezocht kunnen worden uit de technische gegevens van de fabrikant) en kunnen dan doorbranden. Maar aangezien de meeste apparaten en schakelingen een spanning van meer dan 1,6 volt gebruiken, moet de spanning via een andere elektronische component tot 1,6 volt worden teruggebracht. Dit vereiste component is de WEERSTAND.

**Hier zijn de weerstandswaarden voor de meest voorkomende spanningsbronnen:**

| Spanning | Weerstand |
|----------|-----------|
| 4,5 Volt | 130 Ohm   |
| 6 Volt   | 180 Ohm   |
| 9 Volt   | 390 Ohm   |
| 12 Volt  | 510 Ohm   |
| 24 Volt  | 1,2 kOhm  |

#### De weerstand

Een weerstand is een elektronisch component die de stroomsterkte beperkt of verzwakt.

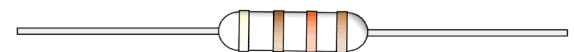
De meest voorkomende weerstanden bestaan uit een koolstoflaagje (kool is een slechte geleider) op een kleine keramische buis. Aan het begin en einde van het buisje bevinden zich de aansluitdraden.

De kleurringen op de weerstand geven de weerstandswaarde aan.

Deze waarde wordt in Ohm ( $\Omega$ ) aangeduid en geeft informatie, of de weerstand een grote of een kleine stroom doorlaat.

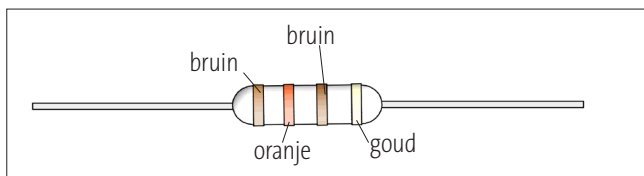
Dus, een weerstand met een hoge Ohmwaarde, bijv. 1,8 k  $\Omega$  (1800  $\Omega$ ), laat minder stroom door dan een weerstand met een kleinere Ohmwaarde, bijv. 130  $\Omega$ .

Met behulp van de volgende tabel kun je gemakkelijk uitvinden, welke Ohmwaarde de gebruikte weerstanden hebben.

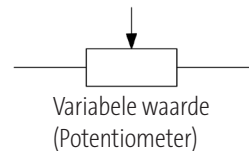


| Ringkleur | 1.Ring | 2.Ring | 3. Ring/ vermenigvuldiger | 4. Ring/ tolerantie |
|-----------|--------|--------|---------------------------|---------------------|
| zwart     | 0      | 0      | 1                         | 1 %                 |
| bruin     | 1      | 1      | 10                        | 2 %                 |
| rood      | 2      | 2      | 100                       | -                   |
| oranje    | 3      | 3      | 1000                      | -                   |
| geel      | 4      | 4      | 10000                     | -                   |
| groen     | 5      | 5      | 100000                    | -                   |
| blauw     | 6      | 6      | 1000000                   | -                   |
| violet    | 7      | 7      |                           | -                   |
| grijs     | 8      | 8      |                           | -                   |
| wit       | 9      | 9      |                           | -                   |
| goud      |        |        | 0,1                       | 5 %                 |
| zilver    |        |        | 0,01                      | 10 %                |
|           |        |        |                           | zonder ring 20 %    |

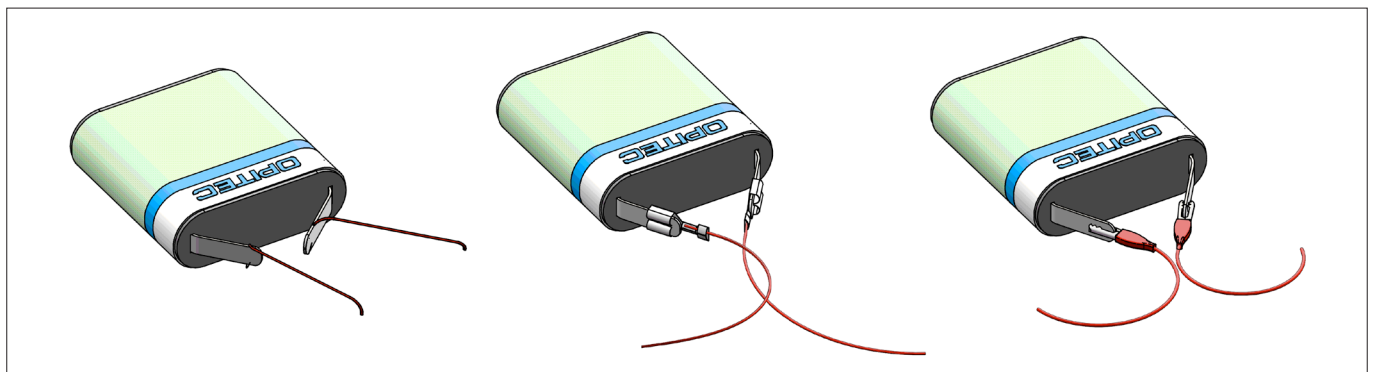
**Voorbeeld:** 130 Ohm met 5% tolerantie



**Schakelingen:**



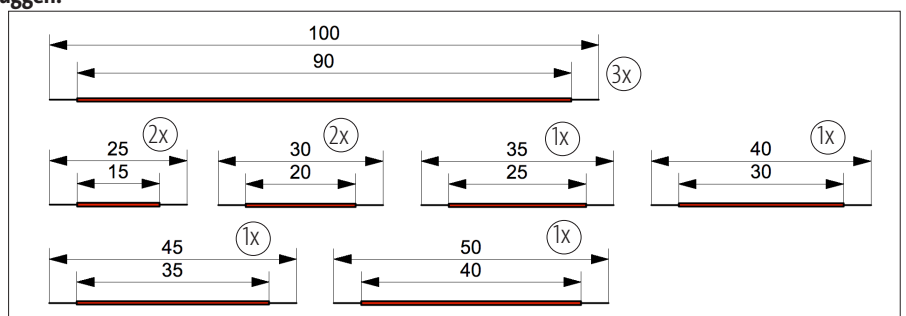
**Mogelijkheden aansluiten breadboard aan batterij:**



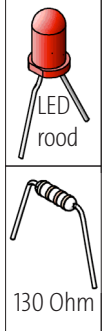
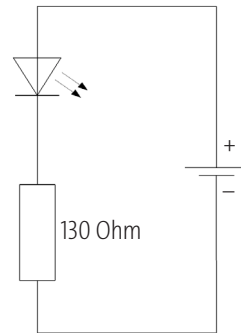
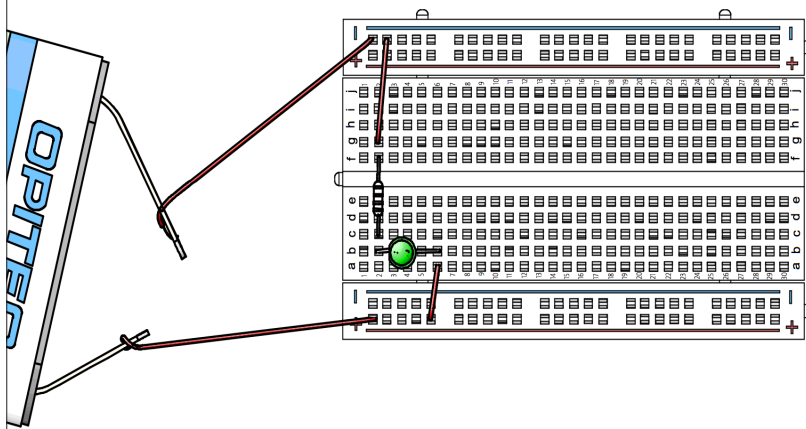
Er zijn verschillende mogelijkheden het breadboard aan de batterij aan te sluiten. Hiervoor twee stukken van het schakeldraad (ca. 110 mm) afknippen en aan beide kanten strippen. De draadeinden kunnen eenvoudig, door het omwikkelen van - en + Pool, aan de batterij bevestigd worden. Eveneens kunnen de draadeinden aan de bijgevoegde platte stekkerhulzen (2) bevestigd en aansluitend aan de Pool geschoven worden. Een andere mogelijkheid is het aansluiten van de draden met krokodilklampen. De vrije draadeinden worden in het breadboard in de daarvoor bestemde strip voor de + Pool resp. - Pool gestoken.

**Het knippen van de kabels voor verbindingen en bruggen:**

Voor de opbouw van de verschillende schakelingen zijn kabelstukken nodig zoals verbindingen en bruggen. Deze (zoals afgebeeld) van het resterende schakeldraad afknippen en dubbelzijdig strippen.



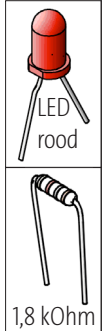
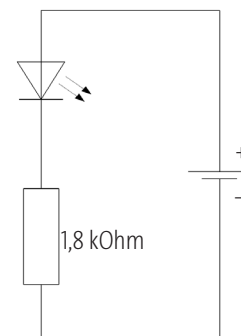
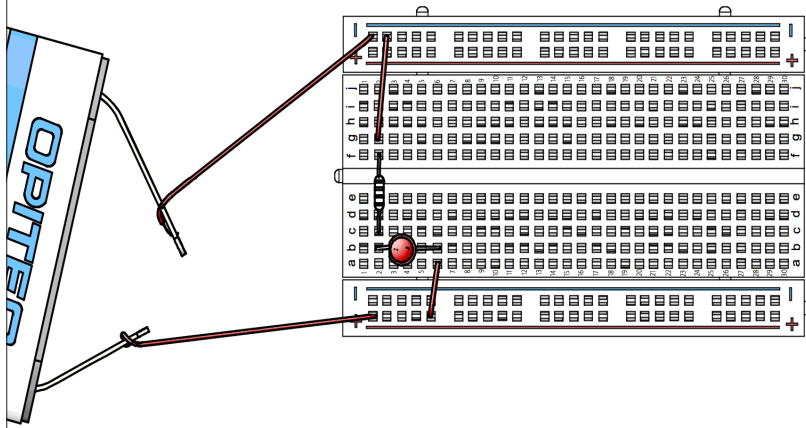
Experiment 1



Een verbindingkabel (20mm) pakken en in het breadboard in de +-rij steken. Het andere einde bij aansluiting 6a insteken. De Kathode van de LED bij aansluiting 2b en de Anode van de LED bij 6b insteken. De weerstand (130 Ohm) bij 2c en 2f insteken. Een 30 mm stuk schakeldraad (aan beide kanten gestript) bij 2g en de -rij insteken. Batterij zoals op pag. 3 beschreven aansluiten.

