

Afstandsbediening voor RGB-LED-sfeerverlichting

Ontwikkelvoorbeeld met tools van Texas Instruments

Dirk Gehrke en Christian Hernitscheck

In het artikel over de RGB-LED-sfeerverlichting met een MSP430 (Elektor 2/08) werd al de mogelijkheid van een afstandsbediening genoemd. De hier beschreven schakeling maakt gebruik van de eZ435-RF2500-ontwikkelkit en is in principe voor vele verschillende toepassingen bruikbaar.

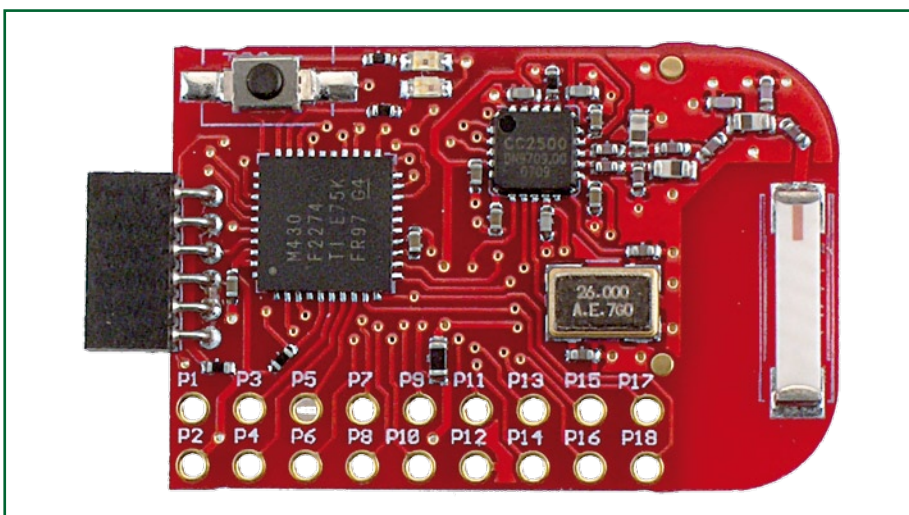
De eZ430-RF2500 is een ontwikkeltool van Texas Instruments dat bestaat uit twee kleine radiomodules, een USB-interface-print waarmee kan worden geprogrammeerd en gedebugd, een batterijhouder voor twee AAA-batterijen en een CD-ROM met daarop diverse software. De printjes zijn voorzien van een zespolige stekker. De USB-interface wordt niet alleen toegepast bij het debuggen van de MSP430-software, maar kan ook worden gebruikt voor het pro-

grammeren van beide eZ430-RF2500T-printjes. Zoals te zien is in **figuur 1** zijn de radiomodules (eZ430-RF2500T) voorzien van een microcontroller van het type MS430F2274 en een zender/ontvanger (transceiver) CC2500, die werkt op een draaggolffrequentie van 2400 MHz. Ook zijn op deze kleine printen een kristal en een chipantenne ondergebracht.

