

Kerstslinger op zonne- energie

milieuvriendelijke oplossing
voor op het balkon

Laurent Labbe (Frankrijk)

Als je een van die talloze soorten batterijgevoede LED-slingers uit het Verre Oosten hebt en iets 'slimmers' en milieuvriendelijkers wilt, dan vind je in dit artikel wat je nodig hebt: een slimme microcontroller-gebaseerde schakeling die zijn eigen LiPo-accu kan opladen met een zonnecel en automatisch inschakelt als het donker wordt, en bovendien een groot aantal leuke verlichtingseffecten voor je balkon biedt!

De afgelopen jaren versierden we ons balkon elke kerst met een eenvoudige slinger van Chinese makelij die we voor een paar euro hadden gekocht en die gevoed werd door twee eenvoudige AA-batterijen en voorzien was van 20 LED's. Elk jaar dacht ik erover om die op te leuken en aantrekkelijker te maken – en dan zonder de twee alkalinebatterijen. Uiteindelijk heb ik, dankzij mijn zoon Louis voor het mechanische gedeelte, dit modding-project kunnen afronden.

Ik stelde me het zo voor: in het project zijn de twee batterijen vervangen door een dummybehuizing met twee cilinders van gelijke vorm en afmeting – één voor een LiPo-cel en één voor de elektronica, zoals te zien in **figuur 1**.

Bovendien wilde ik, om te voorkomen dat de accu telkens opnieuw moest worden opgeladen, een kleine voeding met een zonnepaneel inbouwen (**figuur 2**) die bovendien niet alleen de accu zou opladen, maar ook dag- en nachtcondities zou detecteren, zodat de schakeling overdag in de laadmodus zou blijven en 's nachts de LED's zou aansturen.



Hardware

Voor de knipperfunctie heb ik, zoals je kunt zien in het schema van **figuur 3**, gekozen voor een achtpins Microchip 12LF1572-microcontroller die een 2N2222 NPN-transistor aanstuurt. Deze sluit als schakelaar de kathodes van de reeks LED's naar massa kort om de knippereffecten te realiseren. Met een drukknop kun je het gewenste knipperpatroon kiezen uit de voorgeprogrammeerde patronen, inclusief een random-knipperoptie.

De uitgang van het zonnepaneel (5 V, met afmetingen van 65×35 mm) is verbonden met een spanningsdeler die bestaat uit een vaste weerstand R3 en een instelbare weerstand R1, waarvan de looper naar de AN-ingang van de A/D-omzetter van de microcontroller gaat (zie **figuur 3**). Om de accu op te laden is gekozen voor een eenvoudige zij het ietwat 'onorthodoxe' oplossing: een Schottky-diode die rechtstreeks is aangesloten op de cel. Normaliter zou in zo'n opstelling een spanningsregelaar met 4,2V-uitgang nodig zijn geweest om te voorkomen dat de maximale laadspanning van de LiPo-accu wordt overschreden; hier is echter, gezien de geringe stroom die door de zonnecel wordt geleverd, het risico van beschadiging van de schakeling of de accu eveneens gering terwijl het rendement over het geheel genomen groot genoeg is voor dit specifieke project.

Om het verschil tussen dag en nacht te detecteren, wordt de uitgangsspanning van het zonnepaneel bewaakt via een AN-ingangskanaal van de microcontroller op pin 6. Het doel van de weerstand in serie met de instelpot is om de μC te beschermen tegen spanningen hoger dan 4,2 V die van de zonnecel kunnen komen.

De diode is rechtstreeks verbonden met de accu en bevindt zich vóór de schakelaar. Dit is om te voorkomen

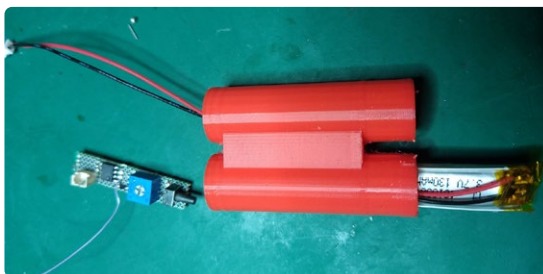
dat er een hoge spanning van de zonnecel naar de μC gaat als de zon hoog staat en de aan/uit-schakelaar uit is. In dat geval zou de zonnecel meer dan 5 V kunnen leveren, wat het absolute maximum voor de microcontroller is. Deze wordt geprogrammeerd met de PICkit 3 debugger van Microchip met passende connector.

