

**MAKER
FACTORY**

The logo for 'MAKER FACTORY' features the words in a bold, dark blue, sans-serif font. The word 'MAKER' is on the top line and 'FACTORY' is on the bottom line. A stylized volcano is integrated into the text, positioned behind the 'A' in 'MAKER' and the 'F' in 'FACTORY'. The volcano has a grey body, a yellow lava flow at the top, and a grey smoke plume rising from the top. The base of the volcano is a dark grey, rounded shape.

Inhoud

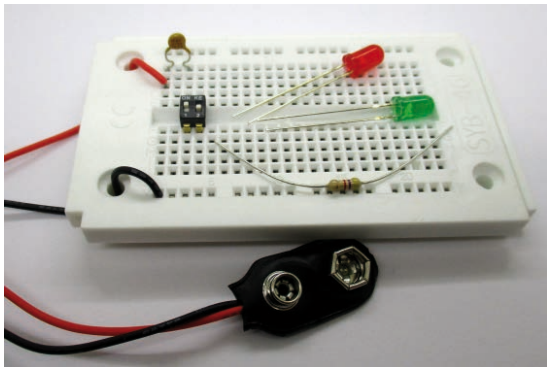
1 Voorbereidingen.....	3
2 Eenvoudige LED-lamp	4
3 Meer kleuren: Rood en groen	7
4 Controlelampje voor de nacht.....	8
5 Schakelbare helderheid	10
6 Versterkte stroom	13
7 Een alarminstallatie.....	16
8 Uit met een druk op de knop.....	17
9 Een lange nagloed.....	19
10 Rood en groen in dezelfde maat.....	21
11 Uitschakelvertraging voor drie LED's	23
12 Drievoudig knipperlicht in dezelfde maat.....	25
13 Aanraakschakelaar	26
14 LED-lichtsensor	28
15 Met extra schakelaar, ook in het donker	30
16 Transistor-flipflop: Rood of groen	32
17 Reactiespel	34
18 Vierkleurige omschakelaar.....	36
19 Eenvoudige RS-flipflip	38
20 Temperatuursensor	39
21 Langzaam knipperlicht.....	41
22 Driekleurig transistorknipperlicht.....	42

23 Ononderbroken knippen	44
24 Flikkerend vuur	45
25 Het speciale LED-lampje.....	47

1 Voorbereidingen

De kern van dit leerpakket bestaat uit LED's en transistors. Dit maakt zelfs complexe toepassingen mogelijk. En als u wilt, vindt u ook de nodige informatie over hoe deze werken.

Het leerpakket bevat de volgende componenten voor het samenstellen en aansluiten van de componenten: een insteekprintplaat voor het opbouwen van alle experimenten, een 9V-batterijclip om de batterij aan te sluiten, een dubbele schakelaar met vier aansluitingen, een tweedraadszekering en vijf kabels om in te pluggen op de insteekprintplaat.



De batterijkabel moet zo stabiel mogelijk worden bevestigd, zodat deze tijdens de vele volgende experimenten niet losraakt. De blanke uiteinden van de rode en zwarte kabels moeten in de juiste contactgaten van de printplaat worden

gestoken. Eerst moet u met een naald kleine gaatjes in de beschermfolie in de achterkant van de plaat prikken en de kabels van onderaf erin steken. Dit zorgt voor een adequate fixatie. De schakelaar en de zekering moeten precies in de afgebeelde positie worden geplaatst. Dat geldt ook voor alle volgende experimenten.

Er zijn ook zes lichtdiodes (LED's), waaronder vijf gekleurde LED's in de kleuren rood, geel, groen, blauw en roze en een rood knipperende LED, die een doorzichtige behuizing heeft waarin u een kleine extra chip kunt zien.

Let op, de LED's mogen nooit rechtstreeks op een 9 V-batterij worden aangesloten! U moet nog steeds een weerstand gebruiken die de elektrische stroomsterkte verlaagt. Er zijn negen weerstanden die kunnen worden onderscheiden aan de hand van hun gekleurde ring.

De experimenten met de andere elektronische componenten zijn bijzonder interessant. De twee transistors met de typeaanduiding BC547B zijn bepalend. Ze hebben drie aansluitingen, die u niet moet verwarren. Bovendien is er een elektrolytische condensator met 100 microfarad (100 μF) en twee kleine drukknoppen.

2 Eenvoudige LED-lamp

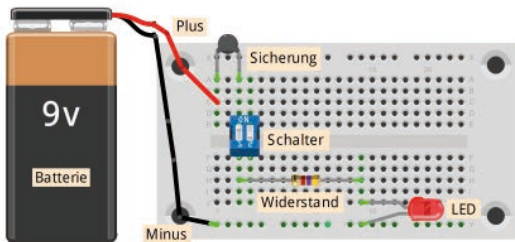
Voor het eerste experiment heb je zes componenten nodig, waarvan er vier telkens opnieuw nodig zijn bij elk experiment: De insteekprintplaat, de batterijclip, de schakelaar

en de zekering. Voor het eerste experiment komen daar een weerstand met 4.700 ohm (geel, paars, rood, 4,7 k Ω) en een rode lichtdiode (LED) bij.



De installatierichting van de LED is belangrijk. Deze heeft een kortere draad (de kathode = negatieve pool) en een langere draad (de anode = positieve pool). Binnenin ziet u een iets grotere houder aan de minkant, die het eigenlijke LED-kristal draagt.

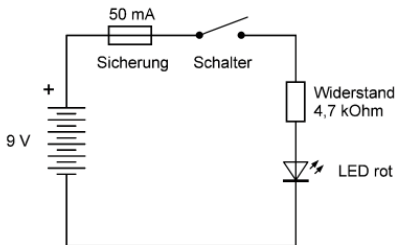
Na de installatie en een laatste controle moet de batterij worden aangesloten - een rood LED-licht met schakelaar is klaar. Als u de linker schakelaar in de richting van ON schuift, gaat de rode LED branden. Als dit niet werkt, moet de installatie opnieuw worden gecontroleerd. De meest voorkomende fout is een verkeerd geplaatste LED. Maar geen probleem, er is niets stuk. Als deze correct wordt geplaatst, werkt het.



Schakelschema's

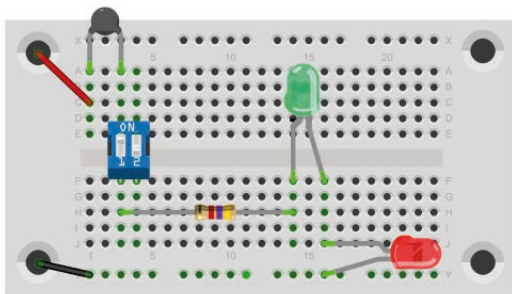
De schakelschema's in deze handleiding hoeven niet absoluut gevolgd te worden om de experimenten met succes in te stellen. Maar ze kunnen helpen om alles beter te begrijpen. Een schakelschema toont de verbindingen van de componenten op een vereenvoudigde manier met schakelsymbolen voor elk component. Wanneer u eraan gewend bent, begrijpt u met een schakelschema veel gemakkelijker hoe alles bijeen hoort.