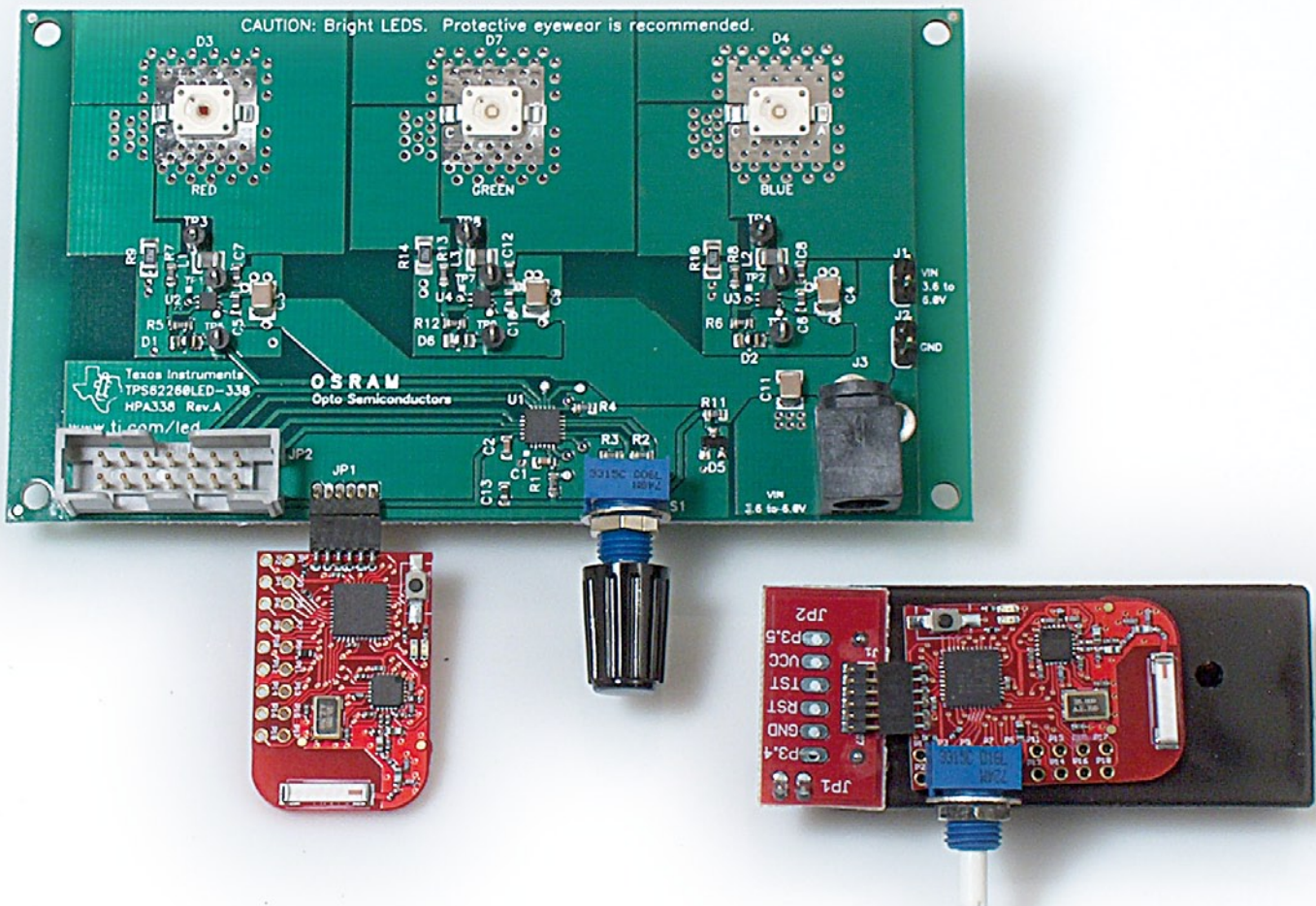
eZ430-RF250 als afstandsbediening

Voor de data-overdracht wordt hier gemakshalve gebruik gemaakt van de beschikbare software-bibliotheek die wordt aangeduid met de naam 'MSP430 Interface to CC1100/2500'. Deze library kan gratis worden gedownload van de website van Texas Instruments [1]. Het gebruik van deze bibliotheek biedt het voordeel dat alle benodigde communicatie tussen de MSP430-microcontroller en de CC2500-radiochips tot stand wordt gebracht. Daardoor kan de CC2500 zonder al te veel moeite worden geïnitieerd, waardoor het werkend maken van de benodigde radioverbinding tamelijk eenvoudig wordt. Zoals eerder vermeld, worden bij een eZ430-RF2500-kit twee eZ430-RF2500T-transceiverprintjes geleverd. In onze toepassing dient het ene transceiverprintje als zender en de andere als ontvanger.

