

Mathias Poets

Experimenteerdoos

Eenvoudige elektrische schakelingen simuleren

De eerste kennismaking met dingen als geleiders, niet-geleiders en elektrische circuits begint vaak in abstracte vorm op papier met elektrische schema's. Met de simulatiesoftware Autodesk 123D Circuits kun je schakelingen echter simuleren en interactief uitproberen. Daarna is de overstap naar een breadboard ineens veel makkelijker.

Als kind hebben we allemaal wel eens uit nieuwsgierigheid een zaklamp, een elektrisch aangedreven autootje of een radio uit elkaar gehaald. Meestal liep dat onbevredigend af: je leerde er niet veel van en je bleef met een hoop losse onderdelen en vaak een nog steeds kapot apparaat zitten.

Met de juiste hard- en software kun je je kennis van complexere technische schema's ook thuis prima vergroten. Wat in allerlei leerboekjes abstract wordt verteld, kun je op de computer aanschouwelijk maken. Zodra je aan het interactieve model op het beeldscherm gewend bent, is de overstap naar het abstracte schema als beschrijving van elektrische schema's ineens een heel stuk makkelijker. Het is te vergelijken met notenschrift in de muziek. Alles wordt nog veel begrijpelijker als je later met een handvol elektronica je zelfontworpen schakeling op een breadboard kunt opbouwen.

Het begin is de simulatie op de computer, ook al omdat dat een veilige omgeving is waarbinnen je naar hartenlust kunt experimenteren en fouten kunt maken. Pas als je het geheel in het echt gaat nabouwen, moet je rekening gaan houden met de hogere spanning van bijvoorbeeld het lichtnet. Dan krijg je ook te maken met veiligheidsregels in het omgaan met elektrische stroom, ter voorkoming van ongelukken.

Voordat je aan de slag gaat, is het goed om een aantal basisbegrippen zo nodig nog even op een rijtje te zetten: geleider, halfgeleider en isolator, stroomkring, aan/uitschakelaar en wisselchakelaar. Op internet is met wat zoeken best wel wat te vinden aan uitleg daarover, anders is een eenvoudig school- of leerboek ook bruikbaar.

In dit artikel worden de opbouw en simulatie van een wisselchakeling stap voor stap verklaard. Zo'n schakeling zit bijvoorbeeld in een slaapkamer waar een plafondlamp

zowel bij de deur en bij het bed (soms met een trekschakelaar) aan- en uitgezet kan worden. Het wordt ook wel een hotelschakeling genoemd omdat je daarmee zowel boven als beneden de verlichting in de hal kunt schakelen.

Virtuele elektronica-bouwoos

De elektronica-bouwoos 123D Circuits van Autodesk is voor privégebruik gratis en door zijn eenvoudige en overzichtelijke opbouw is hij bijzonder geschikt voor beginners van 8 tot 88 jaar. Je hoeft ook geen software te downloaden en installeren, want het geheel draait in de browser. Op de website 123d.circuits.io staan veel voorbeeldprojecten en instructievideo's. Eigen projecten kun je met vrienden delen. De website en het simulatieprogramma zijn in het Engels, maar dat hoeft dankzij de goede interface en de makkelijke symbolen (of eventueel ouders die af en toe bijspringen) geen struikelblok te zijn.

123D Circuits maakt intensief gebruik van JavaScript. Autodesk raadt daarom het gebruik van de browser Chrome aan. Voor het experimenteren heb je een account nodig. Dat biedt ook de mogelijkheid om producten te kopen in de webshop, bijvoorbeeld voor het maken van je eigen printplaatjes.

Nadat je via de groene 'Sign up'-knop helemaal rechtsboven een account hebt aangemaakt (als je jonger dan 13 jaar bent moet een ouder dat doen), kun je voortaan via de knop 'Sign in' links daarnaast inloggen. Het avatarsymbool rechtsboven in de hoek brengt je bij het hoofdscherm van

je profiel. Daar kun je de namen ('screen name') van je eigen projecten aanpassen, je e-mailadres en wachtwoord veranderen en heb je toegang tot al je projecten.