De batterij bestaat uit zes 1,5V-batterijcellen. Het langere streepje geeft de positieve pool aan. De zekering wordt getekend als een kastje met een draad. De schakelaar geeft momenteel een open verbinding weer. De weerstand wordt als kastje weergegeven. En de LED bevat een pijl die de huidige stroomrichting aangeeft. Twee kleine pijlen geven het geproduceerde licht aan. In dit schakelschema ziet u duidelijk dat alle componenten een gesloten pad vormen, dat wil zeggen een circuit. Het pad is op slechts één punt onderbroken: bij de momenteel geopende schakelaar.



3 Meer kleuren: Rood en groen

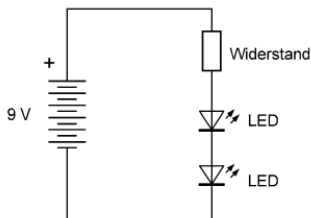
Hier wordt aanvullend een groene LED in serie met de rode LED geïnstalleerd. Daarmee branden beide LED's samen. Met de schakelaar kunt u beide in- en uitschakelen.



Serieschakeling

In serieschakeling stroomt dezelfde stroom door twee of meer verbruikers. Het is een «onvertakt circuit» omdat er maar één pad is. Dit betekent dat de stroomsterkte op elk punt hetzelfde is. U kunt het eenvoudig uitproberen door de beide LED's te verwisselen. De helderheid blijft daarbij precies hetzelfde.

De batterijspanning van 9 V is verdeeld over drie verbruikers. De rode LED heeft een spanningsval van 1,8 V, de groene 2,4 V en de weerstand 4,8 V. Als u alle deelspanningen optelt, krijgt u de totale spanning: $1,8 \text{ V} + 2,4 \text{ V} + 4,8 \text{ V} = 9,0 \text{ V}$.

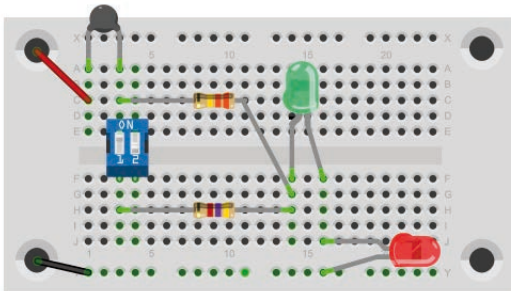
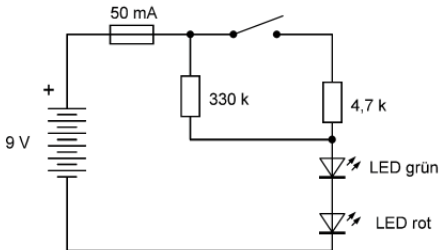


Vereenvoudigd schakelschema van een serieschakeling

4 Controlelampje voor de nacht

Hier wordt nog een weerstand met $330\text{k}\Omega$ (330 kilo-ohm) geïnstalleerd. Deze draagt de kleurringen oranje, oranje, geel en een extra gouden ring. Hoe groter de weerstand, hoe minder stroom er vloeit. De eerste weerstand was slechts $4,7\text{k}\Omega$ (geel, paars, rood) en zorgde voor relatief helder licht. Als de grotere weerstand wordt gebruikt, branden de LED's slechts zwak.

In het controlelampje zorgt de grote weerstand ervoor dat u de lamp op elk moment kunt vinden, zelfs in het donker. Wanneer de lamp nodig is, schakelt u de hogere helderheid in. Zo werkt het ook bij sommige lichtschakelaars. Een kleine gloeilamp maakt het gemakkelijker om de schakelaar te vinden.



Weerstanden en hun gekleurde ringen

De gekleurde ringen op de weerstanden staan voor getallen. Ze worden gelezen beginnend met de ring het dichtst bij de rand van de weerstand. 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 hebben een gouden ring.

Dit betekent dat de opgegeven waarde 5% groter of kleiner kan zijn dan aangegeven door de gekleurde ringen. De eerste weerstand wordt als volgt gelezen: Geel = 4, paars = 7, rood = 00, samen 4.700 Ohm, dus 4,7 kΩ.

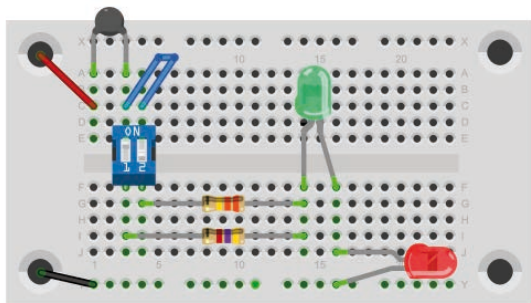
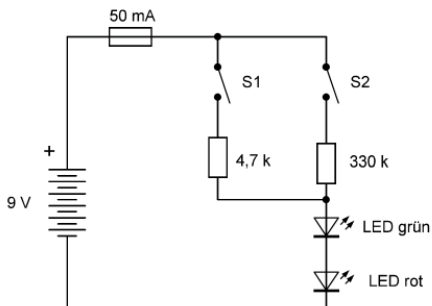
De kleurcode van de weerstand

Kleur	Ring 1 1. Cijfer	Ring 2 2. Cijfer	Ring 3 Vermenigvuldiger	Ring 4 Tolerantie
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 Schakelbare helderheid

Hier wordt een LED-licht zodanig omgebouwd dat beide delen van de schakelaar verantwoordelijk zijn voor een eigen helderheid. Hiervoor heeft u een kabel met twee stekkers nodig. Nu kunt u, afhankelijk van uw wensen, drie helderheidsniveaus inschakelen: uit, zwak licht en fel licht. Als beide

schakelaars samen zijn ingeschakeld, zou er eigenlijk een vierde niveau moeten zijn, omdat de stroom nu door beide weerstanden stroomt. Maar het verschil met de derde fase is zo klein dat u het niet merkt.



Spanning, weerstand en stroom

Zoals u weet, wordt de elektrische spanning gemeten in volt (V). De batterij heeft 9 V. En een weerstand wordt gemeten in ohm (Ω) of kilo-ohm ($1\text{ k}\Omega = 1.000\ \Omega$). Maar er is nog een zeer belangrijke meetwaarde: De elektrische stroomsterkte wordt gemeten in ampère (A) of bij lage stromen in milliampère ($1\text{ mA} = 1/1000\text{ A}$). Al deze namen komen van beroemde onderzoekers die zo'n 200 jaar geleden als eerste elektriciteit onderzochten: Alessandro Volta, Georg Simon Ohm en André-Marie Ampère.

Met een meetapparaat kunt u meten hoeveel stroom er door de LED stroomt. Maar u kunt het ook uitrekenen als u weet hoe groot de spanning van de batterij precies is en wat de spanning is op de LED. Als de batterij nog nieuw is, heeft deze een spanning van 9 V. De twee LED's hebben samen ongeveer 4 V nodig. Dan is er nog 5 V over voor de weerstand. En dan kunt u voor de grotere helderheid als volgt rekenen:

Stroom = spanning/weerstand

Stroom = $5\text{ V}/4700\ \Omega$

Stroom = $0,0011\text{ A} = 1,1\text{ mA}$

Dat is niet veel, er stroomt slechts 1,1 mA, hoewel de LED een stroom van 20 mA verdraagt. Maar de batterij gaat lang mee! De batterij heeft gewoonlijk een capaciteit van 500 milliampère (500 mAh) en zou dus 500 mA kunnen leveren gedurende één uur of 1 mA gedurende 500 uur. Of de lamp brandt ongeveer 450 uur bij 1,1 mA, dus bijna drie weken.