**Resultaat:** de LED brandt fel!

Experiment 2

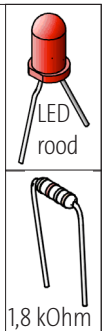
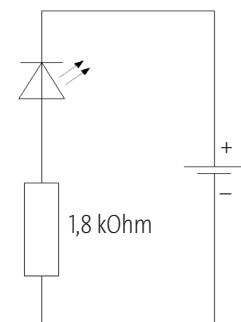
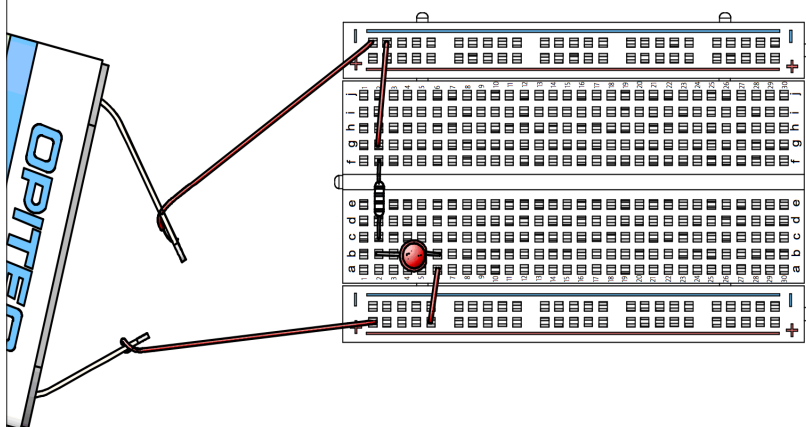


Een verbindingkabel (20mm) pakken en in het breadboard in de +-rij steken. Het andere einde bij aansluiting 6a insteken. De Kathode van de LED bij aansluiting 2b en de Anode van de LED bij 6b insteken. De weerstand (1,8 kOhm) bij 2c en 2f insteken. Een 30 mm stuk schakeldraad (aan beide kanten gestript) bij 2g en de -rij insteken. Batterij zoals op pag. 3 beschreven aansluiten.

**Die LED brandt nu:** \_\_\_\_\_

**Waarom? Omdat de weerstand:** \_\_\_\_\_

Experiment 3



De LED verwijderen en de aansluiting omwisselen en weer plaatsen.

**Die LED brandt nu:** \_\_\_\_\_

**Waarom? Het antwoord wordt verkregen bij het volgende experimenten met een diode**

## De diode

Een diode is ook een veel gebruikte component in elektronica. Het is een zogenoemde **halfgeleider**. Bijv. koper is een goede geleider, kunststof een slechte geleider en daartussen zit een halfgeleider van bijv. silicium, zo krijg je een diode.

Nu heeft deze 'halfgeleider-diode' een zeldzame eigenschap:

Het leidt de stroom alleen in een richting, zoals een ventiel van een fietsband alleen lucht in de banden laat stromen.

Er wordt een onderscheid gemaakt tussen stroomrichting en omgekeerde richting.

Deze ventielwerking van de diode wordt bijv. gebruikt, om van een spanning met wisselende richting (wisselstroom), een spanning met gelijkblijvende richting (gelijkstroom) te produceren.

Een andere toepassing krijgt de diode wanneer ongewenste stroom wordt "geblokkeerd". Dit wordt bij onze experimenten nog duidelijker.

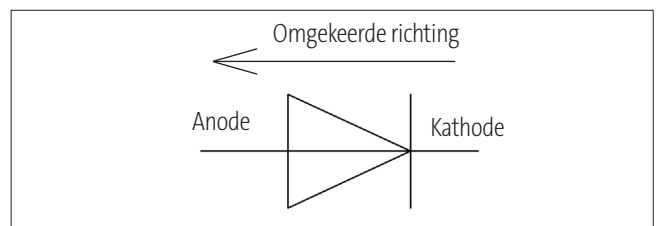
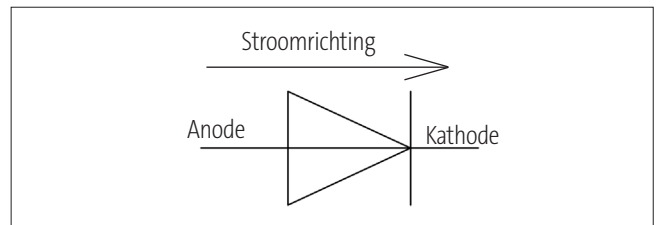
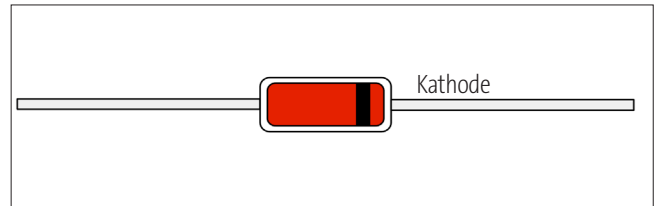
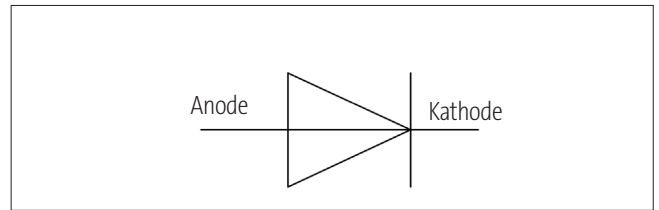
Om ook zonder experimenten te herkennen, hoe een diode is geïnstalleerd (stroom- of omgekeerde richting), heeft de diode een schakelteken.

Als schakelteken moet op de aansluiting A = Anode (+) en K = Kathode (-) gelet worden!

Diodes zijn erg klein en kunnen niet worden gelabeld met veel gegevens. De kathode wordt gekenmerkt door een brede kathode ring.

Een diode wordt dan in de stroomrichting geschakeld wanneer deze wordt verbonden met de Anode (+) en met de Kathode (-).

Een diode is dan in omgekeerde richting geschakeld, wanneer de polen omgekeerd aangesloten zijn.



## Experiment met de diode:

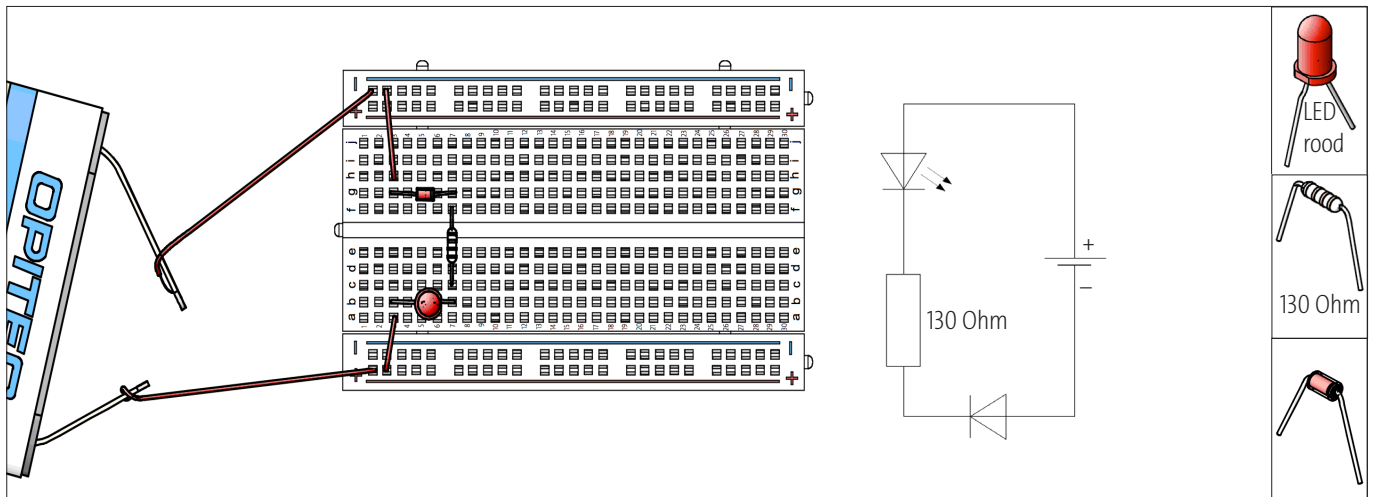
Experiment 1

A circuit diagram showing a battery connected to a 130 Ohm resistor and a diode. The diode is oriented with its Anode towards the positive terminal of the battery. The resistor is connected in series with the diode.

LED rood

130 Ohm

Een verbindingskabel (20mm) pakken en in het breadboard in de +rij steken. Het andere einde bij aansluiting 3a insteken. De Kathode van de LED bij aansluiting 7b en de Anode bij 3b insteken. De weerstand (130 Ohm) bij 7c en 7f insteken. De Anode van de diode bij 7g en de Kathode bij 3g insteken. Een 30 mm stuk schakeldraad (aan beide kanten gestript) bij 3h en de -rij insteken. Batterij zoals op pag. 3 beschreven aansluiten. **Resultaat:** De LED brandt!



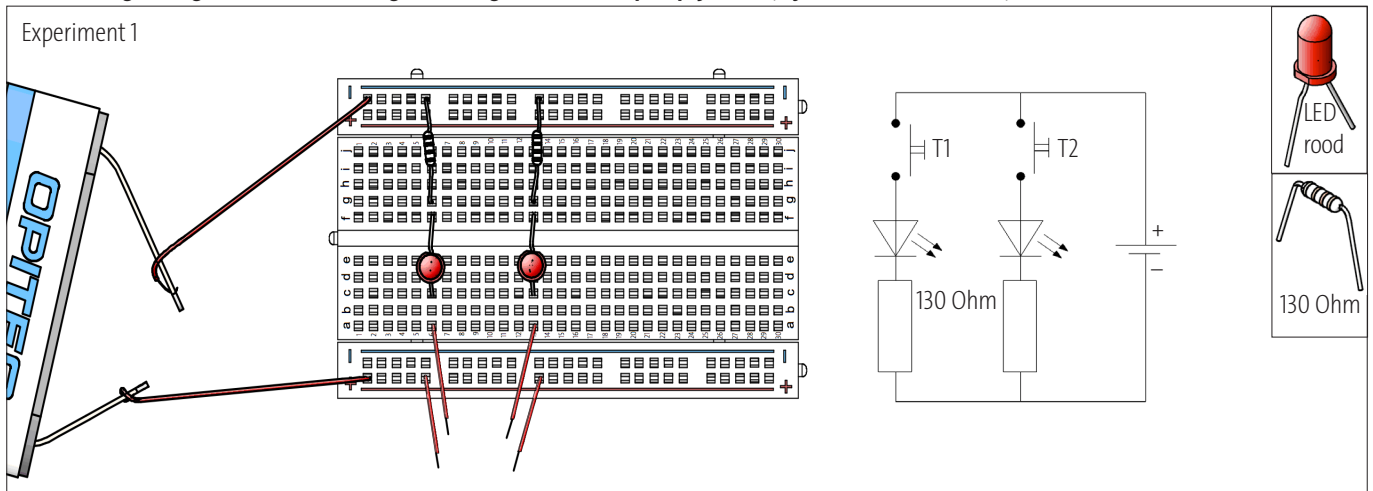
De aansluiting van de diode omwisselen (dioden verwijderen en omgekeerd inbouwen).

De LED brandt \_\_\_\_\_ Waarom? De diode is in \_\_\_\_\_ ingebouwd.  
Wanneer de schakeling functioneert moet de diode in \_\_\_\_\_ ingebouwd zijn.

