

Het is (alweer) feest

Microcontroller-gestuurde LED-oorbel

Kerstmis is voorbij... En we zijn nog aan het bijkomen van oud & nieuw. Maar bij Elektor betekent dat niet dat we stil zitten. We bereiden ons alweer voor op nieuwe feestjes! Kijk maar eens naar deze oorbellen...

**Philip Jaschewski
& Thijs Beckers**
(Elektor-Labs/Redactie)

Eigenschappen

- Microcontroller-gestuurde oorbel met aanpasbare lichtpatronen
- Lichtgewicht, rond printontwerp met 8 symmetrisch opgestelde LED's
- Zeer laag vermogensverbruik (12 mW met gemultiplexte LED's)
- Handig uitgangspunt voor eigen ontwerpen

Het idee voor deze microcontroller-gestuurde LED-oorbellen ontstond toen de enthousiaste stagiair Philip Jaschewski ons Elektor-kasteel bezocht, samen met zijn vriendin. Hij werd voorgesteld aan zijn nieuwe collega's en toen kwam toevallig ter sprake, dat zij houdt van zelfgemaakte oorbellen. Wij ontwerpen al sinds jaren elektronische versies van verschillende apparaten, dus waarom ook geen oorbellen!? Toen Philip een paar weken later begon aan zijn stage, was één van zijn opdrachten om dit idee uit te werken. Zo houden we het feest gaande en Philip's vriendin tevreden.

Klaar voor de pret

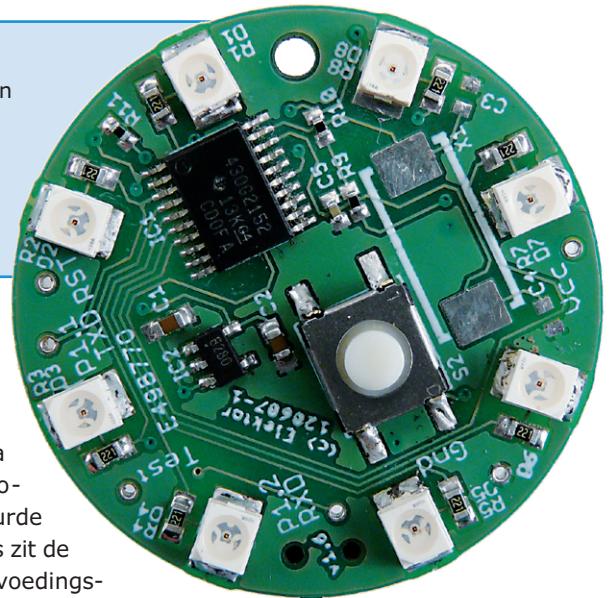
Een plaatje (of video) zegt meer dan duizend woorden, dus: kijk maar eens naar deze video [1].

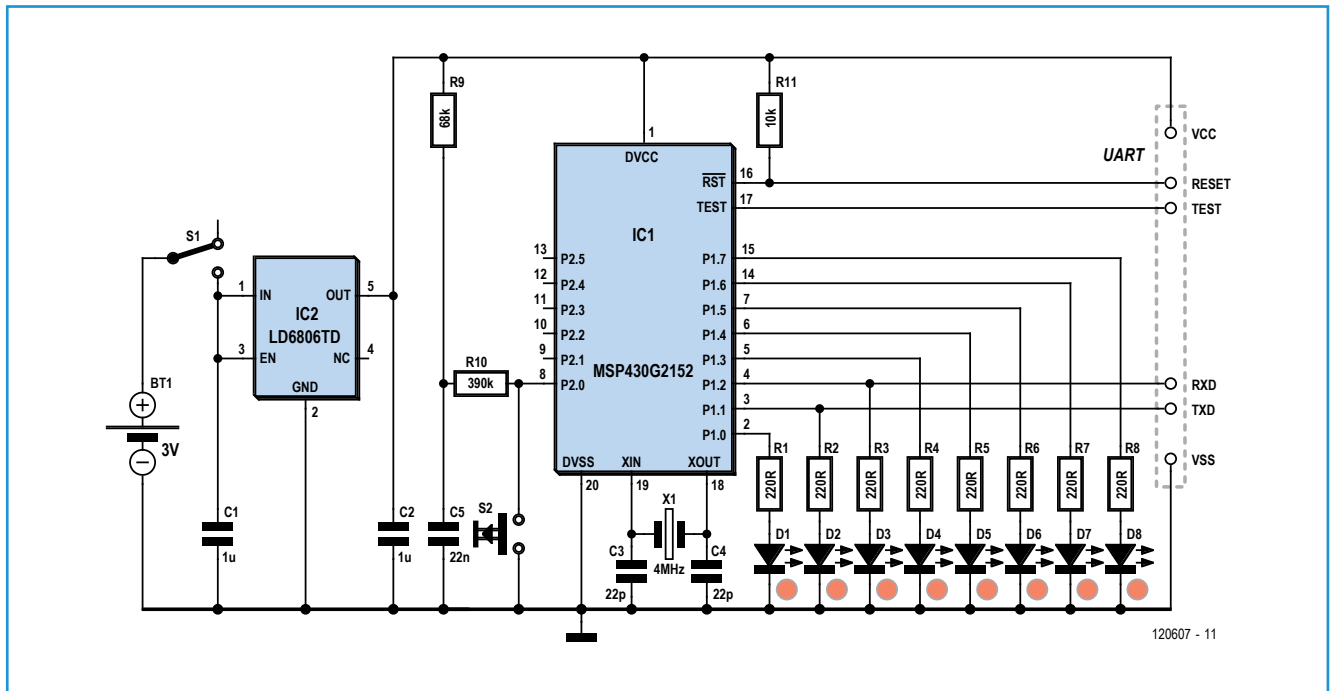
Om een lang verhaal kort te houden: Met S1 wordt het apparaat ingeschakeld en met de drukknop kun je kiezen tussen verschillende knipperprogramma's (misschien afhankelijk van je stemming of van de muziek). De oorbel is standaard voorgeprogrammeerd met vier knipperpatronen, maar natuurlijk kan de MSP430-microcontroller geprogrammeerd worden met eigen patronen. De software wordt verderop in detail besproken. Eerst kijken we naar de harde techniek...