In **figuur 2** is de afstandsbedieningsmodule te zien die wordt gemonteerd op de meegeleverde batterijhouder met twee AAA-batterijen. De impulsgever is hier nog niet gemonteerd. De zendermodule op de batterijhouder is voorzien van een zespolig connectorprintje. Dit printje wordt ook met de eZ430-RF2500-kit meegeleverd. Het in **figuur 1** getoonde printje wordt



Figuur 1. De eZ430-RF2500T-print die wordt gebruikt als ontvangermodule.



als ontvangstmodule aangesloten op een stel vrije connectorpennen van de RGB-LED-sfeerverlichting. Deze aansluiting voorziet de ontvangermodule ook van stroom.

Zenderprint met impulsgever

De zenderprint wordt aangesloten op een impulsgever (bijv. Bourns 3315C-001-016L, Farnell-bestelnr. 9354026). Op deze wijze wordt een draaibeweging naar links of naar rechts als een impulstrein verstuurd naar de ontvanger op de RGB-LED-verlichting. De hier toegepaste manier van dataoverdracht is zeer compact. Bovendien wordt de zendmodus alleen bij een draaibeweging geactiveerd. De zender bevindt zich gedurende de overige tijd in de slaap-modus.

Omdat beide printjes zijn voorzien van soldeervlakjes met een steek van 2,54 mm, is het relatief eenvoudig om de impulsgever op de print aan te sluiten. In dit voorbeeld is de impulsgever aangesloten op de contacten 3, 5 en 7 van de eZ430-RF2500T-print. Deze contacten zijn verbonden met de poorten P2.0, P2.2 en P2.4 van de MSP430F2274-controller. Daarbij is pen P2.2 geconfigureerd als digitale uitgang en zijn de pennen P2.0 en P2.4 ingesteld als in-

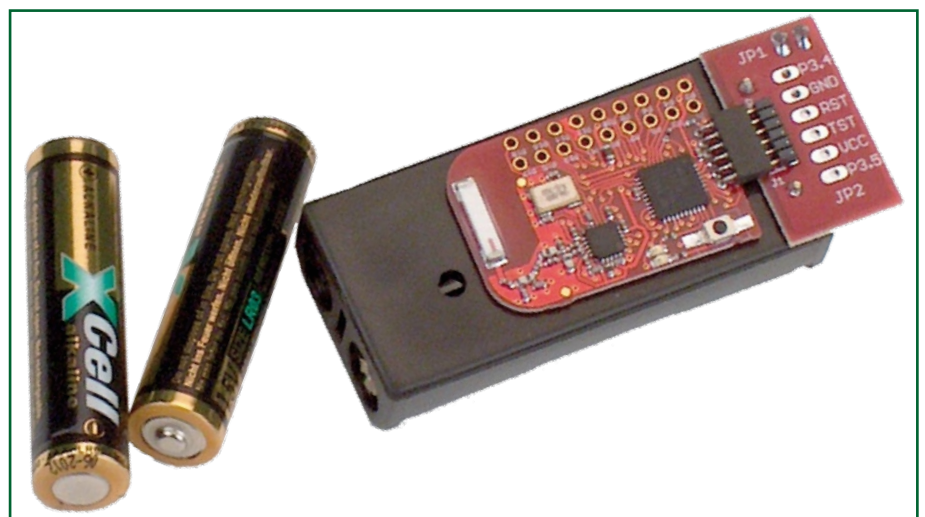
gangen met interrupt-mogelijkheid. Om externe componenten uit te sparen, zijn hier bij de ingangen de interne pullup-weerstanden geactiveerd.

Aansluiten van de ontvangerprint

Om te zorgen dat de ontvangerprint kan worden aangesloten op de aanwezige 3,3-V-voedingsspanning, zal op de print van de RGB-LED-verlichting de aanwezige zenerdiode-scha-

keling moeten worden aangepast. Bij deze aanpassing wordt de serieweerstand met een waarde van 330 Ω (R2) vervangen door een 68- Ω -weerstand. Hiermee wordt bereikt dat voor de aangesloten ontvangerprint iets meer stroom beschikbaar is.

