

# Télécommande pour la lumière d'ambiance à LED

## Exemple d'application pour outil de développement de TI

Dirk Gehrke & Christian Hernitscheck

**Dans l'article « Lumière d'ambiance par DEL RGB » piloté par MSP430 (Elektor n° 356, février 2008) il a été fait mention d'une possibilité de télécommande radio. La solution à base de eZ430-RF2500 décrite ici pourra convenir à nombre d'autres applications.**

Le eZ430-RF2500 est un outil de développement comportant et une platine d'interface de débogage USB et une paire de petits modules sur platines, des eZ430-RF2500T. Ces platines sont dotées d'un connecteur à 6 contacts. L'interface de débogage USB sert, outre au débogage du programme MSP430, également à la programmation des deux platines eZ430-RF2500T. Comme l'illustre la **figure 1**, les platines eZ430-RF2500T sont dotées chacune d'un

microcontrôleur MASP430F2274, d'un circuit émetteur/récepteur CC2500 2,4 GHz sans oublier un quartz et une antenne prenant la forme d'un composant céramique.

### Le eZ430-RF2500 en télécommande

Pour ne pas nous compliquer la tâche, nous avons utilisé, pour le transfert de données, la bibliothèque « *MSP430 Interface to CC1100/2500* ». On pourra la

télécharger gratuitement depuis le site Web de TI [1]. L'avantage de ces bibliothèques est qu'elles implémentent, pour le MSP430, des fonctions permettant une communication entre le contrôleur MSP430 et (dans le présent projet) et une puce émetteur/récepteur CC2500. Il est possible ainsi d'initialiser aisément le CC2500 et de réaliser l'émission et la réception de données sous la houlette du MSP430.

Comme nous le disions, le kit eZ430-RF2500 comporte deux platines eZ430-RF2500T. Dans la présente application, l'une des platines sert de module d'émission, l'autre de module de réception.

On découvre, en **figure 2**, le module de télécommande monté sur un porte-pile doté de deux piles alcalines. L'encodeur incrémental n'y est pas encore monté. Le porte-pile, équipé d'une platine de connexion à connecteur à 6 broches fait également partie du kit eZ430-RF2500.

La platine eZ430-RF2500T de la figure 1 est enfichée, pour faire office de module de réception, dans l'un des connecteurs libres de la platine de la lumière d'ambiance à LED RGB. Ce connecteur sert à l'alimentation du module de réception et se charge également des signaux d'émission.