Hardware: Stijlvol

In **figuur 1** zien we het schema van onze microprocessor-gestuurde LED-oorbel. Links zit de knoopcel die de voedingspanning van 3 V levert als S1 is gesloten. De implementatie van de low-drop regelaar IC2 komt rechtstreeks uit de datasheet. Deze low-drop regelaar is tevreden met een spanningsval van 0,1 V tussen input en output. Een verse CR20xx-cel heeft een spanning van 3,6 V. Aan het eind van zijn levensduur is de spanning gezakt tot ongeveer 2,9 V. Vandaar dat we hebben gekozen voor de LD6806TD/28H, die een uitgangsspanning van 2,8 V heeft.

De implementatie van de MSP430G2152-microcontroller is ook behoorlijk standaard. X1 zorgt voor een kloksignaal van 4 MHz. Samen met C3 en C4 vormt hij een Pierce-oscillator [2]. Met R9/R10/C5/S2 kan met de hand worden gekozen tussen een hoog en een laag ingangsniveau voor poort P2.0 van de MSP430. Als S2 gesloten is, is P2.0 kortgesloten naar massa, zodat er een laag niveau op staat. Als S2 open is, wordt C5 opgeladen





tot V_{CC} waardoor een hoog niveau op P2.0 staat. C5 buffert het signaal en functioneert als contactdenderonderdrukking. Deze niveauverandering is voor de firmware het teken om over te schakelen naar een ander programma.

De acht LED's worden rechtstreeks aangestuurd door de MSP430. Om energie te sparen worden de LED's gemultiplext: Ze worden één voor één aangestuurd in een heel snel tempo, waardoor het lijkt of ze tegelijk oplichten. De serieweerstand van 100 Ω beperkt de gemiddelde stroom door de LED's tot 1,8 mA.

Software: Feestelijk

De firmware is te downloaden van de Elektor.LABS-pagina bij dit project [3]. Er zijn patronen met één, twee of vier draaiende LED's en een vast patroon waarin alle LED's tegelijk branden. De microcontroller kan via de UART-aansluiting gemakkelijk (her)geprogrammeerd worden.

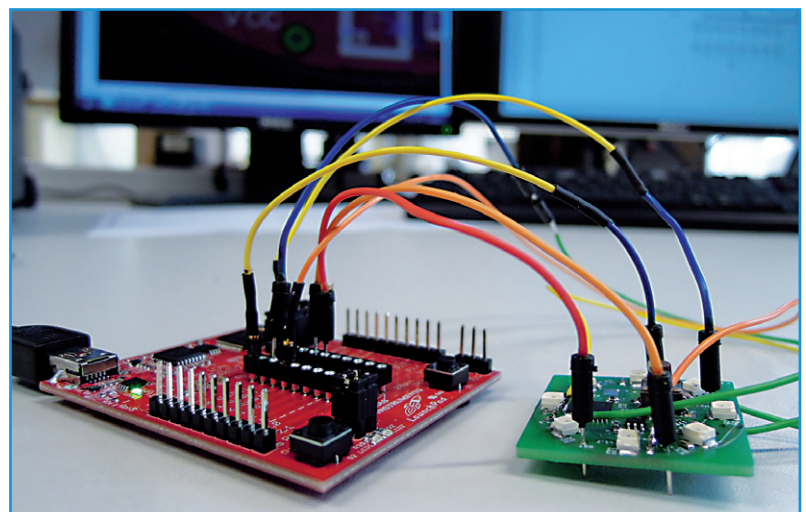
De heel betaalbare MSP430 LaunchPad Value Line Development kit [4] is ideaal voor deze toepassing. Om op gewicht te besparen, zijn de aansluitingen van de UART verspreid over de print en niet, zoals gebruikelijk, samengebracht in een connector. De verbindingsgaten zijn juist groot genoeg voor standaard breadboard-draden, dus verbinden met het MSP430-launchpad is gemakkelijk.

