

19 Simpele PWM-generator met AVR ATtiny13

Thomas Dausner (Duitsland)

Pulsbreedtemodulatie (PWM) is een efficiënte techniek om de vermogensdissipatie in een belasting te regelen. In dit simpele ontwerp met slechts vier componenten is een kleine 8-pins microcontroller het hart van een regelbare PWM-generator. Misschien heb je nog een AVR-microcontroller liggen die erop wacht om gebruikt te worden; voeg een paar onderdelen toe en bouw deze handige PWM-generator.

Voor een recent project moest ik de voeding regelen van een LED-array voor gebruik onder water. Het array bestond uit tien rode CREE XP E2-LED's van 1 W/75 lm/W en vijf warmwitte Cree XM-L LED's van 3 W/73 lm/W, gemonteerd op een aluminium blok van 35 mm hoog en 53 mm diameter. Ik was op voorhand niet helemaal zeker van de helderheid, de vermogensverliezen en de bedrijfstemperatuur, dus heb ik wat voorbereidende tests gedaan om al deze factoren te meten. Hiervoor had ik een PWM-geregelde voedingsbron nodig. Het onderwater-LED-project zou als hart een kleine ATtiny44-microcontroller van Atmel (nu Microchip) krijgen om de gemiddelde LED-stroom te regelen via PWM-sturing van de eindtrap. Voordat ik aan het eigenlijke ontwerp begon, bouwde ik deze eenvoudige stand-alone PWM generator met een ATtiny13 op een breadboard.

PWM genereren

De op een breadboard gebouwde PWM-generator (**figuur 1**) werkt op 9,6 MHz met uitgeschakelde zekering van de systeemklok-prescaler. In snelle PWM-modus kan de PWM-signaalfrequentie worden berekend met deze vergelijking:

$$f_{\text{PWM}} = f_{\text{CPU}} / (256 * n)$$

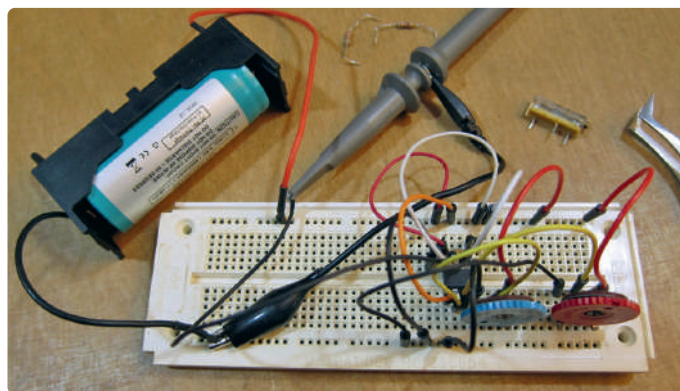
Hierin is n de prescaler-parameter die vijf mogelijke waarden kan hebben. Je ziet de theoretische en werkelijk gemeten frequenties in **tabel 1** (deelfactoren). Aan de hand hiervan kan de frequentie worden ingesteld op een van de vijf waarden van 37 Hz tot 38 kHz; het totale frequentiebereik belooft dus drie orden van grootte.

Tabel 1. Deelfactoren.

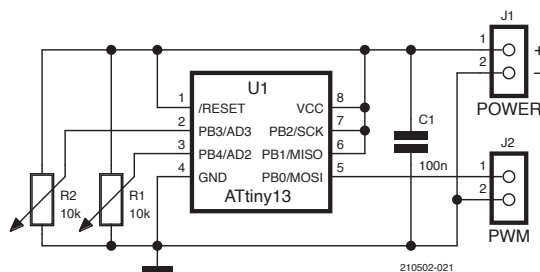
n	$f_{\text{theor.}}$	$f_{\text{werkelijk}}$
1	37.500,00 Hz	38.100,0 Hz
8	4.687,50 Hz	4.750,0 Hz
64	586,00 Hz	594,0 Hz
256	146,48 Hz	148,0 Hz
1024	36,62 Hz	37,1 Hz

De PWM-puls ('mark') wordt gegenereerd via een 8-bit (256 in de bovenstaande formule) interne teller. Een 8-bit waarde geeft de tijd aan waarop de uitgang van laag naar hoog overschakelt, zodat de pulsbreedte zeer eenvoudig kan worden ingesteld om een mark/space-verhouding te krijgen in een bereik van ongeveer 0,4% tot 99,6%. Met deze informatie kun je heel eenvoudig de gewenste frequentie en mark/space-verhouding in de processorcode vastleggen of deze beide parameters instelbaar maken via een digitale of eventueel zelfs een seriële ingang van de microcontroller. Om mijn experimenten zo eenvoudig mogelijk te houden, heb ik ervoor gekozen twee analoge ingangen te gebruiken waarop ik met behulp van twee potmeters een variabele spanning zet. De resulterende schakeling is afgebeeld in **figuur 2**. In totaal zijn er slechts vier componenten: een microcontroller, een kleine ontkoppelcondensator en twee potmeters. Simpel kan een veelzijdige schakeling als deze niet zijn.