Software

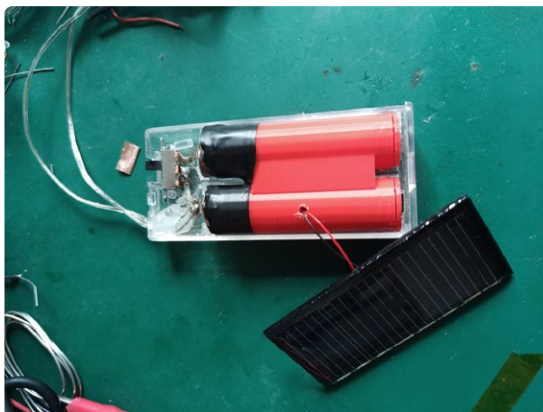
De software is geschreven in C onder MikroC Pro, en is onder [1] beschikbaar. Na initialisatie van de variabelen, parameters en registers start een setup-lus. Als in deze lus de drukknop bij het inschakelen ingedrukt wordt gehouden, kan de gebruiker het aantal uren dat de slinger 's nachts werkt wijzigen. Eén flits geeft één uur aan, twee flitsen twee uur, enzovoort, tot een maximum van twaalf uur. De standaardwaarde is zes uur. Wanneer je de knop loslaat, wordt de timer op die waarde ingesteld. Deze waarde wordt echter niet opgeslagen en moet elke keer dat het apparaat wordt ingeschakeld opnieuw worden ingesteld. Dit aspect van de software-functionaliteit is inderdaad nog voor verbetering vatbaar.

Na deze fase start de oneindige lus. Eerst wordt de status van de drukknop gecontroleerd. Bij elke druk op de knop wordt gewisseld tussen de verschillende knipperende LED-patronen:

- willekeurig patroon tussen 300 ms (uit) en 1500 ms (aan), dat bij elke cyclus verandert met de functie `srand()`
- 200 ms aan, 1000 ms uit
- 800 ms aan, 1000 ms uit
- 500 ms aan, 500 ms uit
- 300 ms aan, 300 ms uit, 300 ms aan, 1000 ms uit



Figuur 1. De 3D-geprinte behuizing voor zowel de elektronica als de LiPo-cel.

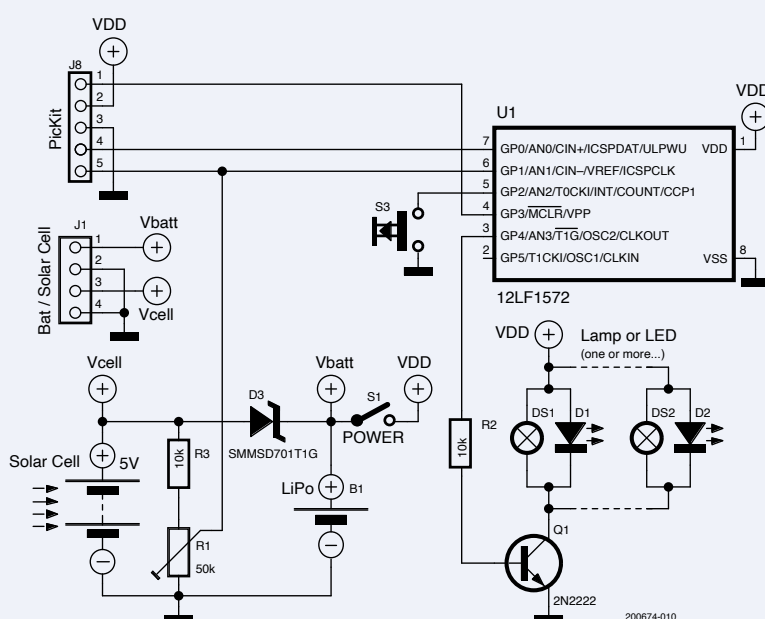


Figuur 2. Het kleine zonnepaneel om de LiPo-cel overdag op te laden.

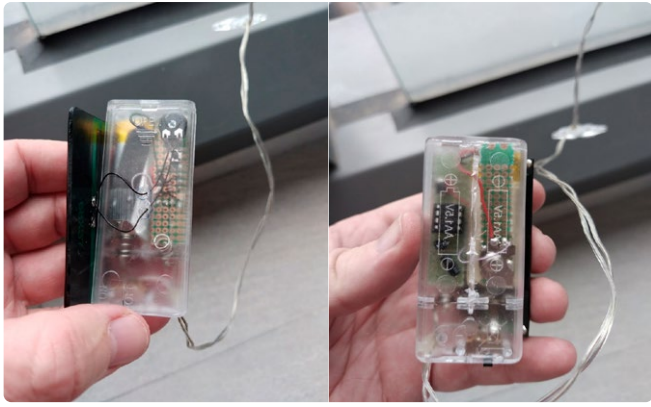
Aan het einde van elke cyclus is er een wachttijd van 2000 ms.