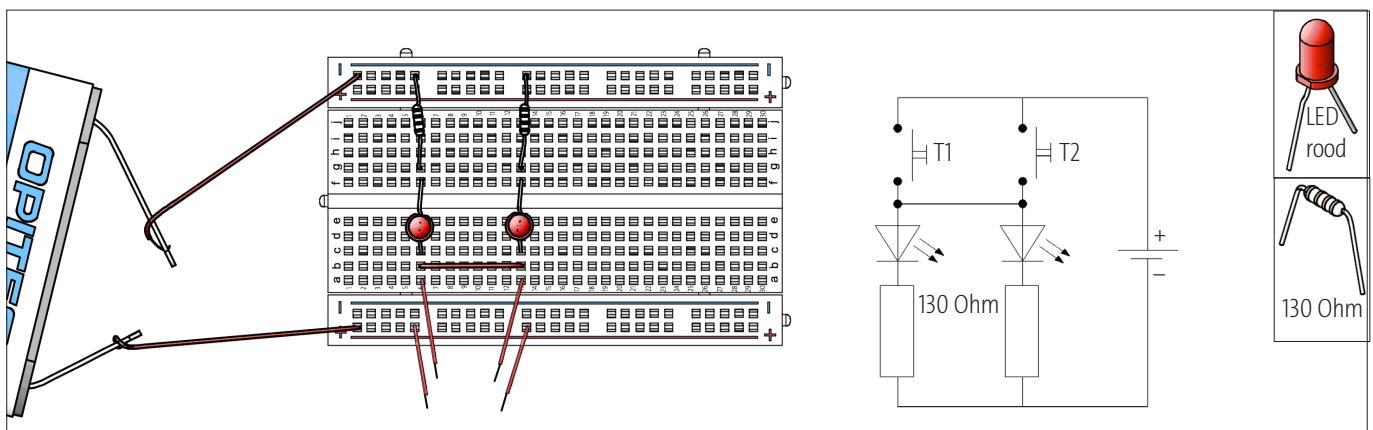
Ook lichtdiodes hebben een stroom- en omgekeerde richting!

Voorbeelden van het gebruik van een diode

De schakeling als volgt bouwen. Het vertegenwoordigt een visueel oproepsysteem (bijv. in een wachtkamer!)



De weerstand R1 tussen - en de aansluiting 6g insteken. De Anode (A+) van de LED bij 6c en de Kathode (K-) bij 6f insteken. De weerstand R2 tussen - en de aansluiting 11g insteken. De Anode van de tweede LED van 13c en de Kathode bij 13f insteken. Een kabelverbinding (25 mm) bij 6a insteken. Een tweede kabelverbinding (20 mm) bij + (5) insteken = T1. Een kabelverbinding (25 mm) bij 13a insteken. En weer een tweede kabelverbinding (20 mm) bij + (14) insteken. = T2.



Aan de beide drukknoppen wordt een extra brug (kabelverbinding 25 mm tussen 6b en 13b insteken) aangebracht. Druk nu op knop 1 en druk vervolgens op knop 2.



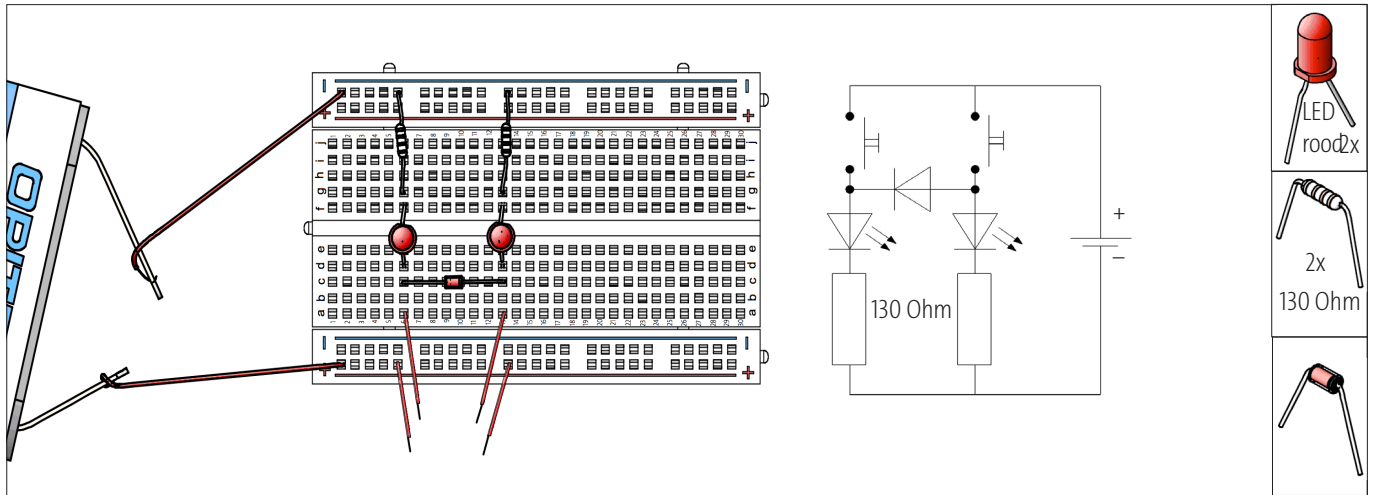
### De schakeling zal nu zo worden uitgebreid, dat knop 1 een LED en knop 2 beide LED's inschakelt:

Met knop 1 de linker LED inschakelen. Daarmee wordt bedoeld, dat de stroom niet naar de rechter LED stromen mag. Bij het betasten van knop 2 zal de stroom naar beide LED's stromen.

Wat is hier nog te veranderen? Gebruik een diode om het probleem op te lossen.

Het schakelschema (punt 8) dient als hulpmiddel voor de conversie van de schakeling, indien nodig kan de reconstructie worden vergeleken met de tekening op de titelpagina

### Hiervoor de schakeling als volgt opbouwen:

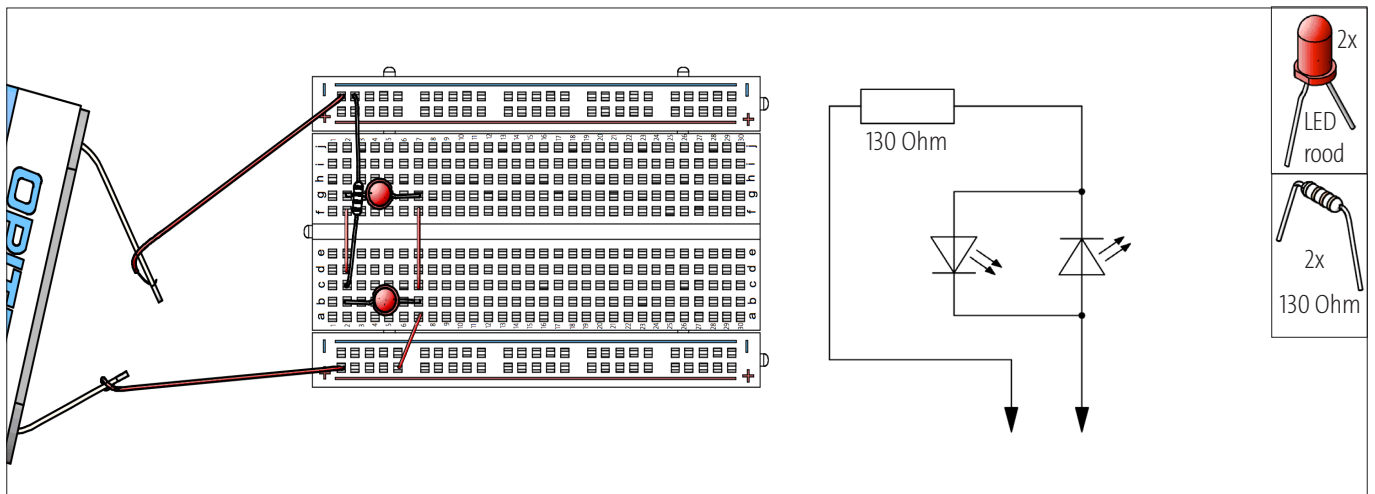


De weerstand R1 tussen – en de aansluiting 6g insteken. De Anode (A+) van de LED in 6d en de Kathode (K-) in 6f insteken. De weerstand R2 tussen – en de aansluiting 13g insteken. De Anode (A+) van de tweede LED in 13d en de Kathode (K-) in 13f insteken. Een kabelverbinding (25mm) in 6a steken. Een tweede kabelverbinding (20mm) in + (5) steken = T1. Een kabelverbinding (25mm) in 13a steken. Een tweede kabelverbinding (20mm) in + (14) steken. = T2. De diode tussen 6c (A) en 13c (K) plaatsen.

### Constructie van de componenten naar een apparaat met praktische toepassing

De volgende voorbeelden zijn nuttige schakelingen met de componenten die je kent. Kies een voorbeeld uit!

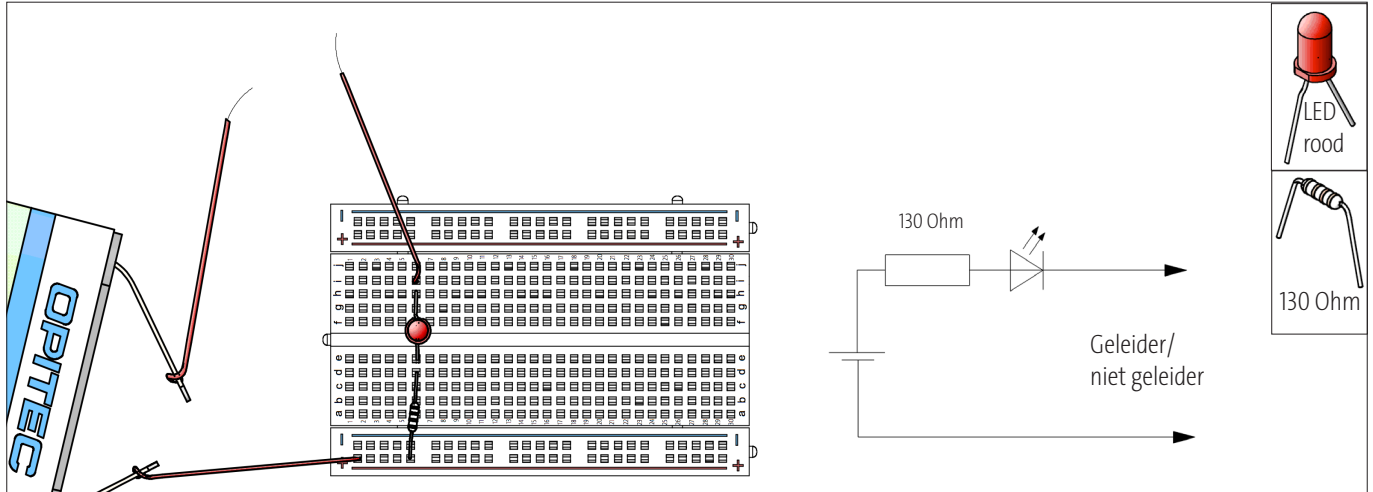
#### Polariteit tester



Een verbindingkabel (20 mm) erbij pakken en een uiteinde op het breadboard in de + rij steken. Het andere uiteinde bij aansluiting 7a aansluiten. LED 1: Kathode bij 2b en Anode bij 7b insteken. Schakeldraadverbinding (20 mm) tussen 2d en 2f insteken. Een andere schakeldraadverbinding tussen 7c en 7f insteken. LED 2: Anode bij 2g en Kathode bij 7g aansluiten. De weerstand R (130 Ohm) bij aansluiting 2c en aan de -Pool aansluiten.

**Functie:** Wordt de verbinding van de +Pool aan de PlusPool van de batterij aangesloten en de verbinding van de -Pool aan de MinPool van de batterij gaat de + LED (rechter LED) branden en bij omgewisselde Polen de - LED. Met deze polariteitstester kan ook de juiste stroomrichting in een gelijkstroomschakeling gecontroleerd worden.