Voor de grotere weerstand met $330\text{ k}\Omega$ komt u op een stroom van ongeveer $0,015\text{ mA}$ en een levensduur van vier jaar met slechts één batterij. Stroom besparen is de moeite waard!

6 Versterkte stroom

Het belangrijkste onderdeel van dit leerpakket is de transistor. Deze heeft drie aansluitingen, die u niet moet verwarren. Ze worden Emitter (E), Basis (B) en Collector (C) genoemd. De afkorting C komt van de Engelse spelling "Collector". De emitter moet worden aangesloten op de negatieve pool van de batterij. Hiervoor moet de vlakke, gelabelde zijde van de transistor naar links wijzen.

Het experiment toont het typische gedrag van een transistor. Wanneer beide schakelaars aan zijn, is de groene LED zwak, maar is de rode erg helder. Als u de groene LED met de rechterschakelaar uitschakelt, gaat de rode LED ook uit. De transistor gedraagt zich als een schakelaar. Een kleine stroom door de basisklem veroorzaakt dat er een grote stroom wordt ingeschakeld door de collectorterminal.

Transistors zijn belangrijke componenten op alle gebieden van elektronica. In radio's en televisies, maar ook in smartphones en computers, overal zijn transistors geïnstalleerd. Daarom loont het om precies te begrijpen hoe een transistor werkt. Het circuit toont zelfs een belangrijk basiselement van een computer, namelijk het EN-circuit. Alleen wanneer schakelaar 1 (S1) EN schakelaar 2 (S2) op ON staan, gaat de rode

LED branden. Als een van beide of beide zijn uitgeschakeld, blijft deze uit. Van veel van dergelijke basiscircuits kun je machines, rekenmachines of hele computers maken.

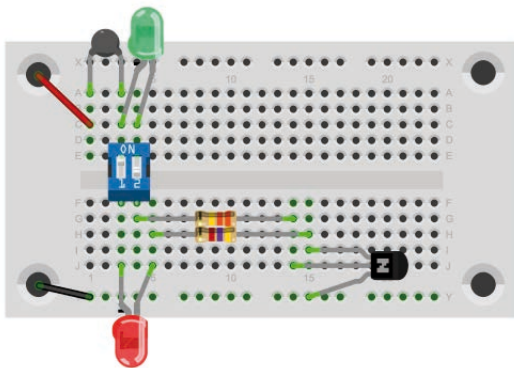
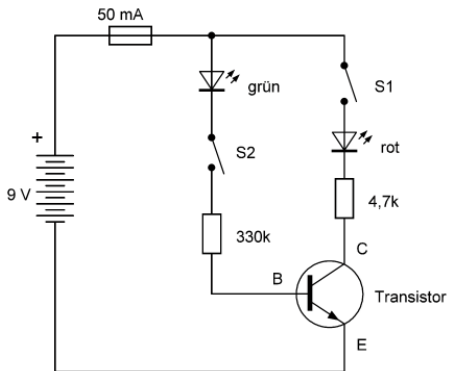
Transistors

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



Deze transistor heeft de typeaanduiding BC547B. Met deze aanduiding kunt u precies het juiste type kiezen, dat overigens door meerdere bedrijven wordt gefabriceerd. Of u kunt op het internet zoeken naar het gegevensblad. Dit bevat de beslissende eigenschappen en meetwaarden. Kort samengevat: Deze NPN-transistor kan een spanning van 50 V en een stroom van

100 mA weerstaan. En hij kan de stroom minstens 200 keer versterken.



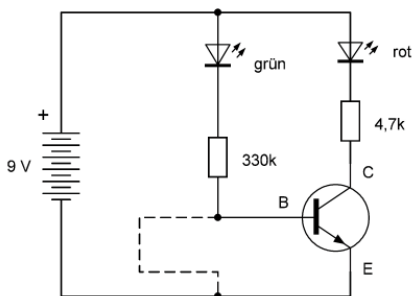
7 Een alarminstallatie

Voor dit kleine alarmsysteem hebt u een tweede kabel nodig. Deze vormt een verbinding tussen de basis, die de collectorstroom afsluit en de emitter van de transistor. Maar als u de kabel uittrekt, wordt het alarm geactiveerd. Dan gaat de rode LED aan.

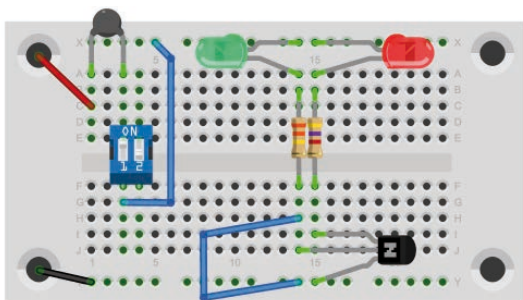
Een alarmsysteem kan worden gebouwd met een dunne draad die scheurt wanneer iemand een raam of deur opent. De draad in de vorm van een alarmlus kan meerdere ramen en deuren beveiligen. Mocht een inbreker hem ontdekken en hem afsnijden om het alarm uit te zetten, dan heeft hij zich grondig vergist. Omdat het alarm dan ook afgaat.

In de alarmtoestand stroomt een kleine stroom door de groene LED, de 330-k Ω -weerstand en door de basisaansluiting van de transistor. De transistor schakelt daarom de collectorstroom in, zodat de rode LED oplicht. De alarmlus vormt een kortsluiting tussen de basis en de emitter. Hiermee wordt de basisstroom uitgeschakeld. Zonder basisstroom stroomt er geen collectorstroom, de rode LED blijft uit. Maar als u de alarmlus afkoppelt, wordt de transistor ingeschakeld.

Zelfs zonder een alarm stroomt er altijd een kleine stroom. De groene LED brandt zwak en geeft aan dat het alarm is ingeschakeld. Maar omdat er in rust slechts een zeer kleine stroom vloeit, gaat de batterij enkele jaren mee. Alleen met een alarm vloeit er meer stroom.



Let op, de zekering en de schakelaar worden niet weergegeven in het schakelschema, maar zijn altijd inbegrepen.



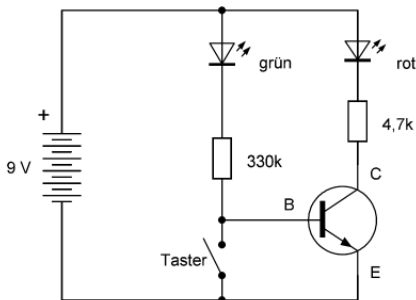
8 Uit met een druk op de knop

Hier wordt een drukknopschakelaar geïnstalleerd in plaats van de alarmlus van het laatste experiment. In de normale

toestand is de schakelaar open. Alleen als u op de knop drukt, wordt het contact gesloten. Hiermee schakelt u de rode LED uit.

Het NIET-circuit

Eigenlijk vreemd, u sluit een contact en schakelt een stroom in, maar daardoor wordt een andere stroom uitgeschakeld. Een inschakeling veroorzaakt een uitschakeling, dus precies het tegenovergestelde. Dit is ook een van de belangrijkste basisschakelingen van de computertechnologie en wordt een NIET-circuit genoemd. Een andere term hiervoor is «omvormer». Net als het EN-circuit is het NIET-circuit een logische basisschakeling. Met zeer veel EN- en NIET-circuits kunt u een hele computer bouwen.