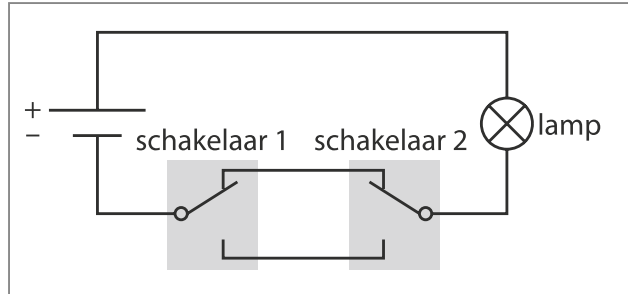
De menubalk bovenaan het scherm bevat de bedieningselementen. 'Explore' geeft toegang tot de voorbeeldprojecten van andere gebruikers en 'Learn' bevat een reeks instructievideo's. Met een klik op 'Create' of op de knop '+ New' rechtsboven naast de profielavatar begin je een nieuw project. Vervolgens open je met een klik op de groene knop 'New Electronics Lab' de editor.

Handen uit de mouwen

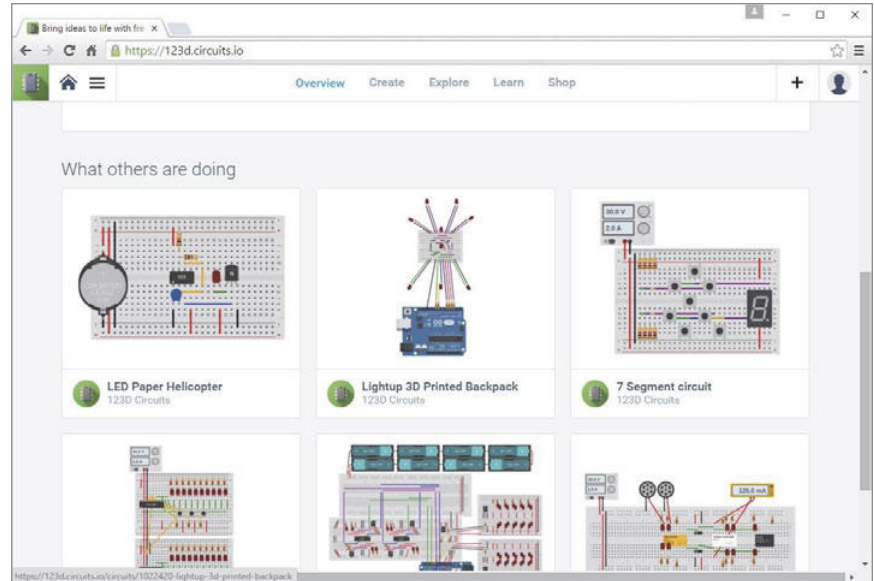
Het centrale onderdeel in het Electronics Lab is het werkvlak. Daarop ligt om te beginnen een kaal breadboard. Linksboven staat de naam van het circuit, standaard staat daar 'The Unnamed Circuit'. Met een klik daarop kun je het project een eigen naam geven, bijvoorbeeld 'Wisselschakeling'. Opslaan is niet nodig, 123 Circuits bewaart alle invoer automatisch. Via het IC-symbool rechts naast de regel met de naam ga je terug naar de editor (Lab View). De andere symbolen rechts daarvan leiden naar het elektronische schema (Schematics View), de lay-outeditor (PCB View) en de bijbehorende stuklijst (Bill of Materials).

Via de knop '+ Components' in de editor kies je alle benodigde onderdelen uit. Met een druk op die knop verschijnen de onderdelen met naam en afbeelding in een lijst onderaan over de volle breedte van je werkvlak. Je kunt ze gewoon naar het werkvlak slepen. Voor ons voorbeeld van een wisselschakeling heb je een 9V-batterij nodig, een gloeilamp en tweemaal de schuifschakelaar (Slideswitch) die als wisselschakelaar dient. Als je in plaats van een gloeilamp een LED wilt gebruiken, moet je twee dingen in de gaten houden. Aangezien de lichtdiode de stroom maar in één richting doorlaat, moet je letten op de juiste polen in de schakeling. De korte aansluitdraad van de led is de kathode, die moet met de negatieve pool van de spanningsbron verbonden worden. Het langere, gebogen pootje is de anode en dat moet aan de baan van de schakeling die met de pluspool van de batterij verbonden is. Om de LED niet zomaar aan de voor hem te hoge batterijspanning bloot te stellen, heb je bovendien tussen een van beide led-aansluitingen en de schakeling een weerstand nodig. Als je een batterij van 9V gebruikt heb je daar een weerstand van 470 Ohm voor nodig.