Weight watching

Bij het ontwerp van een oorbel is het gewicht een belangrijke overweging. Een klein onderzoek (met een proefpersoon) toonde aan dat een oorbel niet veel meer mag wegen dan 13 gram om prettig in het gebruik te zijn.

Omdat dit een elektronische schakeling is, is de voeding één van de zwaarste onderdelen. Deze bevat (naar keuze) een knoopcel van het type CR2016, CR2025 of CR2032. De CR2032 is met 3 gram de zwaarste van de drie. De ronde print met een diameter van

Figuur 1. Naast de microcontroller bevat de schakeling alleen een spanningsregelaar, twee schakelaars, de LED's en enkele passieve componenten. X1, C3 en C4 zijn optioneel.



3 cm, weegt nog eens 2 gram. De overige 8 gram is beschikbaar voor de componenten. Er is gekozen voor SMD-condensatoren en -weerstand in 0402-formaat. Die zijn behoorlijk klein en daarom ook licht in gewicht.

De complete schakeling gebruikt gemiddeld 3 mA. Dat betekent dat een CR2016-batterij van 90 mAh voldoende is voor 30 uur. De sterkere CR2032 bevat 225 mAh, genoeg voor 75 uur. Dat zou zelfs voor het meest doorgewinterde feestbeest moeten volstaan!

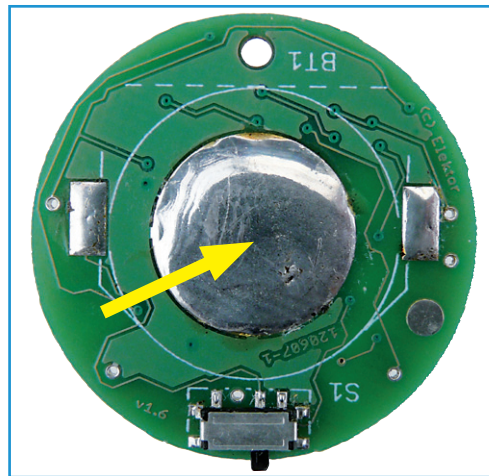
Solderen?

Zulke kleine componenten zijn bijna niet met de hand te solderen. Daarom zijn de printen voorbestukt, met uitzondering van de batterijhouder. De oorbellen zijn rechtstreeks te bestellen bij de Elektor PCB Service [5].

Om de batterij goed aan te sluiten moet er een 'druppel' soldeer op het grote batterijcontact worden gelegd, anders ontstaat er kortsluiting met de printsporen. Deze druppel zorgt voor een veilige afstand tot het printoppervlak en verbetert ook de stevigheid van de oorbel. Daarna kan de batterijclip worden gesoldeerd. Vergelijk uw resultaat met **figuur 2**.

Plaats dan de batterij met het negatieve contact aan de kant van de print... en het feest kan beginnen!

(120607)



Figuur 2. Een kleine druppel soldeer voorkomt kortsluiting met andere printsporen.

Beschikbaar bij Elektor.LABS:

- 2 software-files (met de klok mee en tegen de klok in draaiende patronen voor de LED's)
- Schemabestanden (in Eagle-, PDF- en PNG-formaat)
- Print-layout (in Eagle- en PDF-formaat)

Weblinks

- [1] www.youtube.com/watch?v=gY95Yvs6VD8
- [2] en.wikipedia.org/wiki/Pierce_oscillator
- [3] www.elektor-projects.com/Elektor-POST/2013/01
- [4] www.ti.com/tool/msp-exp430g2
- [5] www.elektorpcbservice.com/

Onderdelenlijst

Weerstanden:

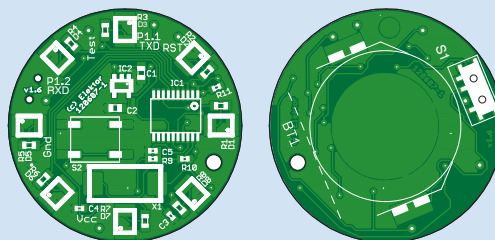
- R1...R8 = 220Ω (SMD 0603)
- R9 = 68 k (SMD 0402)
- R10 = 390 k (SMD 0402)
- R11 = 10 k (SMD 0402)

Condensatoren:

- C1,C2 = 1 μ (SMD 0603)
- C3,C4 = 22 p (SMD 0402) (optioneel)
- C5 = 22 n (SMD 0402)

Halfgeleiders:

- IC1 = MSP430G2152 (20TSSOP)
- IC2 = LD6806TD/28H, 5SOT753 (LDO 2,8 V)
- D1...D8 = SMD-LED rood, PLCC2 (1,12 CD, 2,05 V)



Diversen:

- X1 = kristal 4 MHz (optioneel)
- S1 = haakse SMD-schakelaar
- S2 = SMD-drukknop (1,6 N, 50 mA)
- BT1 = batterijclip voor CR2032

Volledig opgebouwde oorbel-print: bestelnummer 120607-91