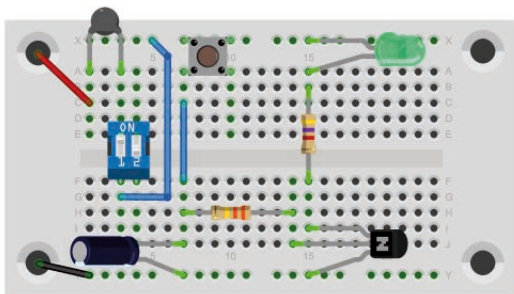
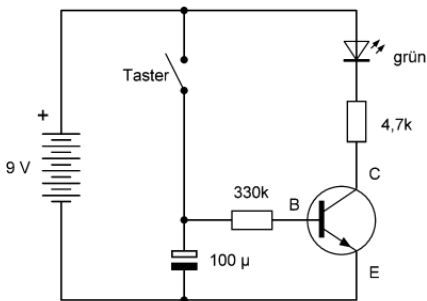
minuut of twee branden en vervaagt langzaam. Dit is een ideale nachtlamp, omdat je geleidelijk kunt wennen aan de duisternis.

Condensator

Een condensator bestaat uit twee metalen platen of metalen folies die elkaar niet raken maar van elkaar zijn geïsoleerd. Als ze met een batterij worden verbonden, worden ze elektrisch opgeladen en slaan ze nu elektrische energie op.

De capaciteit van een condensator, d.w.z. hoeveel elektrische lading een condensator opslaat bij een gegeven spanning, wordt gemeten in de Farad-eenheid, genoemd naar de bekende onderzoeker Michael Faraday. Deze condensator heeft echter slechts 100 microfarad (100 μF). 1 μF is een miljoenste Farad. De Griekse letter μ (my) is de Griekse kleine m, en "mikros" betekent in het Grieks "klein". Een capaciteit van 100 μF is daarom vrij klein. Maar omdat de weerstand van 330 $\text{k}\Omega$ erg groot is, wordt de condensator langzaam ontladen met een zeer kleine stroom. De transistor versterkt deze kleine ontladestroom en laat de LED helder genoeg branden.

Zonder de transistor is de opgeslagen energie alleen voldoende voor een korte lichtflits. Dit kan eenvoudig worden getest door de net opgeladen condensator uit de insteekprintplaat te nemen en in de juiste richting aan een LED te houden, die dan één keer knippert.



10 Rood en groen in dezelfde maat

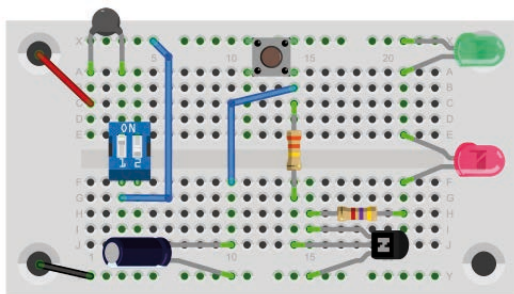
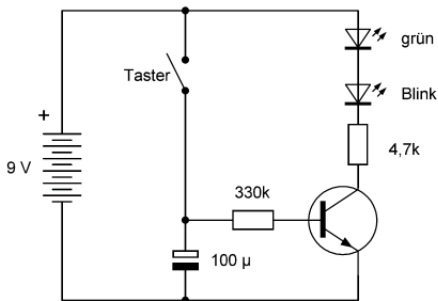
De rood knipperende LED bevat naast het LED-kristal een circuit die de LED-stroom steeds weer in- en uitschakelt. Als u ze installeert zoals in het opbouwplan, wordt de groene

LED ook in- en uitgeschakeld. Het resultaat is een rood-groen knipperlicht dat men met de drukknopschakelaar start en dat vervolgens geleidelijk steeds zwakker wordt. Als de LED's niet knipperen, is waarschijnlijk de normale rode LED geïnstalleerd, die u kunt herkennen aan de enigszins dof gekleurde behuizing.

De knipperende LED

De knipperende LED bevat een elektronische schakelaar, die uit een transistor bestaat. Maar er zijn meer transistors en andere componenten nodig, die samen een complex circuit vormen en de taak hebben om de exacte timing te regelen. Het geheel is op een klein stukje silicium opgebouwd, dat naast het LED-kristal is geïnstalleerd. Later zal een apart knipperend circuit worden gebouwd om te begrijpen hoe dit werkt.

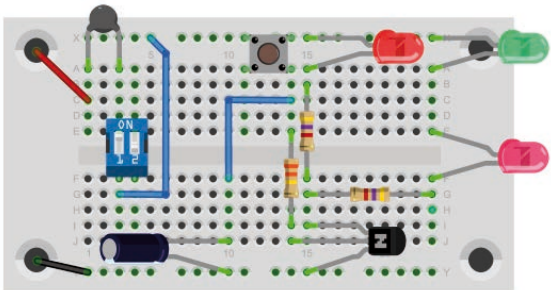
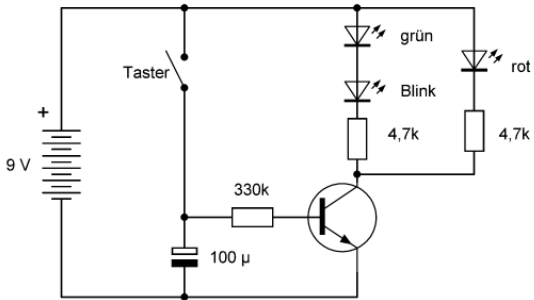
Het is duidelijk dat de groene LED nooit helemaal uitdooft in de knipperpauzes, maar nog zwak blijft branden. De reden is dat er geen stroom door het rode LED-kristal stroomt, maar wel door de andere delen van het circuit. Daarom blijft er een kleine stroom over in de uit-stand, waardoor de groene LED nog zwak blijft branden.



11 Uitschakelvertraging voor drie LED's

Nu wordt er een derde LED geïnstalleerd samen met nog een weerstand van 4,7kΩ (geel, paars, rood). De tweede rode LED knippert niet, omdat deze niet in serie is met de knipperende

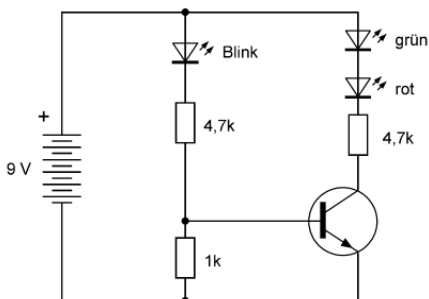
LED. Maar deze gaat net als de andere LED's langzaam uit. Helemaal aan het einde brandt alleen de rode LED nog. De groene LED en de knipperende LED zijn dan al helemaal uit, omdat ze samen meer spanning nodig hebben.

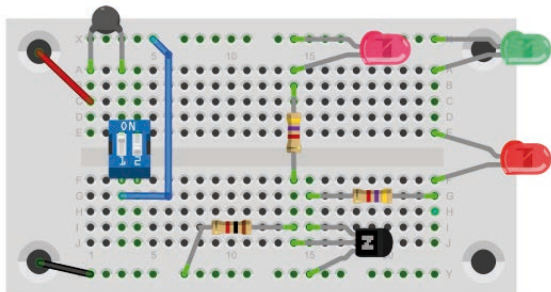


12 Drievoudig knipperlicht in dezelfde maat

Het circuit is nu zodanig gewijzigd dat alle drie de LED's in de knipperpauzes volledig uitgaan. Hierbij wordt een weerstand met 1 k Ω (bruin, zwart, rood) gebruikt. De rode knipperende LED schakelt de transistor in, die daardoor de rode en groene LED's in- en uitschakelt. Het resultaat is dat alle drie de LED's knipperen.