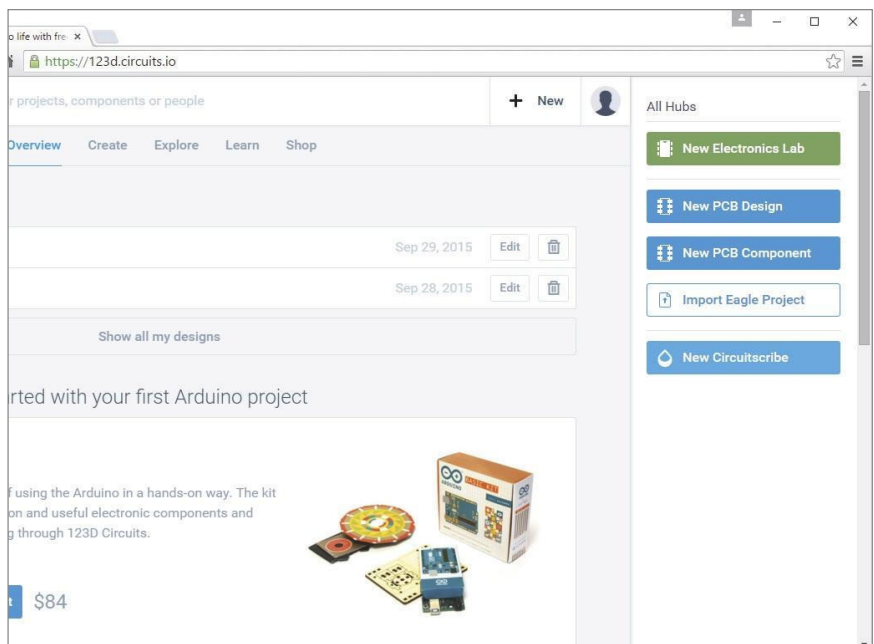
Klik je direct op een van de onderdelen op het werkvlak, dan verschijnt rechtsboven het breadboard het bijbehorende blauwe eigenschappenvenster. Daarin kun je het onderdeel een naam en – in het geval van de weerstand – ook een waarde meegeven. Ook de kleur van de draadverbindingen en de kleur van de leds kun je daar veranderen. De batterij is standaard liggend weergegeven, zodat je hem meteen op de



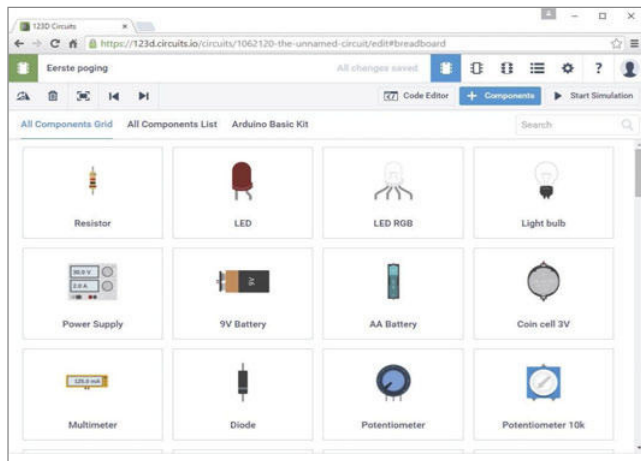
In natuurkundeboeken kom je vaak abstracte afbeeldingen tegen zoals dit schema van een wisselschakeling.



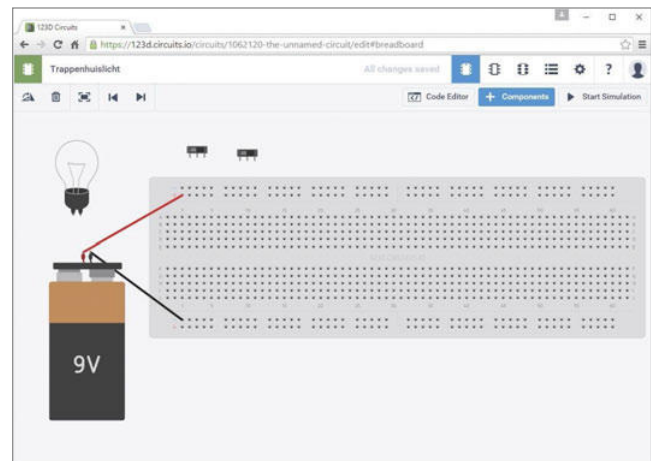
Na het registreren kun je bij 123D Circuits eigen projecten opzetten, maar ook kijken wat andere gebruikers ontworpen hebben.