Weerstand (130 Ohm) in 6d en in +pool steken. LED: Kathode in 6h en de Anode in 6e steken. Schakeldraadverbinding in 6i steken en het andere uiteinde vrij laten. Een tweede stuk schakeldraad aan de -pool van de batterij aansluiten en het andere uiteinde vrij laten. Functie: om de doorgang van een verbinding te testen, worden beide klemmen aangesloten. Het circuit moet zijn gedeactiveerd. Bij doorgang brandt de LED.

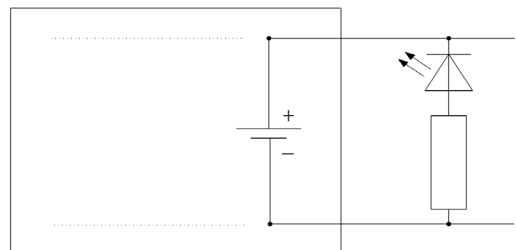
Rust het breadboard uit volgens het schakelschema.

**Let op:** De grootte van de weerstand hangt af van de gebruikte batterij.

#### Functie:

Alleen als de polariteit van de batterij omgekeerd is, licht de LED op en geeft daarmee het ompolen aan.

#### Voorbeeld 3 - ompoolbeveiliging



#### De transistor

De transistor is de meest veelzijdige component van de eerder besproken elektronica onderdelen.

Weerstanden beperken de stroomsterkte. LED's en diodes laten de stroom slechts in één richting stromen.

Een transistor, kan zoals een diode de stroom in één richting laten stromen en bepaalt ook of stroom eigenlijk wel moet vloeien en hoe sterk deze zou moeten zijn. Het kan zo de stroom aan en uit zetten maar ook verzwakken of versterken. De transistor kan worden gebruikt als een schakelaar en versterker.

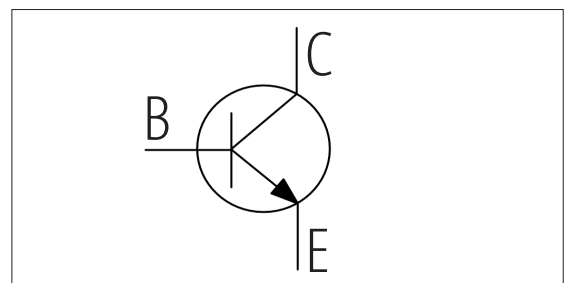
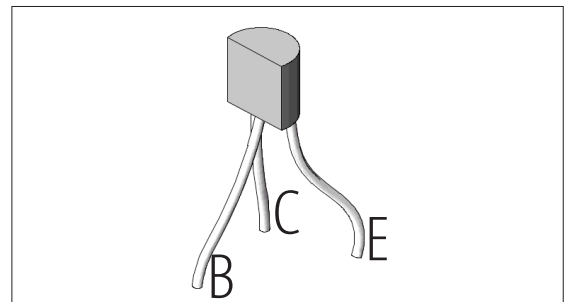
Ongeveer 30 jaar geleden gebruikte men buizen ipv transistoren in elektronische apparaten (zie oude radio's). Buizen zijn veel groter dan transistoren en aanzienlijk duurder en hadden een energie-vretende verwarming nodig om te kunnen werken. Door de transistoren zijn de radio's kleiner en goedkoper geworden.

In 1956 ontvingen drie Amerikanen de Nobelprijs voor de ontwikkeling van de transistor.

Alle bekende apparaten, zoals bijv. walkman, recorder, rekenmachine, digitale klok, computers waren zonder transistoren niet produceerbaar.

Hij is erg klein in zijn constructie. Als je een transistor oppakt, zie je meteen dat deze drie verbindingen heeft en aan één kant is afgevlakt. Op de afgevlakte kant is de typeaanduiding gedrukt. Er is geen indicatie van markering van de verbindingen.

Je moet de schakelsymbolen erbij pakken om de drie verbindingen te onderscheiden.



**E = Emitter** (zendt elektronen uit)

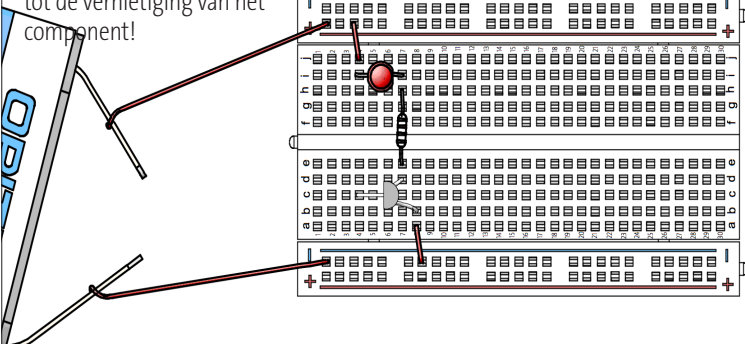
**B = Basis** (regelt de stroom van de elektronen)

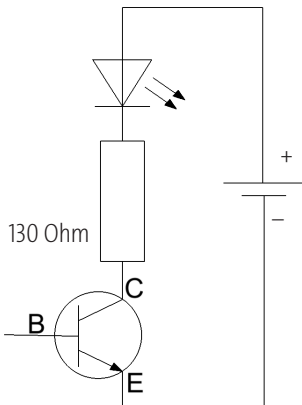
**C = Collector** (verzamelt de elektronen)

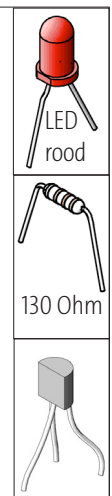
Het wordt duidelijk, dat de elektronen van de Emitter (E) door de Transistor naar de Collector (C) stromen. Daarbij stuurt de Basis (B) deze elektronenstroom. De Basis beslist, of de transistor blokkeert of doorlaat.

Dit wordt door het volgende experiment duidelijk:

**Toelichting:**  
Schakel de aansluitingen van de transistor niet om. Een omgekeerde polariteit leidt tot de vernietiging van het component!

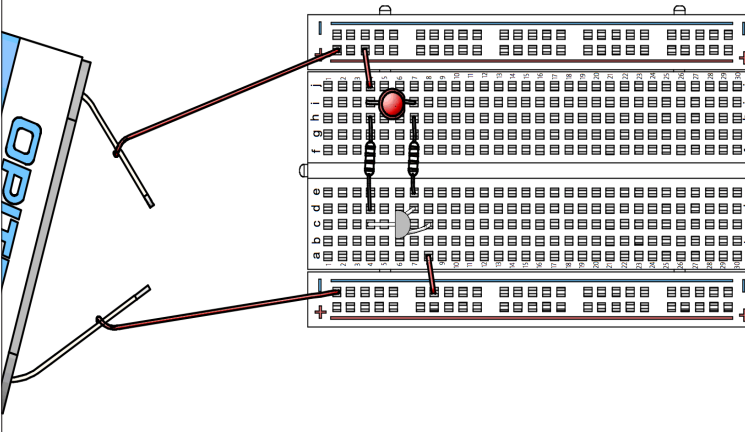


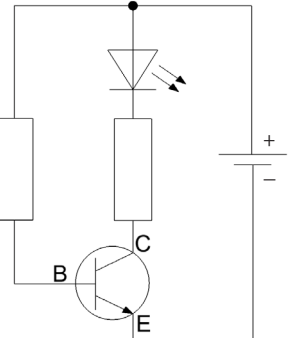


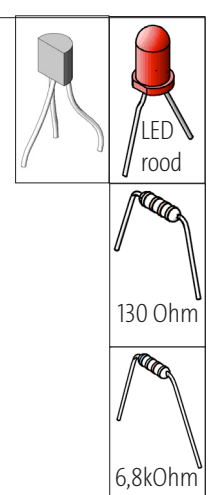


Pak een stuk schakeldraad (20 mm) erbij en het ene uiteinde op het Breadboard in de -rij steken. Het andere uiteinde bij 8a. De transistor als volgt insteken: Basis (4c), Collector (7d), Emitter (8b). De weerstand (130 Ohm) tussen 7e en 7h aansluiten. De Anode van de LED bij 4i en de Kathode bij 7i insteken. Een schakeldraadverbinding bij 4j en de + rij insteken.

De Basis van de Transistor is nog niet aangesloten, daarom blokkeert de transistor en brandt de LED niet.







Om de Transistor in te schakelen, moet een positieve spanning van ongeveer 0,7 volt op de basis worden aangesloten. Met een 6,8 kOhm weerstand wordt de spanning op 0,7 volt begrenst. Plaats de weerstand volgens de beschrijving van de verbinding.

Pak een stuk schakeldraad (20 mm) erbij en het ene uiteinde op het Breadboard in de -rij steken. Het andere uiteinde bij 8a. De transistor als volgt insteken: Basis (4c), Collector (7d), Emitter (8b). De weerstand (130 Ohm) tussen 7e en 7h aansluiten. De Anode van de LED bij 4i en de Kathode bij 7i insteken. Een schakeldraadverbinding bij 4j en de + rij insteken.

**De LED brandt**, omdat er stroom door de basis en de emitter vloeit en de transistor dus aan gaat.

Dit noemt met een **emitterschakeling**. Het is een van de drie basisschakelingen van transistors. Alle andere voorbeelden zijn gebaseerd op deze basisschakeling.

### Waarom emitterschakeling?

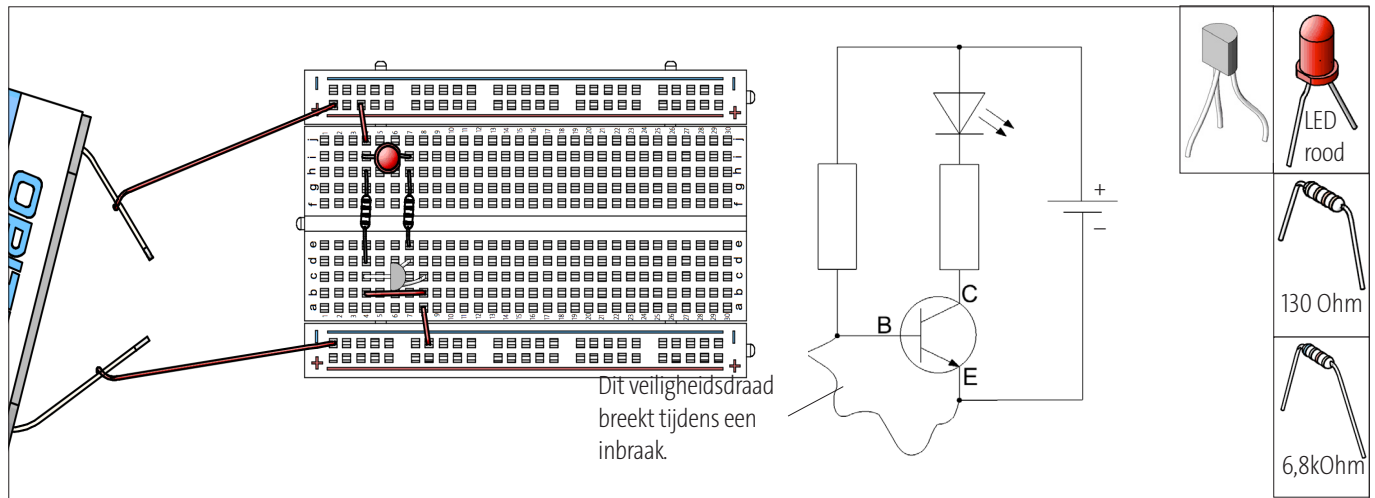
Als je de stroom van de pluspool van de batterij via de 6,8 kOhm-weerstand naar de basis van de transistor volgt, kun je vaststellen, dat de stroom van de basis naar de emitter moet stromen, om de -Pool van de batterij te bereiken.