Als u de 1-k Ω -weerstand uit het circuit haalt voor de test, knippert alleen de knipperende LED, de andere twee LED's blijven altijd aan. De versterking van de transistor is namelijk groot genoeg om alleen al met de kleine reststroom van de knipperende LED de overige LED's volledig in te schakelen. De weerstand van 1 k Ω dient om deze kleine stroom af te voeren, zodat de transistor alleen geleidt in de aan-toestand van de knipperende LED. De drie LED's samen knipperen nu veel helderder dan de knipperende LED alleen, dus u ziet dat de transistor werkt als een versterker.





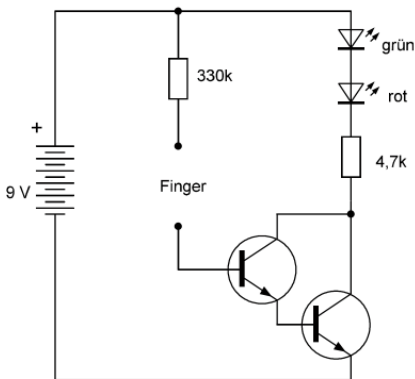
13 Aanraakschakelaar

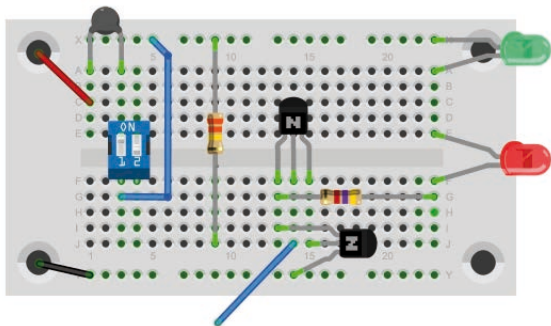
Een andere transistor moet nu samen met de eerste zorgen voor nog meer versterking. Beide collectoraansluitingen zijn direct verbonden en de emitter van de eerste transistor leidt naar de basis van de tweede. Dit circuit wordt Darlington-circuit genoemd. Hiermee wordt een aanraakschakelaar gebouwd. Als u tegelijkertijd het vrije uiteinde van de kabel en de weerstand met 330 kΩ met de vinger aanraakt, stroomt een zeer kleine, niet te voelen stroom door de vinger, die zo ver wordt versterkt dat beide LED's zijn ingeschakeld.

Tot nu toe kon de eerste transistor altijd in zijn positie blijven zitten. Maar nu moet deze op een andere manier worden geïnstalleerd, zodat beide correct zijn aangesloten. De nieuwe ingang is de basis van de linker transistor.

Het Darlington-circuit

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





14 LED-lichtsensor

In dit experiment wordt een gele LED gebruikt als lichtsensor. Deze wordt andersom dan gebruikelijk ingebouwd en geleidt daarom niet echt elektriciteit. Maar wanneer er licht op de LED valt, veroorzaakt dit een kleine stroom zoals bij een fotodiode. Deze wordt dan versterkt door twee transistors en laat de andere twee LED's oplichten. Een zaklamp is geschikt voor het testen. Hoe sterker u de gele LED belicht, hoe helderder de twee andere LED's zullen schijnen.

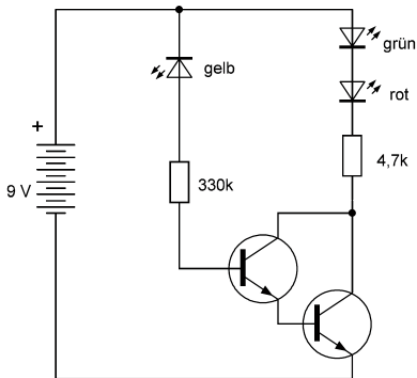
Fotodiode

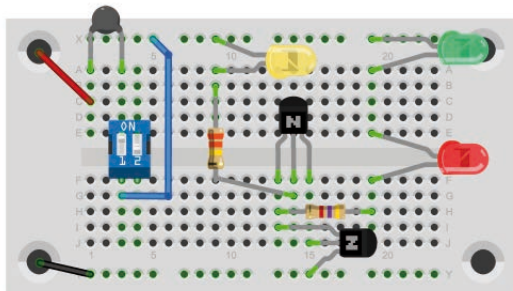
Elke diode bestaat uit een halfgeleider met een PN-sperlaag die de stroom in de ene richting geleidt en in de andere geen stroom doorlaat, waardoor de stroom wordt geblokkeerd.

Naast lichtdiodes zijn er gelijkrichterdiodes en fotodiodes gemaakt van silicium, dat wil zeggen hetzelfde materiaal waaruit transistors zijn opgebouwd. Een fotodiode gebruikt een bijzonder groot gebied, zodat er veel licht van buitenaf in de sperlaag kan doordringen. Daar zorgt het licht ervoor dat het isolerende effect van de sperlaag gedeeltelijk wordt opgeheven, er vloeit stroom. Een LED is vergelijkbaar opgebouwd, maar heeft slechts een zeer klein oppervlak. Daarom is de lichtafhankelijke stroom ook slechts klein. Na een grote versterking door de twee transistors is deze echter voldoende voor dit experiment.

Extra experiment

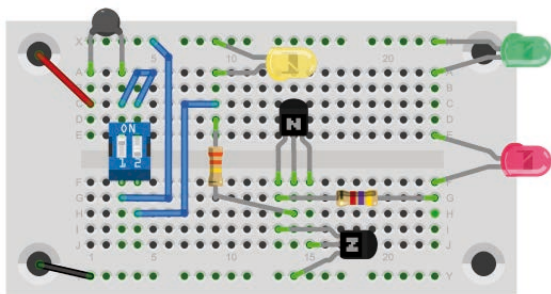
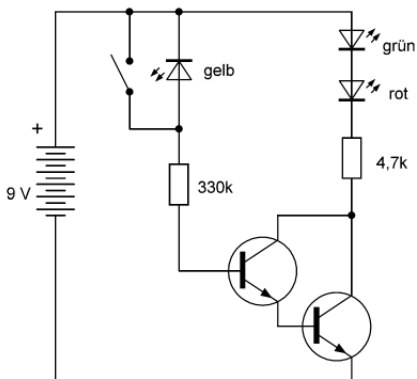
De rode of groene LED kan ook werken als een fotodiode. U kunt gemakkelijk onderzoeken welke LED de beste fotodiode is.





15 Met extra schakelaar, ook in het donker

Hier wordt de lichtsensor uitgebreid met een extra schakelaar. Met de tweede schakelaar kunnen de LED's ook 's nachts worden ingeschakeld. Deze ligt parallel aan de lichtsensor en kan daarom zelfs in het donker zorgen voor voldoende basisstroom. In plaats van de schakelaar kunt u ook twee contacten voor een aanraaksensor installeren of eenvoudig de draden van de sensor-led aanraken.