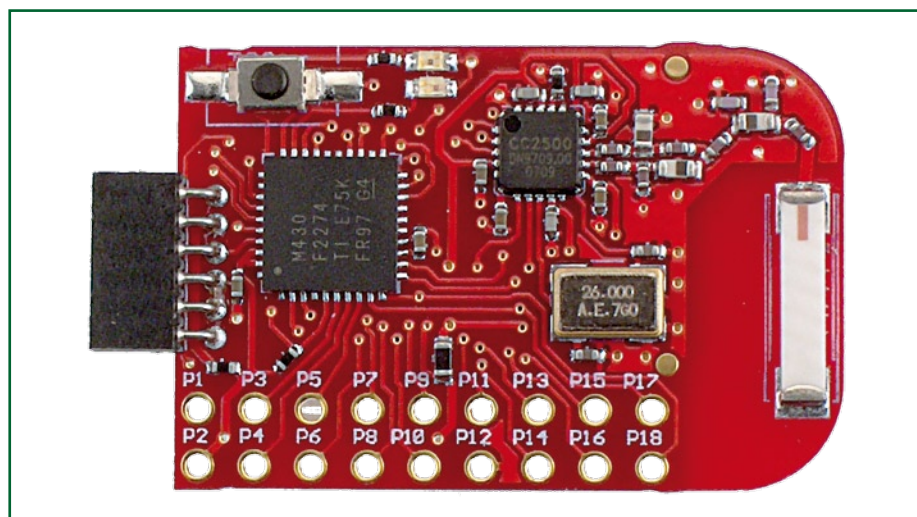
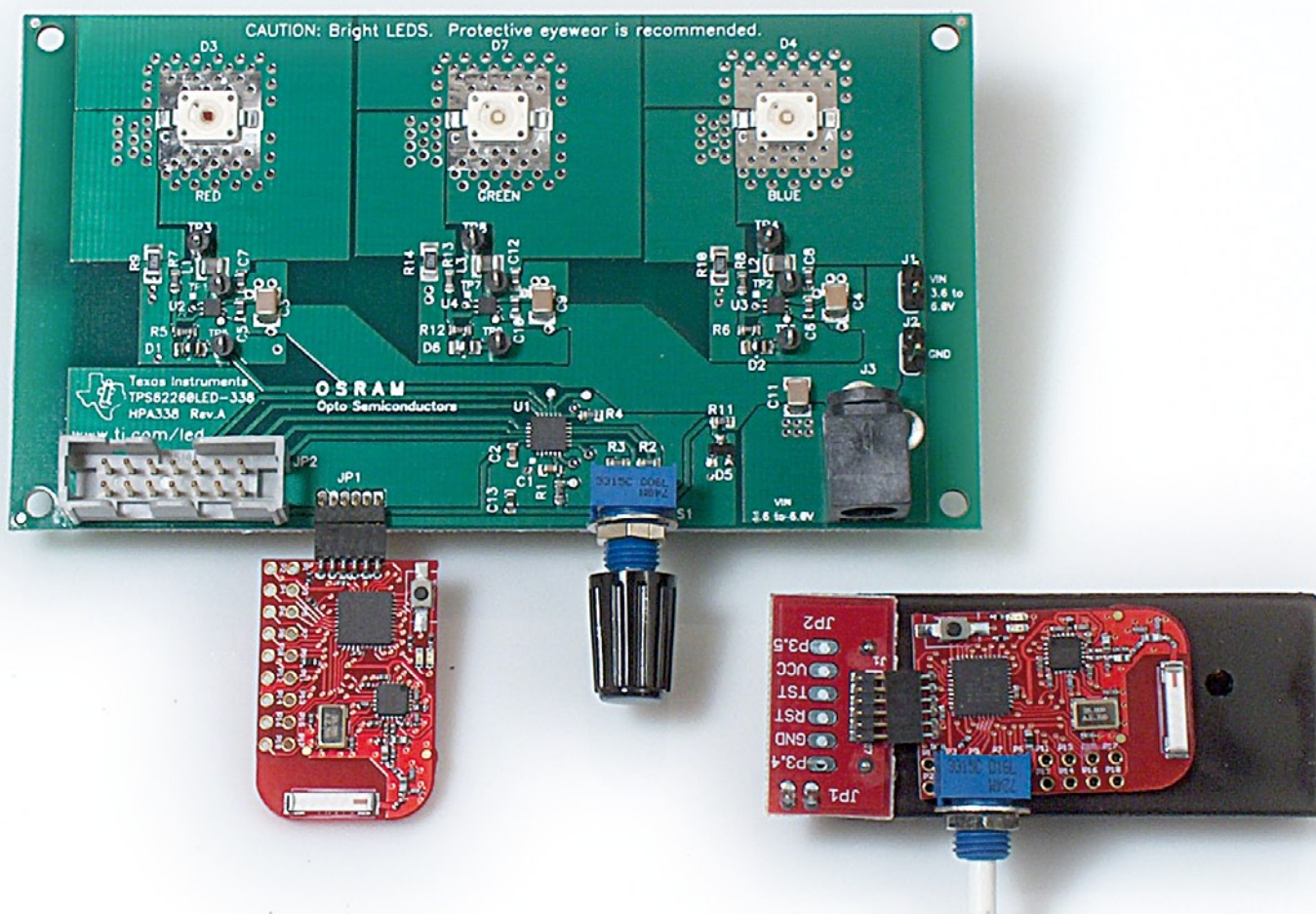


Figure 1. Platine eZ430-RF2500T en module récepteur.



## Platine d'émission avec encodeur incrémental

La platine de l'émetteur reçoit un encodeur incrémental (Bourns 3315C-001-016L, par exemple, chez Farnell #9354026). Pour un mouvement de rotation vers la « gauche » ou la « droite » on ne transfère qu'une impulsion vers la platine de réception implantée sur celle de la lumière d'ambiance à LED RGB. On limite ainsi au strict nécessaire la quantité de données transmises. De plus, l'émetteur se trouve normalement en mode économies d'énergie, le mode d'émission n'étant activé que par une rotation de l'encodeur.

Les deux platines étant, à l'origine, dotées d'îlots de soudage au pas de 2,54 mm, la connexion de l'encodeur incrémental est une affaire vite réglée. Ce composant sera soudé aux contacts 3, 5 et 7 de la platine eZ430-RF2500T. Ces derniers sont, à leur tour, reliés aux broches d'E/S P2.0, P2.2 et P2.4 du MSP430F2274. Dans ces conditions, la broche P2.2 configurée en sortie numérique est forcée à la masse, les lignes P2.0 et P2.4 étant utilisées en entrées numériques à capacité d'interruption. Au niveau du progiciel du contrôleur on active la résistance *pull-up* interne du MSP430 de manière à ce que ces deux

entrées numériques soient attaquées par un signal d'entrée bien défini.