Zoals al eerder vermeld kan de eZ430-RF2500T-print direct met de op de print aanwezige Mill-Max-stekker JP1 worden verbonden. Maar allereerst zullen de controllers op de eZ430-RF2500T-print



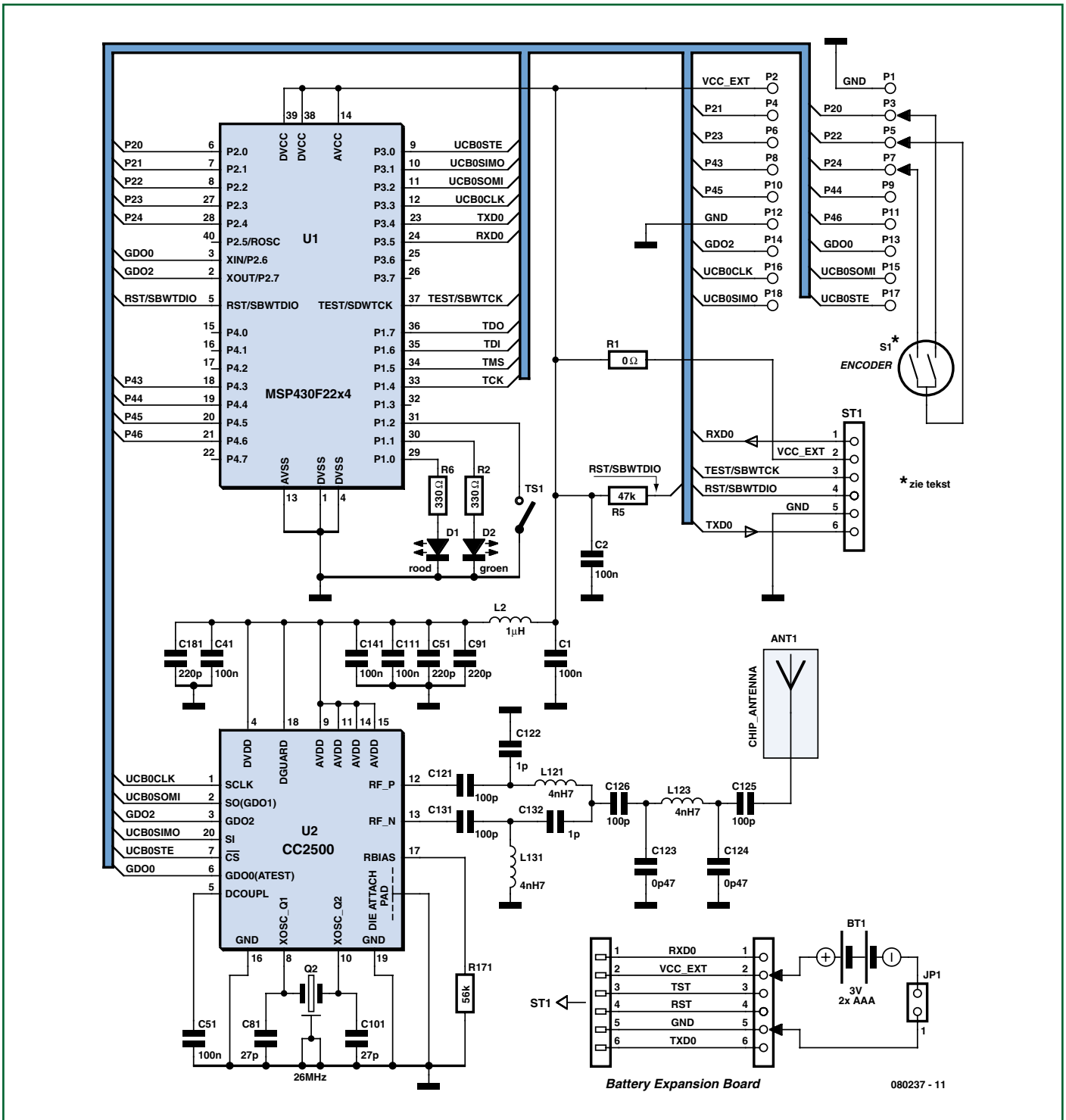
Figuur 2. Deze transeiver-print wordt gebruikt als zender voor de afstandsbediening.