De PTC-zekering

Bij alle experimenten wordt er een zekering gebruikt die helpt wanneer er een fout optreedt. Als er kortsluiting optreedt, kan een kabel heet worden. Of de batterij kan heet worden, snel ontladen of in het ergste geval zelfs exploderen. Maar de zekering zal het ergste verhinderen.



Veel zekeringen branden gewoon door wanneer er kortsluiting wordt veroorzaakt. Maar deze speciale zekering is een zelfherstellende zekering, die ook PTC-zekering wordt genoemd. Als er een te grote stroom vloeit in het geval van kortsluiting, wordt de PTC-zekering heet en

staat deze slechts zeer weinig stroom toe, omdat de weerstand ervan sterk stijgt. PTC staat voor "positieve temperatuurcoëfficiënt" en betekent dat de weerstand toeneemt met de temperatuur. In het geval van een kortsluiting, bereikt de PTC-zekering ongeveer 60 graden. Als u de stroom uitschakelt en de fout elimineert, koelt deze af en is ze weer als nieuw.

16 Transistor-flipflop: Rood of groen

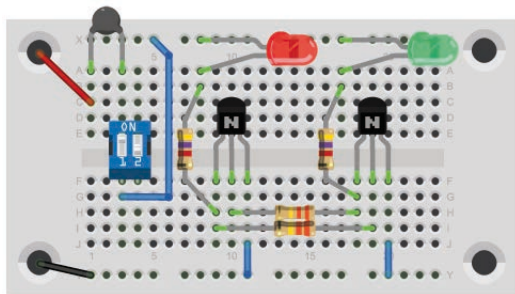
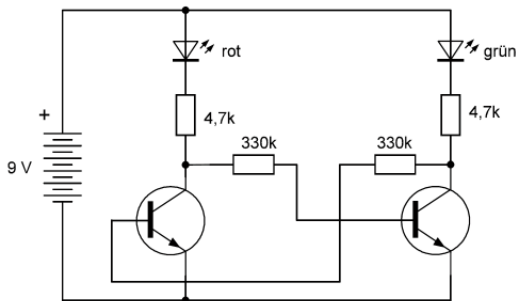
In dit circuit zijn er twee transistors die tegengesteld in- of uitschakelen. Elke basis heeft een grote weerstand van 330 k Ω . Wanneer een transistor wordt ingeschakeld, schakelt deze tegelijkertijd de basisstroom van de andere transistor uit. In dit geval is de rode of de groene LED aan. Maar de andere LED

brandt nog steeds zwak, omdat de kleine basisstroom van de andere transistor er doorheen stroomt.

Het is onmogelijk om te voorspellen welke LED zal oplichten na inschakeling. U kunt echter de toestand veranderen door een van de basisaansluitingen aan te raken met een draad en aldus een korte elektrische puls te genereren als gevolg van willekeurig aanwezige ladingen. Dit werkt meestal niet de eerste keer. Veilig omschakelen wordt echter bereikt door de basis aan te sluiten op de emitter van de transistor die momenteel geleidt.

De flipflop

Een flipflop is een circuit dat twee stabiele toestanden kent. De bestaande status blijft voor onbepaalde tijd opgeslagen tenzij u deze opzettelijk wijzigt. De flipflop is daarom ook een informatiearchief. In dit geval wordt slechts één stuk informatie opgeslagen. Je kunt ze ja of nee noemen, maar ook één of nul of, zoals in dit geval, rood of groen. Heel veel flipflops samen worden gebruikt als geheugen in computers en slaan dienovereenkomstig grote hoeveelheden informatie op.



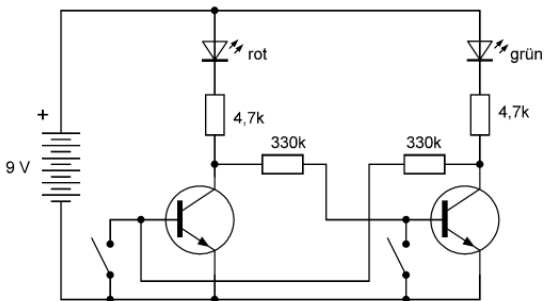
17 Reactiespel

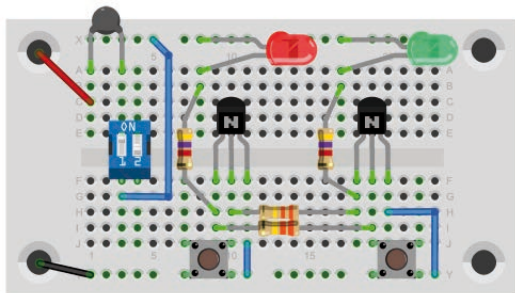
U kunt twee knoppen kunnen gebruiken om de flipflop van het laatste experiment zeer gericht in een gewenste toestand te brengen. U zou het experiment kunnen gebruiken als een lichtsignaal. Rood betekent: Niet storen a.u.b.! En groen bete-

kent: Aanspreken toegestaan. Maar het experiment is tegelijkertijd een klein elektronisch spel.

Elke schakelaar kan de basisstroom van zijn transistor uitschakelen, waardoor ook de aangesloten LED uitschakelt. Normaal drukt u de knoppen slechts één voor één en afwisselend in. Maar als u beide tegelijk indrukt, gaan beide LED's uit. Wanneer u de knoppen loslaat, gaat daarentegen slechts één LED aan en niemand kan voorspellen welke. De schakelaars echt op hetzelfde moment loslaten is namelijk onmogelijk. En zelfs als het verschil slechts een microseconde is, wordt er één schakelaar eerder geopend dan de andere. En aan die zijde gaat de LED branden

Hoe het spel voor drie personen werkt: Twee bedienen de schakelaars, één geeft de opdracht tot loslaten. Vervolgens wordt er weergegeven wie sneller reageert, omdat alleen zijn LED brandt. Dit gaat altijd om de beurt, zodat de winnaar in verschillende rondes kan worden bepaald.





18 Vierkleurige omschakelaar

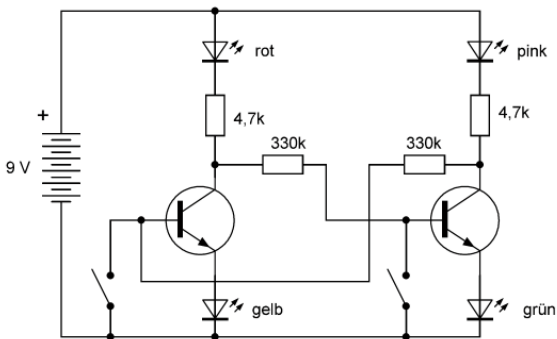
Hier wordt voor het eerst de roze oplichtende LED gebruikt. De behuizing is witachtig, maar deze LED licht echt op in de kleur roze. De RS-flipflop van het laatste experiment moet nu worden uitgebreid voor vier LED's. Zoals eerder, heeft elke transistor één LED in de collectorleiding, maar de andere LED wordt in de emitterleiding geplaatst. Zo branden rood en geel altijd samen of aan de andere kant roze en groen.