Met een klik op 'New Electronics Lab' kun je bij 123D Circuits beginnen met een leeg breadboard voor het opzetten van je eigen elektronica-project.



Voor heel veel componenten zijn er bij 123D Circuits virtuele tegenhangers.



De polen van de batterij worden verbonden met de spanningsrails van het breadboard.

onderrand van het breadboard kunt slepen en hij meteen op de juiste manier verbinding maakt met de plus- en minrail. Wil je hem staand naast het breadboard zetten, dan moet je hem eerst roteren. Sleep vervolgens de weerstand, de beide schakelaars en de gloeilamp bovenop het breadboard. Om de schakeling van draden te voorzien, trek je simpelweg met de muis een verbinding, bijvoorbeeld tussen de aansluitpinnen van de batterij en de met plus en min aangeduide spanningsrails van het breadboard. Bij het begin- en eindpunt verschijnt dan een zwart met rood vierkantje en daartussen een blauwe lijn. Het vierkantje geeft bij bijvoorbeeld een batterij of een led ook informatie over de polen. Die blauwe lijn wordt rood wanneer je hem definitief bevestigt met een klik op het eindpunt. Zolang de lijn nog niet definitief is, kun je hem met de Esc-toets verwijderen. Je kunt de

kleur instellen via het blauwe eigenschappenvenstertje. Met het muiswiel kun je in- en uitzoomen op het werkvlak. Onderdelen en lijnen zijn te verwijderen door ze te selecteren en op het pictogram van het prullenbakje linksboven te klikken. Op die manier teken je twee rode lijnen tussen de batterij en het breadboard. Bij de verbinding van de zwarte, negatieve pool aan het breadboard kun je de kleur van de lijn naderhand nog in zwart veranderen.

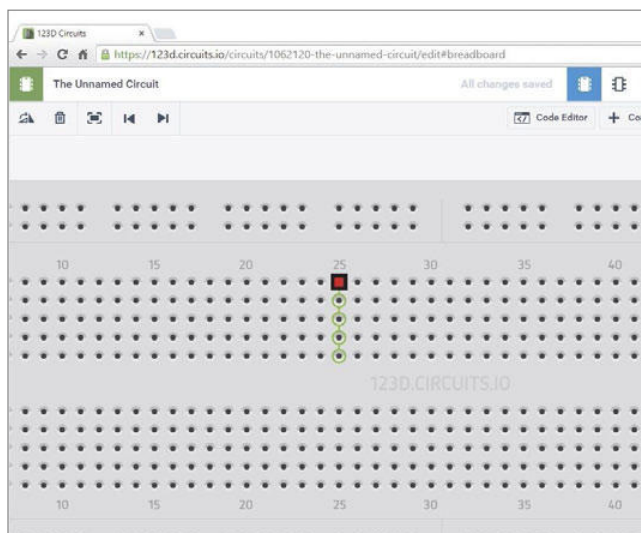
Bij de met het plus- en minsymbooltje aangeduide spanningsrails zijn de contacten horizontaal over de hele lengte van het breadboard met elkaar verbonden. Dat zijn dus de twee rijen aan de boven- en onderkant van het board. Daartussen zijn juist steeds vijf contacten verticaal met elkaar verbonden. Zodra je de muispijl op een contact zet, laat de software met een groene balk alle elektrisch met elkaar verbonden aansluitingen zien. Met die informatie in het achterhoofd verdeel je alle onderdelen over het board en verbind je ze met elkaar. Het screenshot rechtsonder kan als voorbeeld dienen.

den aansluitingen zien. Met die informatie in het achterhoofd verdeel je alle onderdelen over het board en verbind je ze met elkaar. Het screenshot rechtsonder kan als voorbeeld dienen.