Daarom emitterschakeling!

Hier noem je de basis-emitter-schakeling met **besturingsschakeling** en de collector-emitter-schakeling met **gecontroleerde schakeling** of **werkcircuit**.

Na deze korte theoretische uitleg worden er verschillende circuits gebouwd, om daarmee de functie van de transistor beter te leren kennen.

### Bouw van de emitter-basisschakeling naar een alarmsysteem



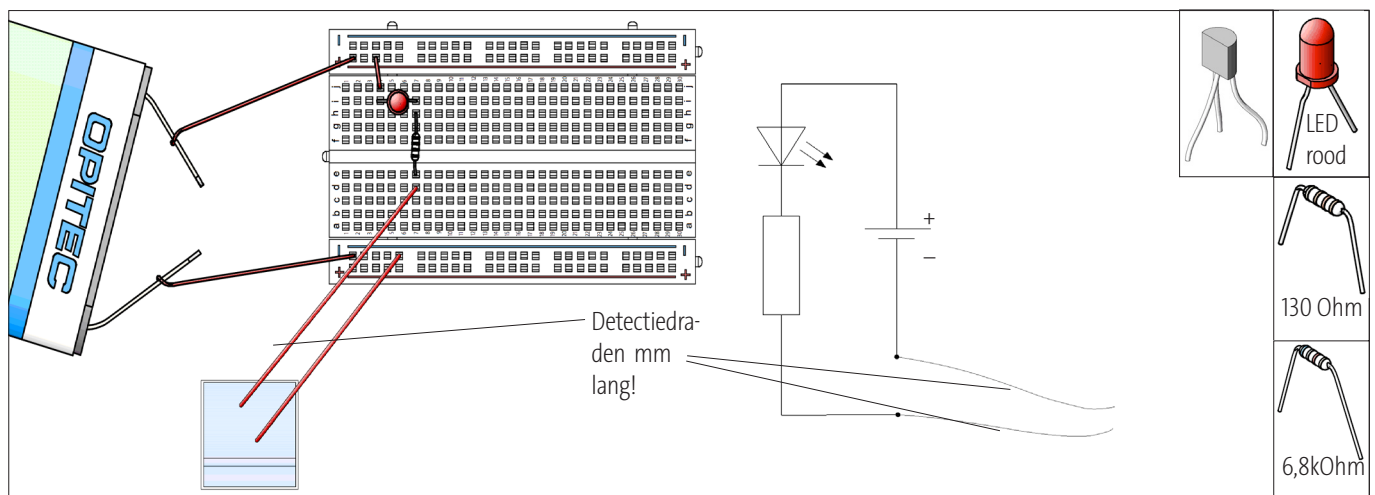
Pak een stuk schakeldraad (20 mm) erbij en het ene uiteinde op het Breadboard in de -rij steken. Het andere uiteinde bij 8a. De transistor als volgt insteken: Basis (4c), Collector (7d), Emitter (8b). De weerstand (130 Ohm) tussen 7e en 7h aansluiten. De weerstand (6,8 kOhm) tussen 4d en 4h insteken. De Anode van de LED bij 4i en de Kathode bij 7i insteken. Een schakeldraadverbinding bij 4j en de + rij insteken. Tussen 4b en 8b een verbindingsdraad (veiligheidsdraad) insteken.

Wanneer wordt het alarm geactiveerd? En waarom? In dit alarmsysteem dient de LED als een alarmindicator.

In het alarmsysteem werd de transistor gebruikt als een schakelaar. In het volgende experiment willen we de transistor gebruiken als een versterker.

### Vochtindicator

Deze schakeling laat zien, dat de transistor ene zeer zwakke stroom zo versterken kan, dan de lichtdiode brandt.

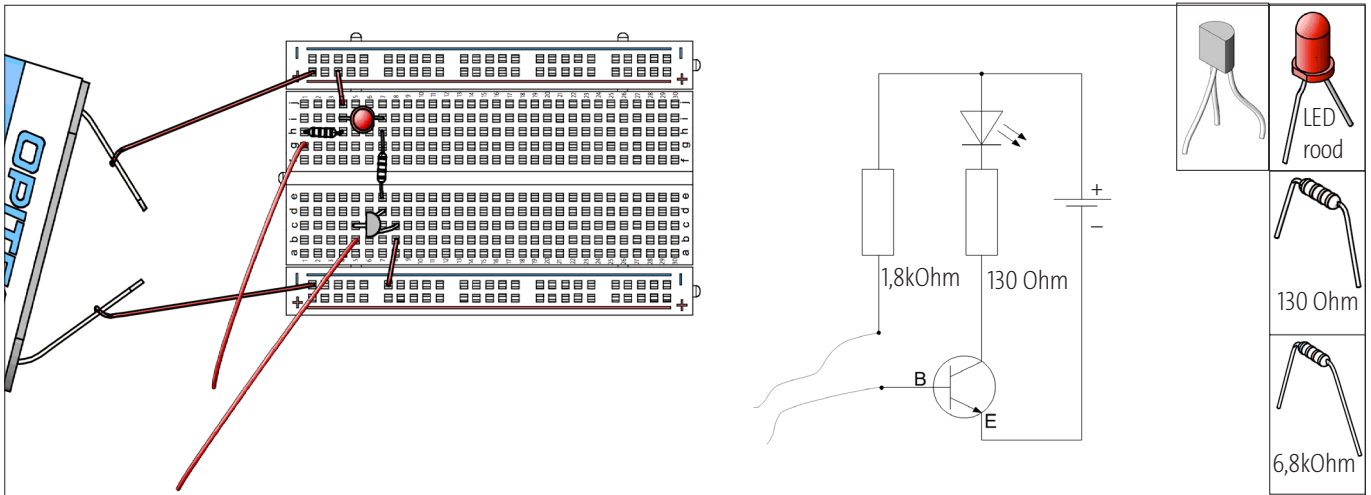


Pak een stuk schakeldraad (20 mm) erbij en het ene uiteinde op het breadboard in de -rij steken. Het andere uiteinde wordt later in water gehouden. Een ander schakeldraad stuk bij aansluiting 7d insteken en het vrije uiteinde wordt later ook in water gehouden. De weerstand (130 Ohm) tussen 7e en 7h insteken. de Kathode van de LED bij 7i en de Anode bij 4i insteken. Een schakeldraad tussen 4j en +Pool insteken. De beide draden mogen elkaar niet raken. Ze worden ondergedompeld in water op een afstand van ongeveer 10 mm of op de tong geplaatst.

### Brandt de LED?

De LED brandt niet, omdat de vochtigheid een grote weerstand biedt en er daardoor een relatief zwakke stroom vloeit. Deze zwakke stroom moet dus versterkt worden.

Hiervoor bouw je een transistor als versterker in het circuit in. De weerstand van 1,8 Ohm beschermt de transistor, mits beide draden elkaar per ongeluk raken.

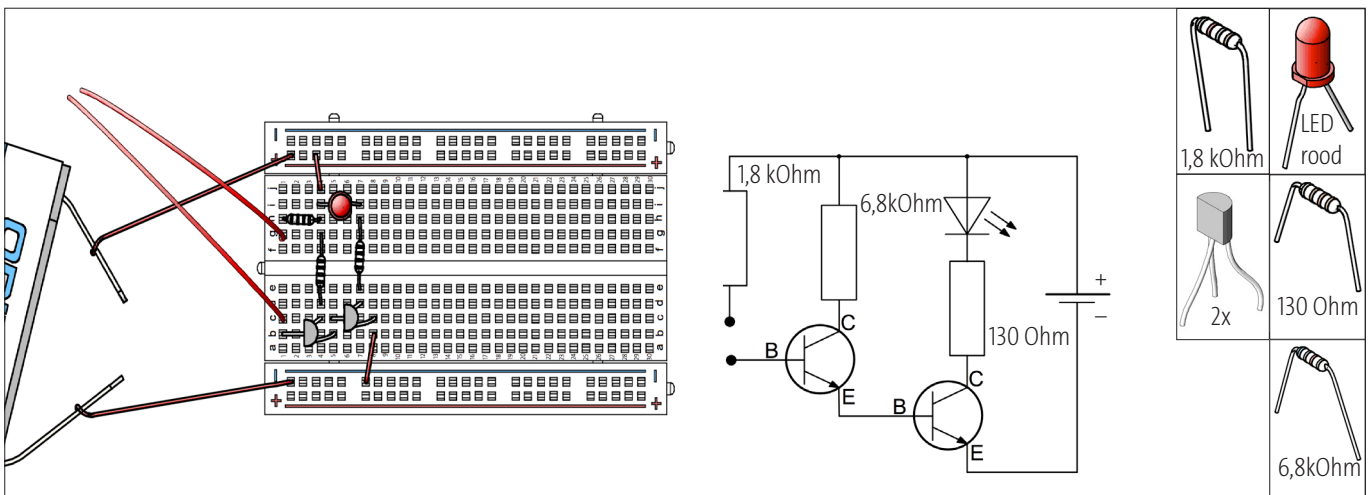


Pak een stuk schakeldraad (20 mm) erbij en het ene uiteinde op het Breadboard in de –rij steken. Het andere uiteinde bij 8b. De transistor als volgt insteken: Basis (5c), Collector (7d), Emitter (8c). De weerstand (130 Ohm) tussen 7e en 7h aansluiten. De weerstand (1,8 Ohm) tussen 4h en 4e insteken. De Anode van de LED bij 4i en de Kathode bij 7i insteken. Een schakeldraadverbinding bij 4j en de + rij insteken. Een schakeldraadstuk bij 4d insteken en het andere uiteinde vrij houden. Een ander stuk schakeldraad bij 5b insteken en het andere uiteinde blijft ook vrij. De schakeling 'vochtdetector' kun je ook gebruiken voor planten. Beide draden worden diep in een bloempot gestopt. Brandt de LED niet, dan heeft de plant water nodig. De vochtdetector is ook geschikt als niveau-indicator voor een badkuip. Deze schakeling biedt ruimte voor nog meer praktische toepassingen.

### Sensorknop

Kan de versterking van de transistor verder worden verhoogd?

Bij het experimenteren met het "vochtdetector" circuit, werd de transistor slechts met één LED geladen. Als je een heldere gloeilamp of een relais wilt aansluiten, is de belasting te hoog en wordt de transistor vernietigd. Hier wordt dan een tweede transistor aangesloten, waardoor de versterking verder toeneemt en beide transistors de belasting delen. Tegelijkertijd kan de stroom aan de basis van de eerste transistor zelfs lager zijn dan de vochtdetector. Het gewoon aanraken met je vinger zal de LED doen branden.



De combinatie van twee transistors als versterking wordt 'Darlington schakeling' genoemd.