en de RGB-LED-print moeten worden voorzien van nieuwe software. De door de impulsgever afgegeven signalen worden op de eZ430-RF2500T-print via pen 2 (RDX0) en pen 6 (TXD0) direct doorgegeven aan de I/O-pennen P2.1 en P2.0 van de microcontroller op de RGB-LED-print. Via dezelfde connector JP1 ontvangt de transceiver ook de 3,3-V-voedingsspanning: pen 5 (GND) en pen 2 (V_{cc}).

Software voor de radiomodules

Om het gemak te dienen werd de software zodanig opgebouwd dat op de beide transceiver-printjes hetzelfde programma kan worden gebruikt. Het met de impulsgever uitgeruste printje wordt de zender, het andere moduul wordt de ontvanger. Zodra de transceiver-printjes voedingspanning krijgen, zullen ze opstarten in ontvangst-modus. Dit wordt zichtbaar

gemaakt door de MSP430-controller die een groene LED laat branden. Zodra de op de zenderprint aangebrachte impulsgever wordt bediend, zal dit printje de ontvangstmodus verlaten en vanaf dat moment alleen nog fungeren als zender. Hierdoor zal het stroomverbruik van het printje aanmerkelijk afnemen, waardoor de batterij langer meegaat. Het stroomverbruik van de batterijgevoede zender wordt nog verder



Figuur 3. Het schema van de transceiver-print eZ430-RF2500T

beperkt doordat de zender na enige tijd overschakelt naar de idle-modus. Het stroomverbruik bestaat dan alleen nog uit de som van:

- De stroomopname van de MSP430-microcontroller in LPM4-modus (typisch 0,1 μA)
- De stroomopname van de CC2500 radiochip in sleep-modus (normaal 0,4 μA)
- Afhankelijk van de draaipositie van de impulsgever kan door beide pullup-weerstanden een kleine stroom lopen (typisch 0...189 μA).