## Connexion de la platine de réception

Si l'on veut que la platine eZ430-RF2500T utilisée en module de réception puisse être alimentée par la tension d'alimentation de 3,3 V de la platine à LED RGB il faut doter la platine de lumière d'ambiance de la circuiterie à diodes zener requise. Cette adapta-

tion prend la forme d'un remplacement de la résistance-série de 330  $\Omega$  (R2) par une résistance de 68  $\Omega$ . On dispose ainsi du courant requis et suffisant pour le module de réception.

Comme nous le disions plus haut, la platine eZ430-RF2500T peut être reliée directement à l'embase Mill-Max, JP1, présente sur la platine. Il faut cependant, auparavant, avoir transféré tant dans le processeur de la platine eZ430-RF2500T que dans celui de la

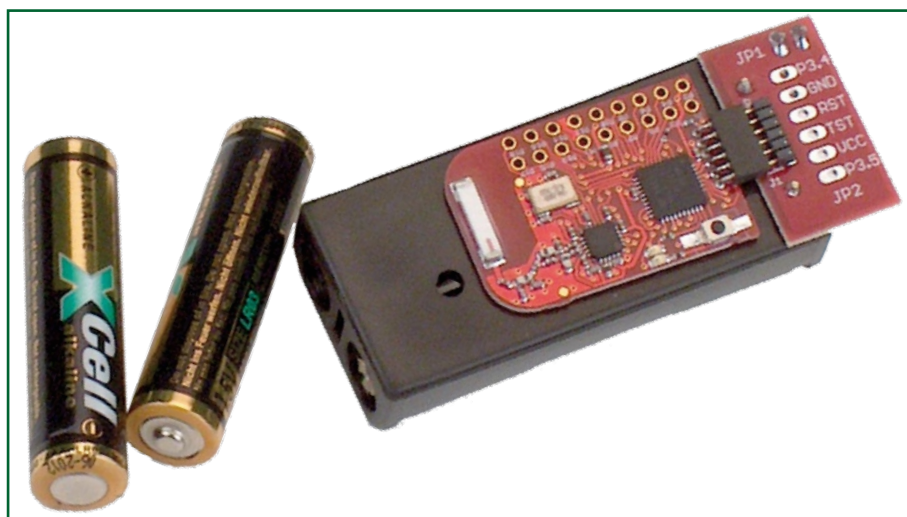


Figure 2. Platine eZ430-RF2500T en module de télécommande.

platine de la lumière d'ambiance le progiciel le plus récent pour que ces platines, de concert, puissent disposer de cette nouvelle fonctionnalité de télécommandée.

Les impulsions de l'encodeur incrémental sont véhiculées directement de la platine eZ430-RF2500T par le biais des broches 2 (RDX0) et 6 (TXD0) de celle-ci aux broches d'E/S P2.1 et P2.0 du MSP430F2131IRGE présent sur la

platine de la lumière d'ambiance. Le transfert de l'alimentation de 3,3 V de la platine eZ430-RF2500T se fait lui aussi au travers de l'embase JP1 (broches 5, GND, et 2, VCC).

Progiciel du module radio

Pour éviter tout risque d'erreur, le progiciel a été conçu de manière à pouvoir être transféré dans les deux pla-

tines eZ430-RF2500T, la platine dotée de l'encodeur incrémental remplissant la fonction d'émetteur, l'autre faisant office de récepteur.

Une fois alimentées, les deux platines eZ430-RF2500T se trouvent en mode de réception. Le progiciel du MSP430 visualise ce mode en allumant la LED verte des platines eZ430-RF2500T. Si l'on joue sur l'encodeur incrémental monté sur la platine de l'émetteur, cet-