De lus zal elk patroon alleen activeren als het zonnepaneel geen spanning (0 V) levert. Als er daglicht is, zal er geen patroon worden geactiveerd en zal de lus dus voortdurend 2 s wachten.

Alle lange vertragingen maken gebruik van de `tempo()`-functie. Deze functie maakt op zijn beurt gebruik van de `sleep()`-functie en de watchdog-functie, die is ingesteld op 2000 ms. Dit is de beste oplossing om energie te sparen.



Figuur 3. Het eenvoudige schema voor dit project.



Figuur 4. Het eerste functionele prototype van voren (links) en van achteren (rechts).

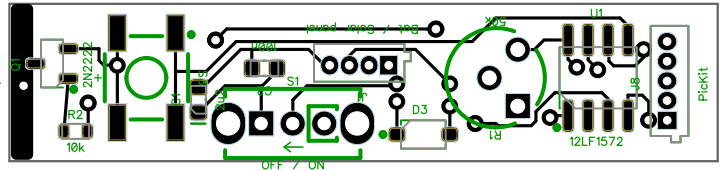
Implementatie

Na de realisatie van het eerste werkende prototype (figuren 4a en 4b tonen voor- en achterzijde), maakte mijn zoon de dummybehuizing voor twee AA-batterijen met behulp van Tinkercad [2] (figuur 1). Aan de kant van de plus-aansluiting plaatsen we de lithium-polymeraccu – elke grootte en capaciteit die erin past. De positieve aansluiting van de accu gaat naar de oorspronkelijke positieve aansluiting van de slinger en met een andere draad naar de print, waarvan de layout te zien is in **figuur 5**.

De minpool van de accu is rechtstreeks verbonden met de print. De collector van de 2N2222 (je kunt elke andere NPN-schakeltransistor gebruiken) wordt aangesloten op de oorspronkelijke min-aansluiting van de slinger.



Figuur 6. De voltooide schakeling plus oplichtende slinger.



Figuur 5. De enkelzijdige print-layout ter grootte van een AA-batterij.

De print kan worden gemonteerd in de tweede ruimte van de dummybehuizing, met draden naar de accu en het zonnepaneel (tweede connector).

Voor de verbinding met de originele slinger-aansluiting gebruikte ik een stuk koperfolie dat op de dummy-accu was gelijmd. Het eindresultaat van mijn inspanningen is te zien in figuur 6, compleet met fraai oplichtende LED-slinger. 



200674-03

Over de auteur

Laurent is 60 jaar, woont al meer dan 20 jaar in Azië en is sinds zijn tiende levensjaar gepassioneerd door elektronica. Hij heeft veel tijdschriften gelezen, waaronder Elektor sinds 1978. Laurent begon met microcontrollers te stoeien in de jaren '80 (de 8051-familie) en meer recent met de PIC-familie en de ESP32 wanneer een netwerkverbinding nodig is. Hij heeft veel versterkers gebouwd, zowel met halfgeleiders (Elektor) als met buizen (300B SE), evenals luidsprekersystemen en DAC's. Hij werkt al meer dan 30 jaar in de mobiele telefonie (hardware, software, bediening, kwaliteit) voor een Frans bedrijf.



Gerelateerde producten

- **Bert van Dam, PIC Microcontrollers (Elektor E-book)**
www.elektor.nl/18093
- **Seed Studio Solar Panel for Outdoor Environments**
www.elektor.nl/19131
- **Diamex LED Player M**
www.elektor.nl/19911

Vragen of opmerkingen?

Hebt u technische vragen of opmerkingen naar aanleiding van dit artikel? Stuur een e-mail naar de redactie van Elektor via redactie@elektor.com.

WEBLINKS

- [1] PCB-layout en softwarepakket voor dit project:
<https://elektormagazine.com/labs/solar-power-christmas-garland>
- [2] Autodesk Tinkercad-website: <https://tinkercad.com>



Elke week dat u zich niet inschrijft voor ons Elektor E-zine mist u leuke elektronica-gerelateerde artikelen en projecten!

Blijf op de hoogte, word creatief en win prijzen - Schrijf je nu in om mee te doen!

www.elektor.nl/ezone



Wat kunt u verwachten?

Redactioneel

Elke vrijdag ontvangt u de beste artikelen en projecten van de week. We behandelen MCU-gebaseerde projecten, IoT, programmeren, AI, en meer!

Deals

Ontvang wekelijks geweldige deals en hoge kortingen op elektronica kits, modules, componenten, technische boeken en labapparatuur.

Partner mailing

Wil u op de hoogte blijven van de lopende activiteiten binnen de branche? Dan geeft deze e-mail u de beste inzichten. Niet regelmatig maar altijd op woensdag