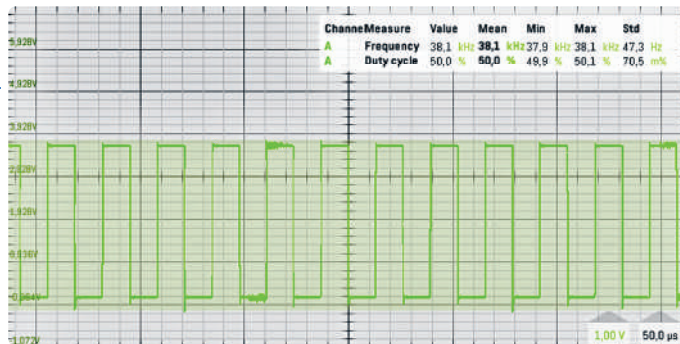
De bijbehorende C-code is gratis beschikbaar als download [1]. De code kan gemakkelijk worden aangepast aan je eigen behoeften (bijvoorbeeld met de Microchip MPLAB X IDE [2]) en kan ook worden aangepast om op andere MCU-typen te draaien.



Figuur 1. Het prototype van de auteur op een breadboard, met twee 'standaard'-instelpots.



Figuur 2. De eenvoudige PWM-generator telt slechts vier onderdelen.



Figuur 3. Symmetrische blokgolf (duty cycle is 50%) bij een frequentie van ongeveer 38 kHz.

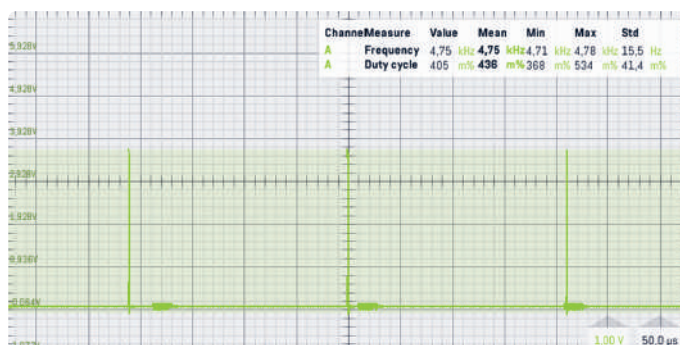
De resultaten

In de praktijk kunnen de vijf mogelijke frequenties worden gekozen met een potentiometer. De situatie ligt anders als je een vaste duty cycle wilt hebben. Als je bijvoorbeeld een mark/space- verhouding van precies 50% nodig hebt, is dat vrij lastig met een gewone potmeter in te stellen. Mijn vingers zijn daar in elk geval niet 'fijnevoelig' genoeg voor. Als oplossing heb ik potmeter R1 vervangen door een 10-slagen instelpot. De PWM kan dan comfortabeler en nauwkeuriger worden ingesteld.

Beide potentiometers zijn tussen Vcc en massa aangesloten, zodat de spanning op de loper, die verbonden is met de hoogohmige ingangen van de microcontroller, kan worden ingesteld tussen massa en Vcc. De werkelijke waarde van deze beide potmeters is daarom niet bijzonder kritisch; ze fungeren slechts als instelbare spanningsdelers. Waarden die een goed compromis zijn tussen vermogensdissipatie en geringe ruis liggen in het bereik van 4,7 kΩ tot 100 kΩ.

De twee screenshots tonen aan dat de gegenereerde signalen voor veel toepassingen bruikbaar zouden kunnen zijn. **Figuur 3** toont een symmetrische blokgolf bij de hoogste frequentie van 38 kHz, en in **figuur 4** zie je smalle naaldpulsen met een breedte van ongeveer 0,4% bij een frequentie van 4,75 kHz.

De frequentie van het uitgangssignaal is stabiel genoeg voor de meeste doeleinden; hij verloopt slechts in geringe mate, bepaald door de interne



Figuur 4. PWM-sigitaal met een kleine mark/space-verhouding van ongeveer 0,4% bij een frequentie van 4,75 kHz.

klokgenerator van de processor. De stabiliteit kan worden verbeterd door een extern kristal te gebruiken om een stabiliteit in de orde van grootte van 50 ppm te verkrijgen. In dat geval moet je de code en de fuses aanpassen, maar dit biedt het voordeel dat je bijna elk frequentiebereik kunt genereren. De code voor de toepassing past in het interne 1kB-flashgeheugen. 

210502-03



Over de auteur

Thomas Dausner (Dipl. Ing. FH) is elektronica-ingenieur. Na zijn afstuderen in 1983 werd de invloed van IT steeds belangrijker in ontwikkelingslaboratoria, en verschoof de nadruk van hardware naar software-ontwikkeling. Door het bestuderen van artikelen in Elektor werd hij omstreeks 2000 geïnspireerd tot het ontwikkelen van toepassingen met MCU's. Thomas Dausner ontwikkelt niet alleen elektronica- en full-stack web-applicaties, maar is ook een gepassioneerd duikinstructeur en onderwaterfotograaf.

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.



Gerelateerde producten

- JYE Tech FG085 miniDDS Function Generator DIY Kit (SKU 17468) www.elektor.nl/17468
- OWON SDS1022 2-ch Digital Oscilloscope (20 MHz) (SKU 18898) www.elektor.nl/18898
- LabNation SmartScope USB Oscilloscope (SKU 17169) www.elektor.nl/17169

 Project-download

www.elektormagazine.nl/summer-circuits-22



WEBLINKS

- [1] Download van de ATtiny13-code: <https://www.elektormagazine.com/summer-circuits-22>
- [2] Microchip MPLAB X IDE : <https://www.microchip.com/en-us/tools-resources/develop/mplab-x-ide>
- [3] Datasheet ATtiny13: <https://www.microchip.com/en-us/product/ATtiny13>