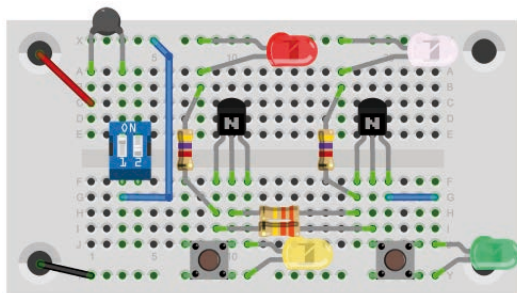
In dit experiment is het belangrijk dat de twee LED's op de negatieve pool soortgelijke spanningen hebben, wat alleen het geval is voor vergelijkbare kleuren. Bij gelijke stroom verschillen namelijk de spanningen op de LED's, in overeenstemming met de volgorde van een regenboog: Rood, geel, groen, blauw, paars. Geel en groen liggen ook wat betreft spanning dicht bij elkaar. Om te testen moet je om de beurt alle LED's

verwisselen en onderzoeken hoe het circuit zich vervolgens gedraagt.

De opbouw van de roze LED

Het eigenlijke LED-kristal van de roze LED straalt blauw licht uit. Maar het is bedekt met een fluorescerend materiaal dat een deel van het blauwe licht opvangt en als rood licht uitstraalt. Zo komt het dat de roze LED eigenlijk twee kleuren uitstraalt: Rood en blauw. Op deze wijze ontstaat de mengkleur roze.



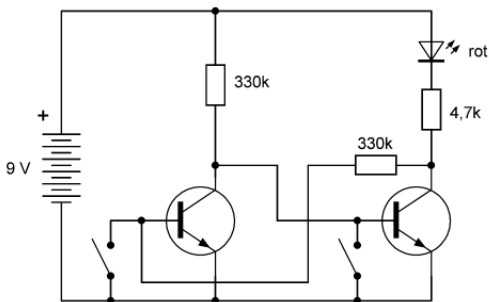


19 Eenvoudige RS-flipflip

Een vereenvoudigde flip-flop kan worden gebouwd met slechts één LED en slechts drie weerstanden. U kunt de LED in- en uitschakelen met de twee knoppen. Zo'n circuit wordt ook wel RS-flip-flop genoemd. De afkorting staat voor Reset (terugzetten = uitschakelen) en Set (zetten = inschakelen). De RS-flip-flop is een belangrijk basiselement van de digitale elektronica en computertechnologie.

Het circuit met twee transistors is opnieuw gebaseerd op het feit dat elk van de twee de basisstroom naar de andere kan uitschakelen. Omdat er slechts één LED wordt gebruikt, is het natuurlijk ook interessant om de andere kleuren te testen. U kunt een ingeschakelde LED verwijderen en een andere LED plaatsen. Na de wijziging wordt de nieuw geplaatste LED altijd eerst ingeschakeld. Als u namelijk een LED verwijdert,

schakelt u tegelijkertijd de basisstroom voor de linker transistor uit, net alsof u de LED wilt inschakelen. Een test met de knipperende LED is ook interessant. Heeft het knipperen invloed op de toestand van de RS-flipflop?

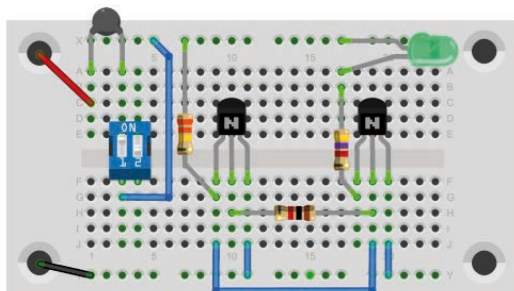
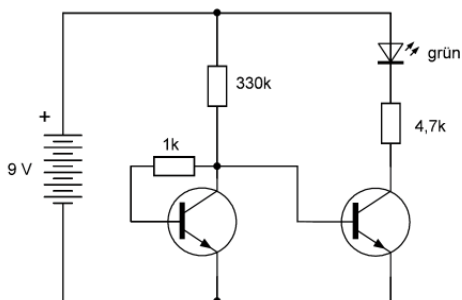


20 Temperatuursensor

Het laatste circuit wordt slechts een beetje veranderd, maar gedraagt zich volledig anders en reageert op verschillende temperaturen. Een weerstand met $1\text{ k}\Omega$ (bruin, zwart, rood) voorziet de linker transistor van basisstroom. De LED is niet helemaal aan en niet helemaal uit, maar brandt altijd gelijkmatig en heel zwak.

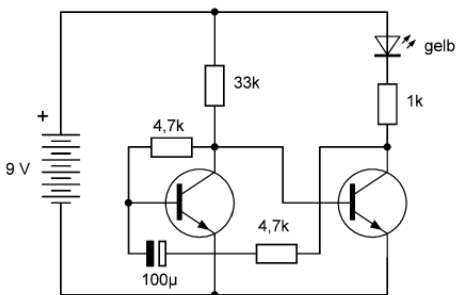
Als u de rechter transistor aanraakt met twee vingers, warmt deze iets op. De LED brandt dan een beetje helderder. Als u de linker transistor aanraakt, is het resultaat omgekeerd, de LED brandt zwakker. Het verschil in helderheid is niet erg

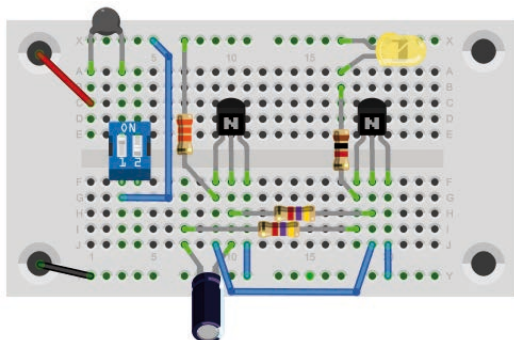
groot en is direct afhankelijk van de bereikte temperatuurverschillen. Maar u kunt duidelijke resultaten zien als u de linker en de rechter transistor afwisselend aanraakt met tussenpozen van een halve minuut. Voor grotere temperatuurverschillen plaatst u een stuk ijs op een lepel en houdt u een andere lepel boven de verwarming en vervolgens raakt u de transistors met beide aan.



21 Langzaam knipperlicht

In tegenstelling tot de rood knipperende LED met zijn ingebouwde knipperlicht moet er nu een apart richtingaanwijzer worden gebouwd. Het circuit doet een beetje denken aan de flipflops van eerdere experimenten. Het belangrijkste verschil is dat er deze keer een condensator wordt geïnstalleerd. De basisstroom door de condensator vloeit slechts steeds totdat de condensator opgeladen of ontladen is. Daarna wijzigt de flipflop automatisch van toestand. Hoe snel het knipperen is en hoe lang de LED aan of uit is, hangt af van de dimensionering van de componenten.



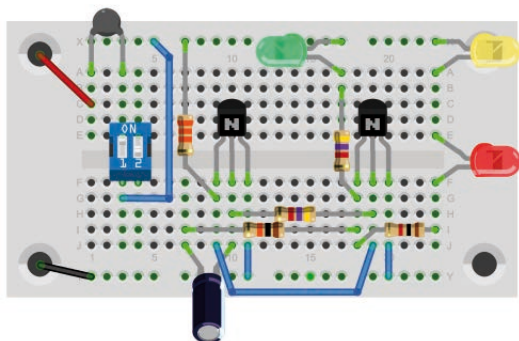
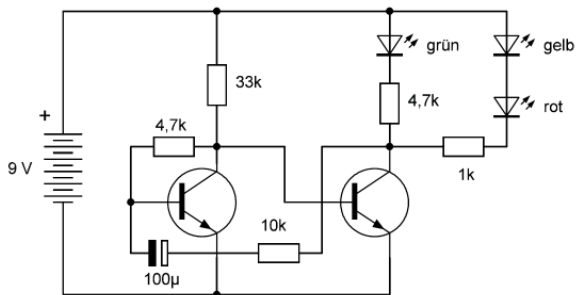


22 Driekleurig transistorknipperlicht

In het knipperende circuit van de laatste poging bevindt zich een extra weerstand met 10 k Ω (bruin, zwart, oranje) in serie geïnstalleerd in de condensator. Hierdoor wordt de aan/uit-verhouding evenwichtiger. Een andere verandering betreft de LED's. De rechter transistor kan veel meer dan alleen een LED schakelen. Hier zijn het er gelijk drie, die samen knipperen.