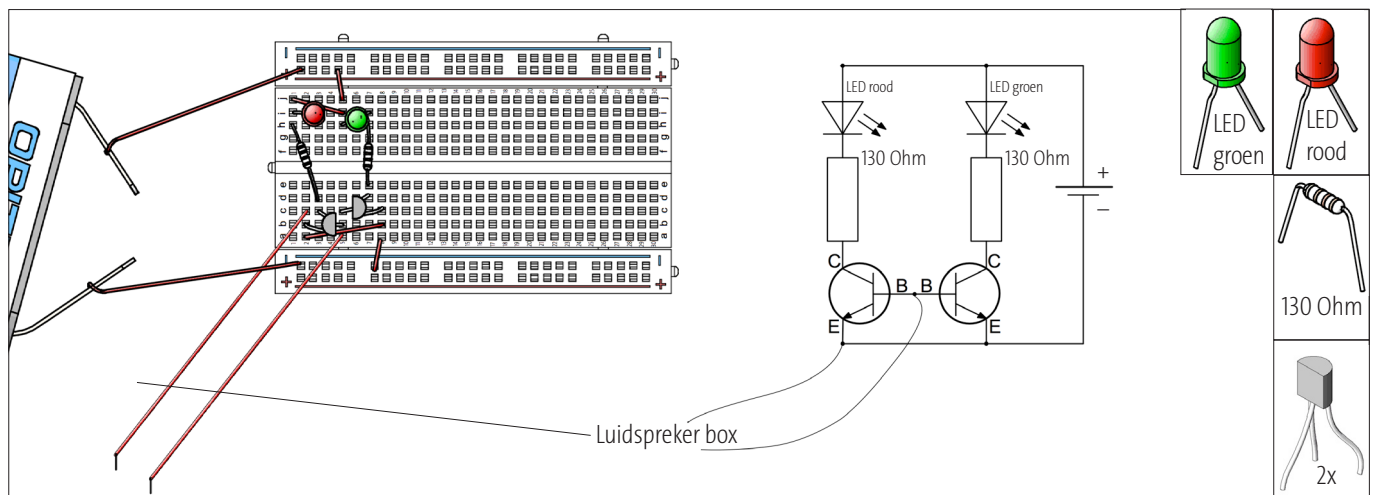
In ons voorbeeld dient zo'n Darlington schakeling als sensorknop. Deze sensorknop reageert op de extreem zwakke stroom die door de vinger vloeit. Sensorknoppen zijn ook op tv's te vinden. Het bespaart een mechanische schakelaar en vergemakkelijkt de bediening.

Een stuk schakeldraad (20mm) erbij pakken en het uiteinde in de –rij steken. Het andere uiteinde in de aansluiting 8b. De Transistor 1 als volgt insteken: Basis (5c) Collector (7d) Emitter (5b). De Transistor 2 als volgt insteken: Basis (1b), Collector (4c), Emitter (5b). Een weerstand (130 Ohm) tussen 4d en 4g insteken. Een weerstand (1,8 kOhm) tussen 4h en 1h insteken. De Anode van de LED in 4i en de Kathode in 7i steken. Een weerstand (6,8 kOhm) tussen 7e en 7h insteken. Een stuk schakeldraad (20mm) tussen 4i en de +rij insteken. Een ca. 60 mm lang stuk draad in 1c steken. Het andere uiteinde blijft vrij. Een ander ca. 60 mm lang stuk draad in 1g steken. Ook hier blijft het andere uiteinde vrij.

### Mini lichtorgel

Een transistor schakelt en versterkt vermogen. Kan het dit op hoge snelheid doen, meerdere keren per seconde?

In de volgende schakeling worden twee transistors bestuurd, afhankelijk van spraak of muziek. Zo ontstaat een lichtorgel. Spraak en muziek bestaan uit een verscheidenheid aan trillingen. Deze vibraties worden bij de mens geproduceerd door de stembanden of het membraan van een luidspreker. Om de luidspreker te laten trillen, ontvangt deze van de elektronica, bijv. een radio, signalen. Deze signalen worden toegepast en besturen zo de transistors, die op hun beurt beide LED's in het ritme van de taal / muziek vormen. Hier moeten de transistors de LED's op hoge snelheid schakelen. De beide draden worden aan een luidspreker aangesloten. De polariteit is hierbij niet belangrijk.



Pak een stuk schakeldraad (20 mm) erbij en het ene uiteinde op het Breadboard in de -rij steken. Het andere uiteinde bij 8a. Een schakeldraadverbinding tussen 8b en 2a insteken. De 1e transistor als volgt insteken: Basis (5b), Collector (2c), Emitter (3c). De 2e transistor als volgt insteken: Basis (5c), Collector (7d), Emitter (8c). De weerstand (130 Ohm) tussen 7e en 7h aansluiten. De 2e weerstand (130 Ohm) tussen 2d en 3h insteken. LED 1 (groen): Anode bij 5h en Kathode bij 7i insteken. LED 2 (rood): Anode bij 1i en Kathode bij 3i insteken. Een schakeldraadverbinding bij 4j en de + rij insteken. Een schakeldraadverbinding tussen 5i en 1j aansluiten. Schakeldraadverbinding tussen 5j en + insteken. Schakeldraadstuk (ca. 100 mm) naar de luidspreker bij 5a insteken. Een ander schakeldraadstuk (100 mm) eveneens als verbinding naar de luidspreker bij 3c insteken. Het circuit kan op elke luidspreker worden aangesloten. Als het is geïnstalleerd in een radio- of luidsprekerkast (Opittec MP3-luidspreker), heb je een optisch bedieningsdisplay.

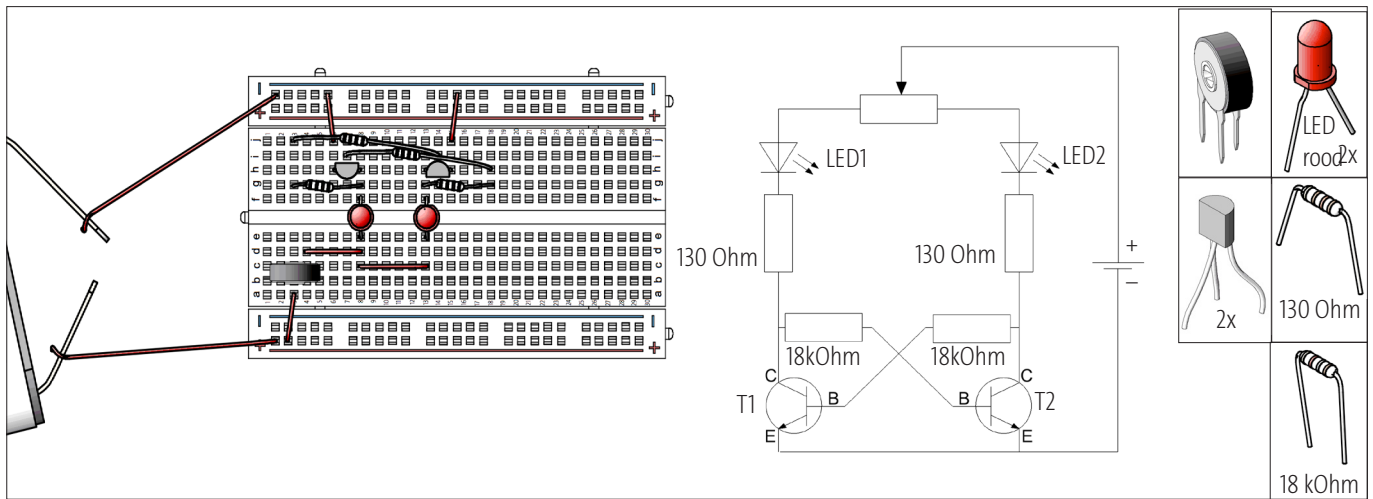
### Raadspel

Dit circuit is een zogenaamde random number generator. Je kunt het gebruiken als een raadspel of als loting (kop of munt). Als je het circuit in een kleine doos plaatst, heb je een interessant spelapparaat.

Wanneer de batterij is aangesloten, schakelt een van de twee transistors 'zijn' LED in. De spelers moeten eerst raden wat het zal zijn. Laten we aannemen dat de batterij is aangesloten en een positieve stroom (+) de basis van transistor 2 bereikt via LED 1. De transistor wordt ingeschakeld en LED 2 gaat branden. Aan de collector van de transistor 2 bevindt zich nu een negatieve stroom (min) en dus ook aan de basis van de transistor 1, deze kan daarom niet doorschakelen, daarom blijft LED 1 donker. De variabele weerstand (trimmer) bepaalt in welke LED een sterkere stroom vloeit, de andere wordt dan ingeschakeld door de transistor. Je kunt dus het circuit zo instellen dat beide LED's afwisselend willekeurig worden aangestoken of dat er één vaker dan de andere wordt verlicht.

**Let op** de juiste aansluiting van de transistors! Gebruik twee identiek gekleurde LED's!

Dergelijke willekeurige-nummergeneratoren zijn bijv. geïnstalleerd in gokautomaten. Je kent vast ook wel een elektronische kubus, de cijfers verschijnen willekeurig en wordt bestuurd door een generator van willekeurige getallen.

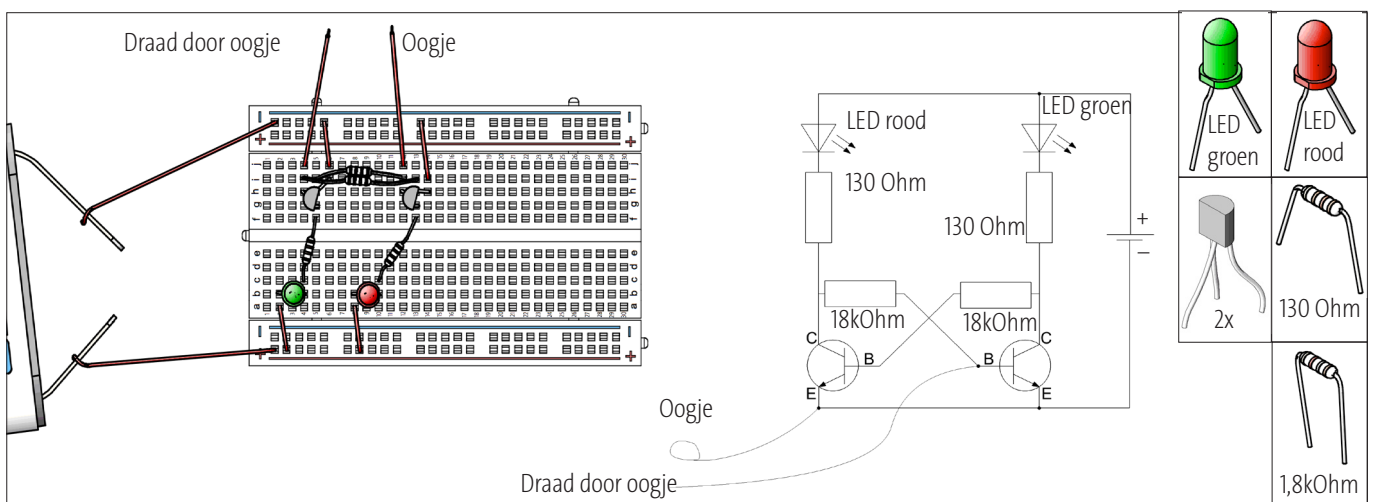


Een stuk schakeldraad tussen de +rij en 3a insteken. De Trimmer in 3b, 2c en 4c insteken. Een schakeldraadverbinding tussen 4d en 8d insteken. Een schakeldraadverbinding tussen 8c en 13c insteken. LED 1: Anode in 8e en Kathode in 8f plaatsen. LED 2: Anode in 13e en Kathode in 13f plaatsen. Een weerstand (130 Ohm) tussen 3g en 8g insteken. Een weerstand (130 Ohm) tussen 13g en 18g insteken. Een weerstand (18 kOhm) tussen 18h en 7h plaatsen. Een weerstand (18 kOhm) tussen 14i en 3j plaatsen. Een schakeldraadverbinding in de -rij en 6j steken. Een schakeldraadverbinding tussen de -rij en 15 j insteken. De Transistor 1 als volgt plaatsen: Basis in 14h, Collector in 13h en de Emitter in 15h steken. De Transistor 2 als volgt plaatsen: Basis in 7h, Collector in 6h en de Emitter in 8h steken.