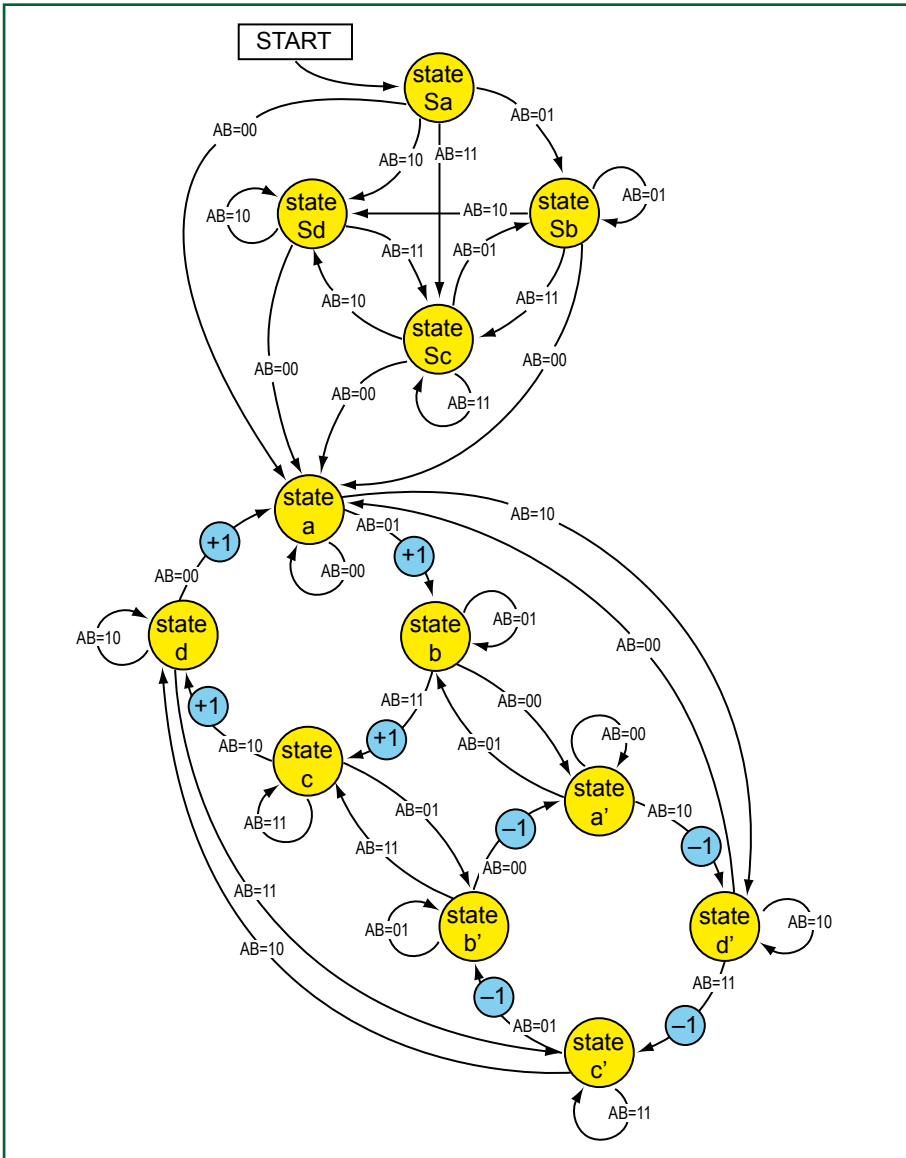
Het stroomverbruik van de zenderprint hangt dus grotendeels samen met de positie van de impulsgever en varieert tussen 0,5 μA en 189,5 μA . De pullup-stromen zijn gewoonlijk aan ruime toleranties onderhevig. Bij het gebruik van externe hoogohmige pullup-weerstanden zou het stroomverbruik in rusttoestand nog iets kunnen afnemen. Beide LED's op de print zijn in de zendmodus uitgeschakeld. Alleen als de impulsgever wordt bediend, zullen ze even oplichten.

Bij de RGB-LED-sfeerverlichting in de februari-uitgave werd een zeer eenvoudige decoder gebruikt, waarmee de signalen van de aangesloten impulsgever werden verwerkt. Voor de hier beschreven toepassing is de software van de decoder flink uitgebreid. Bij het bestuderen van de nieuwe software zal direct opvallen dat de triggersignalen hier worden opgewekt aan de hand van een tabel. Achter deze tabelsturing gaat een zogenaamde Moore-automaat (Engels: state machine) schuil, waarvan de werking wordt verduidelijkt door het toestandsdiagram van **figuur 4**. In dit toestandsdiagram is bijvoorbeeld de procedure van het synchroniseren zichtbaar, die de machine zal doorlopen zodra de voedingspanning is verschenen en de positie van de impulsgevers nog onbekend is. Een belangrijk probleem bij het verwerken van de signalen van een impulsgever vormt de schakeldender (key-bounce). In het toestandsdiagram is te zien dat dit probleem eenvoudig en effectief door de software wordt ondervangen. De decoderfunctie wordt alleen dan opgeroepen als ook werkelijk een verandering van de positie van de impulsgever wordt waargenomen.

Na het herkennen van een stijgende flank op een van de ingangen P2.0 of P2.4 wordt een interrupt gegenereerd. Door de interrupt service routine (ISR) zal de gevraagde actie snel en effectief worden afgehandeld. Daardoor zal de zender het grootste deel van de tijd in de idle-modus doorbrengen, met een bijna verwaarloosbaar stroomverbruik.