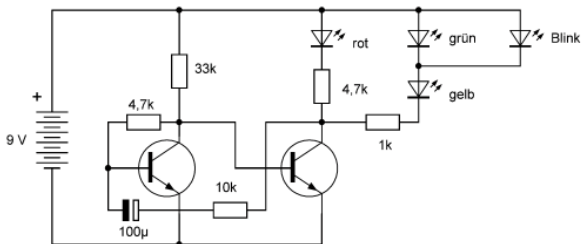
De oscillator

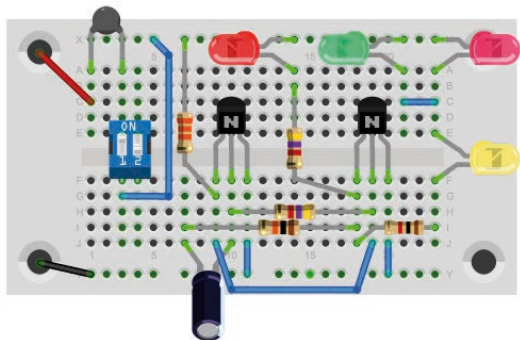
Een circuit dat automatisch trillingen genereert, wordt een oscillator genoemd. Oscillatoren zijn belangrijke circuits in de elektronica en computertechnologie. In een computer werken veel componenten in gelijke maat. En deze maat wordt gegeven door een oscillator, maar hij is veel sneller dan de hier geïllustreerde knipperlichten.



23 Ononderbroken knipperen

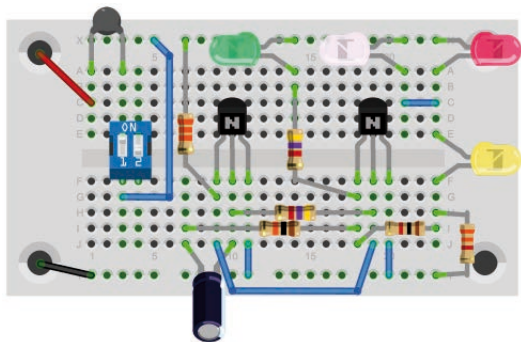
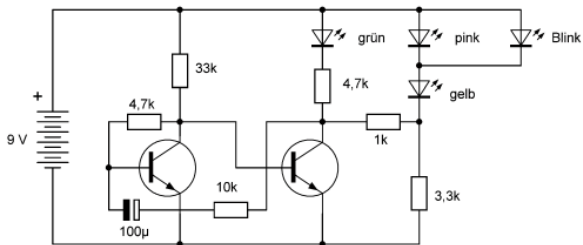
Het knipperlicht krijgt nu een vierde LED. Deze keer is de knipperende LED inbegrepen. En deze wordt parallel aan de groene LED geïnstalleerd. Het resultaat is dat de rode knipperende LED en de groene LED altijd afwisselend knipperen. Dit knipperen gaat sneller dan het zelf gebouwde knipperende circuit. U ziet een reeks knipperende pulsen, waarbij de knipperende LED steeds ongeveer zes keer knippert met de groene LED en vervolgens wordt onderbroken. De andere LED's knipperen langzaam.





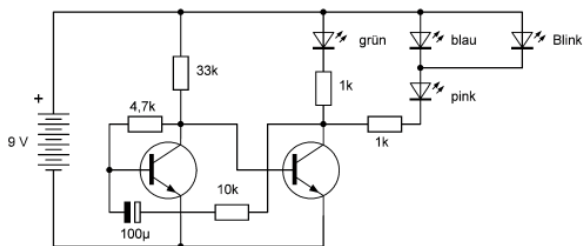
24 Flikkerend vuur

Het doel van dit experiment is een zachte flikkering zoals een gesimuleerd kampvuur. Het circuit moet hiervoor een derde helderheidsniveau tussen aan en uit krijgen. Deze keer wordt de roze LED parallel aan de knipperende LED geplaatst en gaat branden wanneer de knipperende LED uit is. Hierdoor ontstaat er een ingewikkeld knipperpatroon dat doet denken aan het flikkeren van een vuur.



25 Het speciale LED-lampje

Eén kleur ontbrak tot nu toe en daarom wordt nu de blauwe LED geïnstalleerd. Het onderbroken afwisselend roodblauwe knipperen ziet er bijzonder mooi uit en trekt ieders aandacht. Maar er zijn nog steeds veel uitbreidingen met heel verschillende kleuren denkbaar. Geel, rood, groen, blauw? Met of zonder knipperen? Alles is mogelijk!



Impressum

Beste Klant!



Dit product is vervaardigd in overeenstemming met de toepasselijke Europese richtlijnen en draagt daarom de CE-markering. Het beoogde gebruik wordt beschreven in de bijgevoegde instructies.

Voor elk ander gebruik of wijziging van het product bent u zelf verantwoordelijk voor het naleven van de toepasselijke regels. Installeer daarom de circuits precies zoals beschreven in de instructies. Het product mag alleen worden gedistribueerd met deze handleiding.



Het symbool van de doorgestreepte vuilnisbak betekent dat dit product als elektronisch afval gescheiden van huishoudelijk afval voor recycling moet worden aangeboden. De lokale overheid kan u informeren over waar u het dichtstbijzijnde gratis verzamelpunt vindt.

© 2018 Franzis Verlag GmbH, 85540 Haar bei München

Auteur: Burkhard Kainka

GTIN 4019631150202

Geproduceerd in opdracht van Conrad Electronic SE, Klaus-Conrad-Str. 1, 92240 Hirschau

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

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

Alle in dit boek gepresenteerde circuits en programma's zijn met de grootste zorg ontwikkeld, gecontroleerd en getest. Toch kunnen fouten in het boek en in de software niet volledig worden uitgesloten. Uitgever en auteur zijn in gevallen van opzet of grove nalatigheid aansprakelijk in overeenstemming met de wettelijke bepalingen. In overige gevallen 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.

Elektrische en elektronische producten mogen niet via het normale huishoudelijke afval worden verwijderd. Voer het product aan het einde van zijn levensduur af conform de geldende wettelijke voorschriften. Er zijn inzamelpunten ingesteld voor teruggave, waar u elektrische apparaten gratis kunt afgeven. Uw gemeente zal u informeren waar dergelijke inzamelpunten zich bevinden. Dit product voldoet aan de relevante CE-richtlijnen, voor zover u het gebruikt in overeenstemming met de bijgevoegde instructies. De beschrijving maakt deel uit van het product en moet worden verstrekt wanneer u het doorgeeft aan derden.