### Flip-Flop

Uitgaande van het circuit "random" kun je nu bouwen aan een elektronisch geheugen. Dit circuit is een basiscircuit van computertechnologie. Het kan een kort signaal opslaan (puls). Computers hebben duizenden dergelijke geheugenschakelingen nodig. Als je op een rekenmachine 16 x 8 intoetst, staat er eerst het getal 16, dan het x teken en aansluitend het getal 8. Wat gebeurt er? De 16 verdwijnt en de 8 verschijnt. De computer slaat het cijfer 16 onzichtbaar op. Ons geheugen kan de informatie - aan en uit - opslaan. Waarbij het heen en weer schakelt tussen twee toestanden (LED aan of uit). De elektriciens noemen een dergelijke schakeling daarom een bistabiele flip-flop of gewoon flip-flop. De flip-flop kan een puls onthouden en is daarom bij uitstek geschikt om het volgende behendigheids spel te besturen. Bij dit spel moet de speler een ring om een draad/spiraal voort bewegen tot aan de andere kant. Als hij slechts kort het spiraal aanraakt, slaat de flip-flop deze puls op en blijft de LED altijd branden. Je kunt dus niet vals spelen. Wat het oog niet ziet, merkt de elektronica op en slaat het op in hun geheugen.

Als je het circuit in een kleine doos bouwt, heb je een interessant spel om de concentratie te trainen.



Een stuk schakeldraad (15mm) aan de +rij in het Breadboard steken. Het andere uiteinde in aansluiting 2a steken. Een ander stuk schakeldraad tussen de +rij en 8a insteken. De Anode van de groene LED in 2b en de Kathode in 4b insteken. De Anode van de rode LED in 8b en de Kathode in 10b steken. De 1e weerstand (130 Ohm) tussen 4c en 5f insteken. De 2e weerstand (130 Ohm) tussen 10c en 13f insteken. De Transistor 1 als volgt plaatsen: Basis in 4h, Collector in 5g en de Emitter in 6i steken. De Transistor 2 als volgt plaatsen: Basis in 12h, Collector in 13g en de Emitter in 14h steken. De 1e weerstand (18 kOhm) tussen 4i en 13i insteken. De 2e weerstand (18 kOhm) tussen 5i en 12i insteken. Een stuk draad tussen de -rij en 6j insteken. Een stuk draad tussen de -rij en 14i insteken. Een kabel in 12j en een kabel in 4j steken. De uiteinden van deze beide kabels blijven vrij.

### Hoe onthoudt de flip-flop de pulsen?

Wanneer de batterij wordt aangesloten, stroomt positieve potentiaal via de rode LED naar de basis van transistor 2. De transistor wordt ingeschakeld en de groene LED gaat branden. Als een geleider wordt aangeraakt met de draad, wordt negatieve potentiaal aangelegd op de basis van transistor 2, de transistor blokkeert. Nu stroomt een positieve stroom naar de basis van transistor 1 via de groene LED en de rode LED brandt constant. Alleen wanneer de batterij wordt losgekoppeld, gaat de rode LED uit. Bij het opnieuw aansluiten van de batterij licht de groene LED opnieuw op.



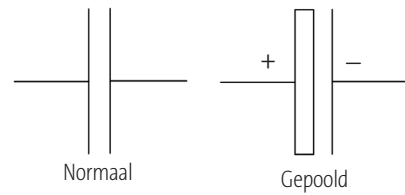
## Experimenten voor het laden en ontladen van een condensator

## De condensator

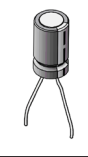
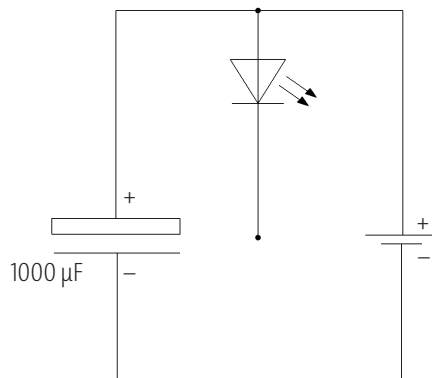
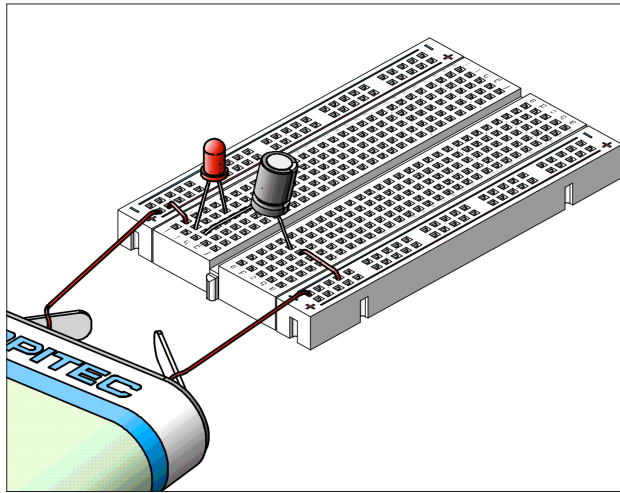
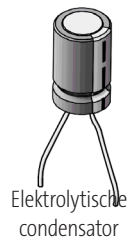
Batterijen en ook accu's zijn bekend. In hen wordt chemische energie omgezet in elektriciteit. Nu zijn er bepaalde circuits waar je een stream voor een korte tijd moet opslaan. Batterijen of zelfs accu's zouden te groot en te duur zijn. Daarom gebruikt men een component die stroom kan opslaan voor een korte tijd, de **condensator**.

Het schakelschema illustreert de structuur van een condensator. Het bestaat uit twee afzonderlijke platen. Tussen deze platen kan het een elektrische lading opslaan. Om redenen van ruimte zijn de platen opgerold in het geval van grote condensatoren. Een dergelijke condensator heeft dan een cilindrische vorm.

## Schakeling:



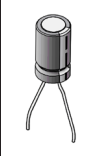
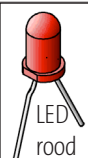
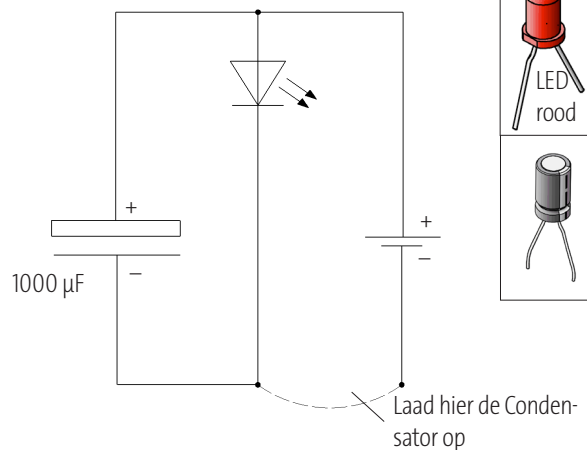
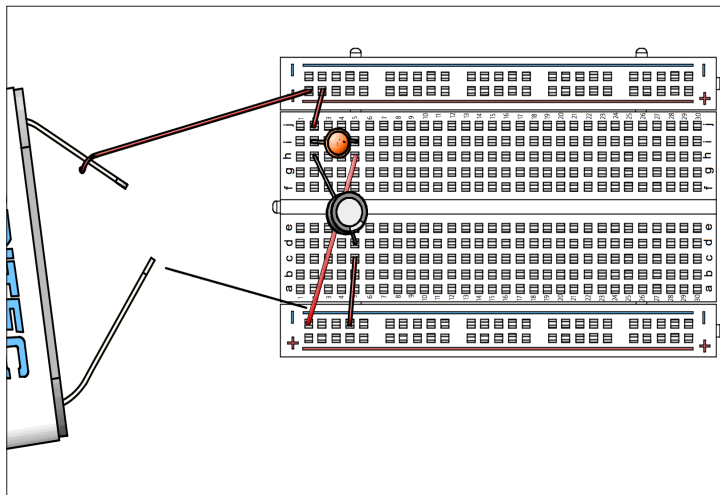
## Bouwdeel



Een schakeldraadverbinding (25 mm) erbij pakken en een uiteinde op het breadboard in de -rij steken. Het andere uiteinde bij 5c insteken. De +Pool van de condensator bij 5h en de -Pool bij 5d insteken. De Kathode van de LED bij 5i en de Anode bij 2i insteken. Een schakeldraadverbinding tussen +Pool en 2j insteken.

Wanneer de batterij is aangesloten, stroomt er een stroom door de condensator en laadt deze op. De condensator heeft vervolgens een elektrische lading opgeslagen en kan deze opnieuw afleveren bij het lossen.

**Wat gebeurt er wanneer je de klem van de -Pool van de batterij eraf haalt en tegen de Kathode van de lichtdiode houdt?**



Een stuk schakeldraad (20 mm) erbij pakken en het uiteinde op het breadboard in de -rij steken. Het andere uiteinde bij 5c insteken.

De +Pool van de condensator bij 2h en de -Pool bij 5d insteken. De Kathode van de LED bij 5i en de Anode bij 2i insteken. Een schakeldraadverbinding tussen +Pool en 2j insteken. Nadat je verbinding met de batterij hebt gemaakt, koppel je de hulpdraad op de pool van de batterij los en sluit u deze aan bij 5h.

De LED knippert als de condensator snel ontladst en de opgeslagen lading vrijgeeft.

Onthoud: het knipperende LED-lampje komt niet van de accu maar alleen van de condensator.