Nieuwe software voor de RGB-LED-sfeerverlichting

De software-uitbreiding voor de koppeling van de MSP430-F2131 met de RGB-LED-print is redelijk overzichtelijk. De initialisatie van de controller is uitgebreid met de poorten P2.0 en P2.1. Bovendien is voor poort P2 een interrupt service routine toegevoegd voor het verwerken van de twee ingangssignalen P2.0 en P2.1 die door de eZ430-RF2500T-ontvanger worden aangeboden. Elke stijgende flank op poort P2.0 genereert in de processor een interrupt. Het verwerken van deze interrupt-aanvraag zal resulteren in een verhoging van teller LEDptr. Om nog even het geheugen op te frissen: deze tel-



Figuur 4. Toestandsdiagram van het programma in de zender.

ler LEDptr wordt gebruikt voor het uitlezen van de instellingen voor de drie power-LED's (rood, groen en blauw) uit een tabel.

Op vergelijkbare wijze wordt bij elke interrupt op poort P2.1 een interrupt service routine opgeroepen, waarmee teller LEDptr een stap zal worden verlaagd.

Herprogrammeren van de RGB-LED-sfeerverlichting

De nieuwe software moet nog in de MSP430F2131IRGE-controller op de print van de LED-sfeerverlichting worden geladen. Een uitgebreide beschrijving van de installatie van de IAR-embedded-workbench is te vinden op het Internet [2]. Ook aanwijzingen voor het programmeren van de controller met

behulp van een MSP-FET430UIF of een MSP-FET430PIF zijn hier te vinden.

Tot slot

Omdat hier gebruik is gemaakt van de low-cost ontwikkelkit eZ430-RF2500, kan een afstandsbediening worden gerealiseerd zonder moeilijke SMD-IC's te hoeven solderen. Ook het programmeren van de software is, dankzij de aanwezigheid van een USB-UART-bord, een koud kunstje. Vanzelfsprekend kunnen ook hier de voor dit project benodigde bronbestanden worden gedownload van de website van Elektor (www.elektor.nl). We hopen dat deze bijdrage de lezers zal prikkelen om spelenderwijs eigen toepassingen te realiseren.

(080237)

Weblinks:

- [1] <http://focus.ti.com/mcu/docs/mcusupporttechdocsc.jsp?sectionId=96&tabId=1502&abstractName=slaa325>
- [2] <http://focus.ti.com/docs/toolsw/folders/print/tps62260led-338.html>

Literatuur:

- eZ430-RF2500 Development Tool User's Guide**
(documentnummer: SLAU2727a)
- MSP430 Interface to CC1100/2500 Code Library**
(documentnummer: slaa325.pdf, Code Files: slaa325.zip)
- CC2500 Low-Cost Low-Power 2.4 GHz RF Transceiver**
(documentnummer: SWRS040B)
- MSP430x22x2 Mixed Signal Microcontroller**
(documentnummer: SLAS504B)
- TPS62260LED-338 Three-Color LED Driver Evaluation Module (EVM)**
(documentnummer: SLVU240)

Verkrijgbaarheid:

- eZ430-RF2500:**
www.ti.com/ez430-rf
- TPS62260LED-338:**
<http://focus.ti.com/docs/toolsw/folders/print/tps62260led-338.html>

De auteurs

Dipl. Ing. (FH) Dirk Gehrke

Dirk Gehrke is geboren in Münster (Westf.) en studeerde communicatietechniek aan de FH Dortmund. Hij begon in 1998 bij Texas Instruments en werkte als FAE (Field Application Engineer) in Engeland, Frankrijk en de USA. Vanaf 2000 werkte hij als FAE aan Power Management Producten in Freising. Sinds januari 2006 is hij als EMEA (Europe, Middle East and Africa) Business Development Manager verantwoordelijk voor analoge producten.

Dipl. Ing. (FH) Christian Hernitscheck

Christian Hernitscheck studeerde aan de FH Landshut elektrotechniek in de richting microelektronica. Sinds 1998 werkt hij bij Texas Instruments als senior FAE in heel Europa, gespecialiseerd in de MSP430-microcontroller-productlijn.

Contact: www.ti.com/europe/csc