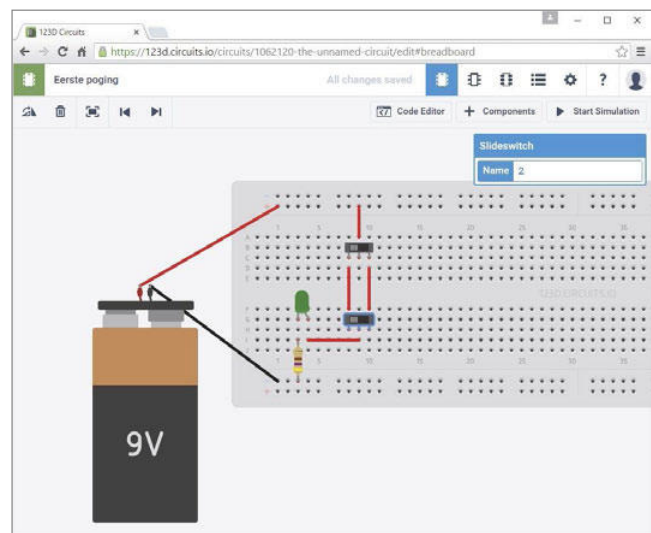
Linksboven in de hoek van het editorvenster zitten vijf tools die helpen bij het opbouwen van het elektrische circuit. Daarmee kun je het gemarkeerde onderdeel roteren of weer uit het werkvlak verwijderen. Bovendien zijn er knoppen voor het zoomen en voor het ongedaan maken of opnieuw uitvoeren van stappen.

Missie geslaagd?

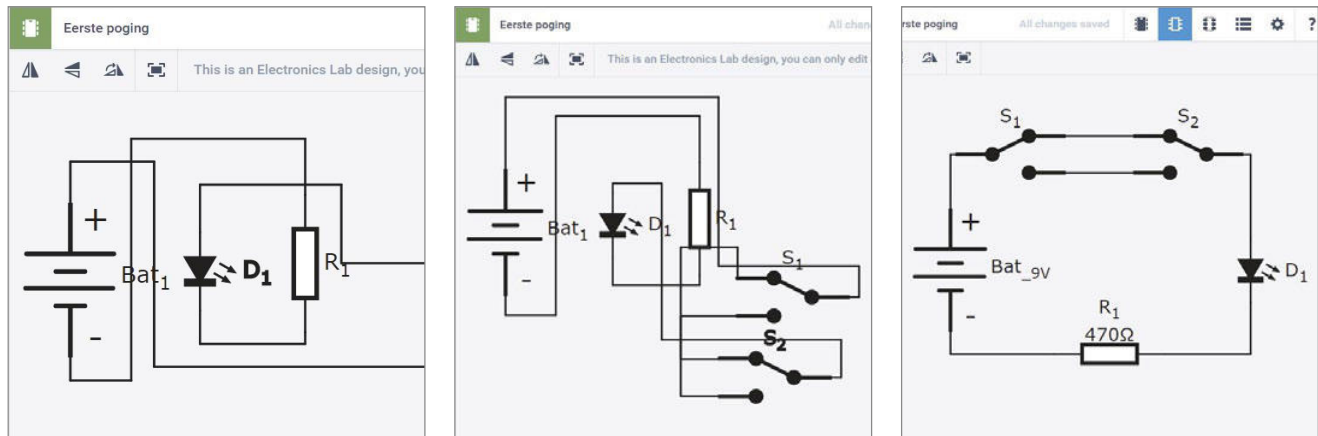
Dan komt het spannende moment. Met een klik op de knop 'Start simulation' rechtsonder ga je naar de interactieve simulatiemodus. Daar kun je de werking van de schakeling mee testen. De schuifschakelaars



Groene verbindingslijnen laten zien welke contacten met elkaar verbonden zijn.



Simulatie geslaagd: de led is met beide schakelaars aan en uit te zetten.



Het automatisch gegenereerde elektronische schema ziet er in eerste instantie wat chaotisch uit. Door het verschuiven en roteren van de onderdelen kun je de boel zonder risico versimpelen, want in deze Schematics View kun je alleen optische veranderingen aanbrengen in het schema.

wisselen bij iedere klik hun toestand, terwijl de simulatie realtime verloopt en overeenkomstig de stand van de schakelaars de toestand van de gloeilamp of de led weergeeft.

Het eerste IC-symbooltje rechtsboven in de hoek staat voor het tot nu toe beschreven werkvlak met breadboard (Lab View). Via het tweede IC-symbooltje rechts daarvan (Schematics View) krijg je het elektronische schema te zien waarmee je de opbouw kunt vergelijken met het voorbeeld en fouten opsporen. De weergave in dat venster wordt door de software automatisch gegenereerd. Daardoor wordt het schema soms onnodig ingewikkeld, maar je kunt het gelukkig ook zelf doen. Je kunt de onderdelen in het schema roteren, spiegelen en verplaatsen, de verbindingen passen zich dan automatisch steeds aan. Je hoeft niet bang te zijn om in deze view de boel overhoop

te halen omdat de schakeling zelf alleen op het breadboard aan te passen is. Je loopt dus geen gevaar door het verslepen van de symbolen in de Schematics View per ongeluk fouten te introduceren.