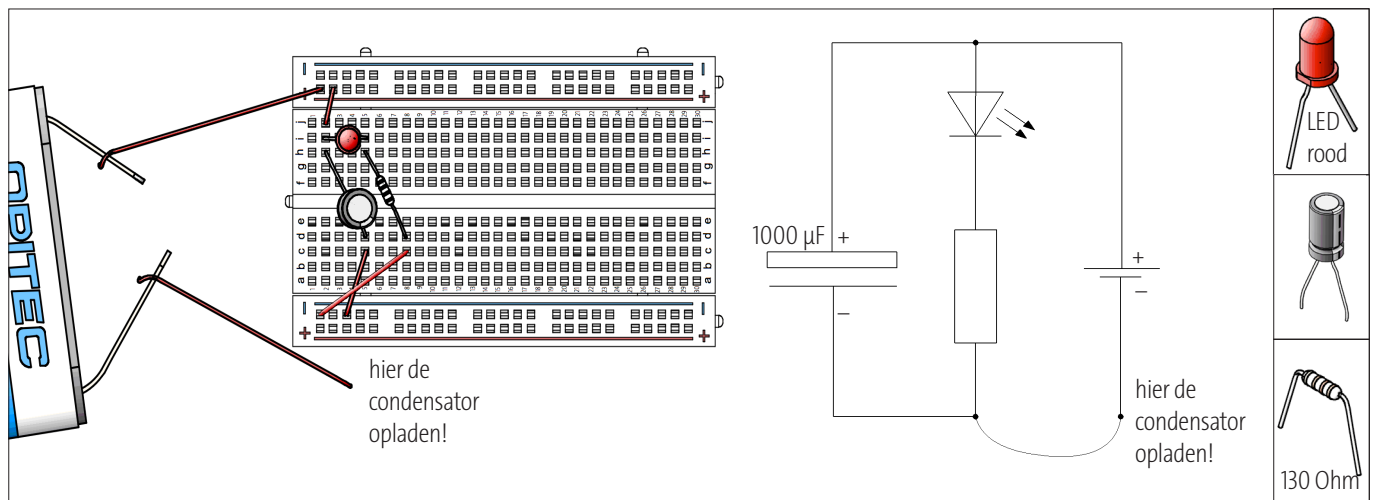
Volgens dit principe werken bijv. foto-flitsers en waarschuwingslichten.

Nu zijn er circuits waar deze snelle ontlading van de condensator niet wenselijk is. De condensator moet langzamer ontladen. Ken je een elektronische component die de ontlading kan vertragen? Dit onderdeel moet de ontladstroom verzwakken.

Gebruik de 130 ohm-weerstand en ga door met het bouwen van het circuit.



## Tijdschakelaar



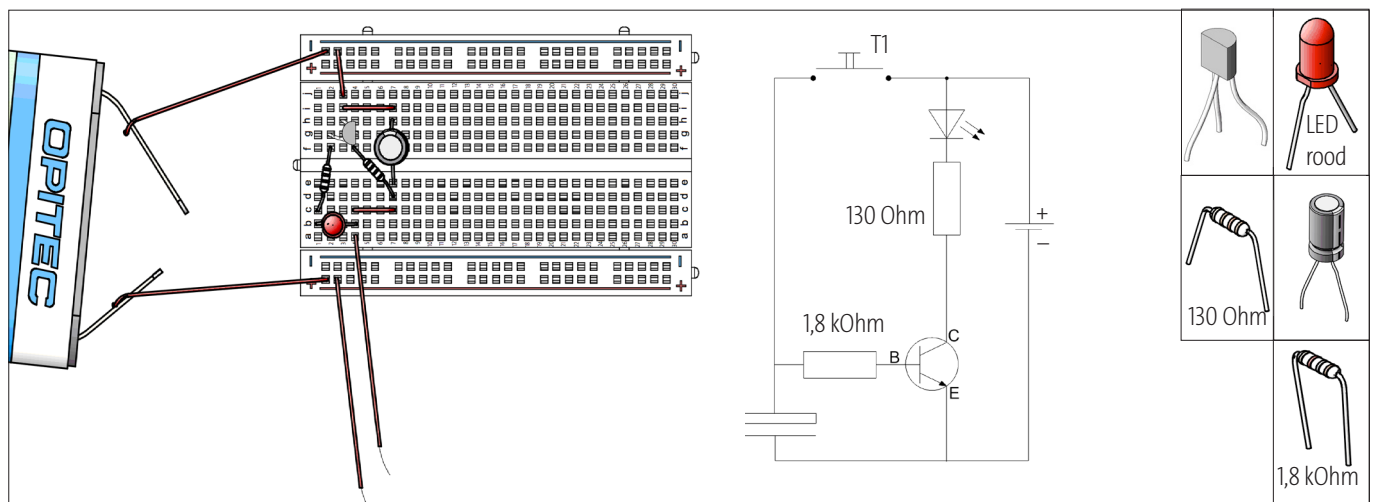
Een stuk schakeldraad (25 mm) erbij pakken en het ene uiteinde op het breadboard aan de -rij aansluiten. Het andere uiteinde bij 5c insteken. Een schakeldraadverbinding tussen -Pool en 8c insteken. De +Pool van de Condensator bij 2h en de -Pool bij 5d insteken. De Kathode van de LED bij 5i en de Anode bij 2i insteken. De weerstand tussen 8d en 5h insteken. Een schakeldraadverbinding tussen +Pool en 2j insteken.

Laad de condensator op door de klem kort op de negatieve pool van de batterij te houden. Houd de klem dan vast aan de weerstand!

Wat gebeurt er?

De LED brandt langer omdat de condensator langzamer door de weerstand ontladst. De weerstandsvertraagde ontlading van een condensator wordt bijv. bij tijdschakelaars gebruikt.

De volgende opbouw vertegenwoordigt in principe een dergelijke timer. Het laat een vertraging van maximaal 20 seconden toe. De transistor ontvangt slechts geringe stroom via de 1,8 kOhm-weerstand aan de basis, daardoor gaat de opgeslagen lading in de condensator langer mee. De LED brandt overeenkomstig. Om de condensator op te laden, wordt de knop slechts kort ingedrukt.



Een schakeldraad stuk (100 mm) erbij pakken en het ene uiteinde op het breadboard in de +rij aansluiten. Een tweede schakeldraad stuk (100 mm) bij 4a insteken. Deze draden dienen als schakelaar.

Een schakeldraadverbinding tussen 7c en 4c insteken. De Anode van de LED bij 4b en de Kathode bij 1b insteken. De weerstand (130 Ohm) tussen 1c en 2f insteken. De weerstand (1,8 kOhm) tussen 7d en 4f insteken. De Basis van de Transistor bij 4g, de Emitter bij 3h en de Collector bij 2g aansluiten. De +Pool van de Condensator bij 7e en de -Pool bij 7h insteken. Een schakeldraadverbinding van -Pool tot 3j en van 7i tot 3i insteken.

Als je de 1,8 kOhm weerstand vervangt door de weerstand van 6,8 kOhm of 18 kOhm, is de tijd vele malen langer. Als je het circuit in een kleine doos bouwt, heb je een timer voor games. Bij schaken moet de LED bijvoorbeeld binnen de verlichtingstijd worden getrokken. Ook om de denktijd bij het raden van spellen te beperken, is een timer.

Als je het circuit zodanig uitbreidt, dat het opladen van de condensator automatisch weer plaatsvindt, heb je een systeem dat de LED steeds weer aan en uit zet.

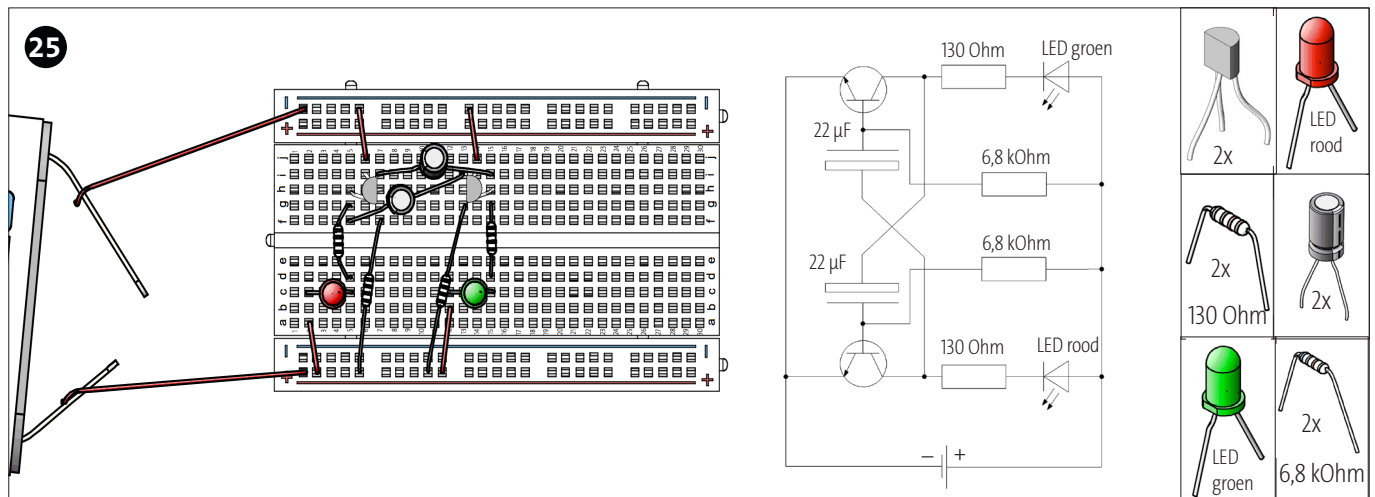
Je hebt een tweede transistor nodig, het moet de condensator aanzetten na ontladen en het opladen. Deze tweede transistor kan de condensator inschakelen, maar alleen voor opladen, daarom moet het worden aan- en uitgezet door een andere condensator.

Beide condensatoren veranderen voortdurend hun laad- en ontladritmes. In het circuit knipperen de LED's afwisselend, een knipperlicht.

Natuurlijk kan het circuit worden gewijzigd zodat slechts één LED knippert. Het enige wat je hoeft te doen is één LED verwijderen en de 130 Ohm-weerstand naar boven aan de Plus vastklemmen, zodat je een knipperlicht hebt.

Je kunt ook een van de twee condensatoren vervangen door de grote 1000  $\mu$ F condensator. Het ritme vertraagd dan.

### Zo is de schakeling opgebouwd:



Een stuk van het schakeldraad tussen de +rij en 2a insteken. Een stuk schakeldraad tussen de +rij en 12b insteken. De Anode van de rode LED in aansluiting 2c en de Kathode in aansluiting 5c steken. De Anode van de groene LED in aansluiting 12c en de Kathode in 15c steken. De weerstand 1 (130 Ohm) tussen 5d en 5g plaatsen. De weerstand 2 (130 Ohm) tussen 15d en 15g plaatsen. De weerstand 1 (6,8 kOhm) in de +rij en de aansluiting 7f steken. De weerstand 2 (6,8 kOhm) tussen de +rij en 13g insteken. De +pool van de Condensator 1 in 13i en de -pool in 5f steken. De +pool van de Condensator 2 in 15i en de -pool in 7i steken. De Transistor 1 als volgt insteken: Basis (7h) Collector (5h) Emitter (6i). De Transistor 2 als volgt insteken: Basis (13h) Collector (15h) Emitter (14i). Een schakeldraadverbinding tussen de -rij en 14j insteken. Een schakeldraadverbinding tussen de -rij en 6j insteken.

Knipperlicht kun je bijv. bij een modeltreinbaan bij een overgang inzetten. Een knipperlicht kan ook worden ingebouwd in een modelauto of als waarschuwingslicht worden gebruikt.

Tenslotte, de functionele beschrijving van het samenspel van de twee LED's:

Wanneer de batterij is aangesloten, gaat de groene LED eerst branden. Via de rode LED vloeit stroom in Condensator 1, deze laadt dan op en blokkeert Transistor 1. De groene LED gaat uit, de rode LED gaat nu branden. Nu kan Condensator 2 zich opladen en dan Transistor 2 blokkeren. Gedurende deze tijd is Condensator 1 al weer opgeladen, dit heeft tot gevolg dat transistor 1 weer wordt ingeschakeld, de groene LED gaat weer branden en de condensator 1 wordt opgeladen. Dit proces wordt voortdurend herhaald.