Als je de op de computer gemaakte en geteste schakelingen in het echt wilt maken, kun je het benodigde materiaal in de elektronicahandel of op internet vinden. Een breadboard met een set draadbruggen, twee eenpolige schakelaars (schuifschakelaars), leds, weerstanden en een 9V-batterij inclusief clipaansluiting komt op ongeveer 20 euro. Een simpele multimeter voor het meten van spanning, stroomsterkte en weerstand is voor zo'n 10 euro te koop.

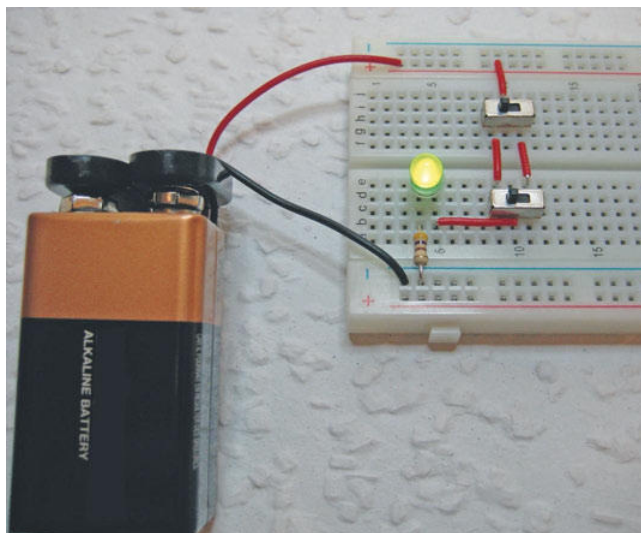
Hoe gaat het verder?

123D Circuits is prima geschikt voor de eerste stappen in de elektronica. Je kunt er vrij

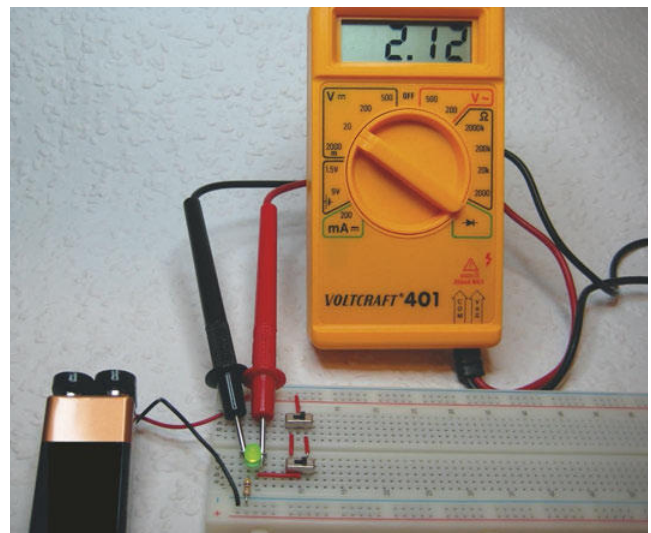
mee experimenteren en spelen. Het virtuele online elektronicalab heeft veel onderdelen en ook meetinstrumenten als een voltmeter en oscilloscoop zijn beschikbaar. Daar kun je gratis veel visueel goed ogende experimenten mee uitvoeren, als simulatie testen en als elektronisch schema verder analyseren. 123D Circuits ondersteunt zelfs enkele microcontrollers als de Arduino Micro en Uno. De broncode van de programma's daarvoor kun je via een code-editor rechtstreeks in de breadboard-view invoeren.

Wanneer de basis voor de elektronica kennis gelegd is en je meer wilt, kun je verder gaan met ingewikkeldere projecten. Dan komen moderne systemen als de Raspberry Pi in beeld en wordt het tijd om over te stappen op het opensource programma Fritzing (zie de link hieronder). (jmu)

www.ct.nl/softlink/1512128



De wisselschakeling ziet er met een echt breadboard vrijwel hetzelfde uit als de virtuele tegenhanger in het simulatieprogramma.



Voor het meten van de spanning bij de ledvariant van de wisselschakeling moet je er een voltmeter bij halen.

ct