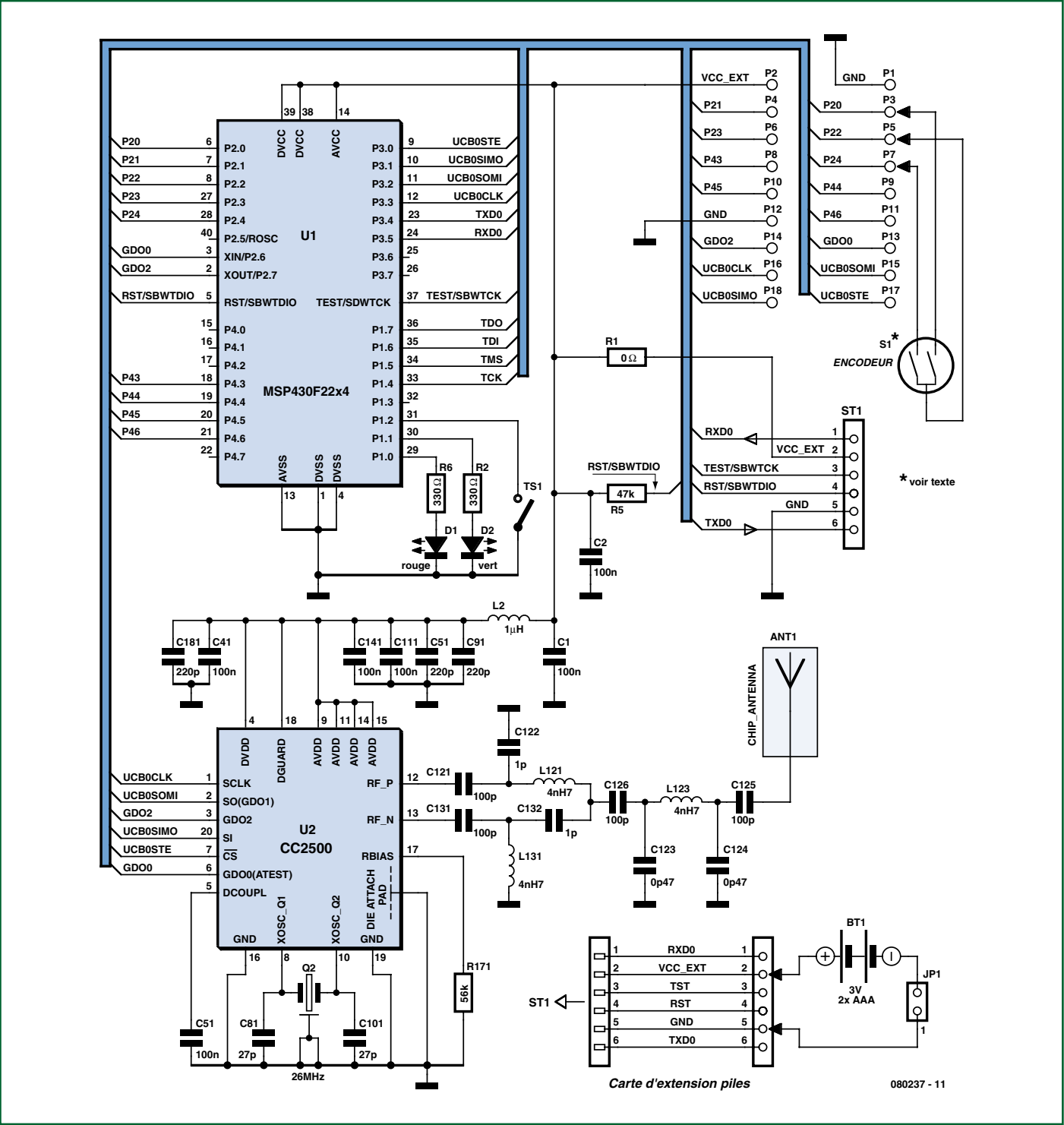


Figure 3. Schéma de la platine eZ430-RF2500T.



te platine sort du mode de réception pour ne plus fonctionner qu'en émetteur. Cette approche réduit la consommation de courant de la platine émetteur et prolonge la durée de vie des piles. La consommation de l'émetteur de télécommande en mode de veille (*idle*) dépend des facteurs suivants :

- \* La consommation du MSP430F2131 en mode LPM4 (0,1  $\mu$ A typique).

- \* La consommation du CC2500 en mode de sommeil (*sleep*, 400 nA typique).

- \* On peut avoir, en fonction de la position de l'encodeur incrémental, circulation d'un courant dans les deux résistances *pull-up* (de 0 à 189  $\mu$ A typiquement).

La consommation typique de la platine émetteur en mode de veille dépend principalement de la position de l'encodeur incrémental et peut varier entre quelque 0,5  $\mu$ A et de l'ordre de 189,5  $\mu$ A, compte non tenu de tolérances d'un composant à un autre. L'utilisation de résistances *pull-up* de forte valeur aux bornes de l'encodeur incrémental a permis de réduire encore plus le courant en mode de veille. En mode

émission, les deux LED restent éteintes. Elles ne s'allument que brièvement lors d'une action sur l'encodeur incrémental.

Le projet de lumière d'ambiance du numéro de février comportait un décodeur rustique servant au traitement des signaux de l'encodeur incrémental. Nous l'avons amélioré pour la télécommande du présent projet. Un examen du nouveau programme permet de découvrir la génération de signaux de déclenchement par traitement d'un tableau. Ce traitement de tableau cache un automate de Moore, qui sert à exécuter un diagramme d'état (cf. **figure 4**). Le diagramme d'état incorpore, par exemple, une synchronisation après mise sous tension et que la position de l'encodeur incrémental n'est pas encore connue. Les rebonds de commutation sont l'un des gros problèmes du traitement de signaux fournis par un encodeur incrémental. Il en a été tenu compte dans le diagramme d'état. Il n'est fait appel à la fonction de décodeur qu'à condition qu'il y ait eu, auparavant, détection d'un changement. La génération d'interruption sur la ligne de port concer-

née ne se fait qu'après détection d'un flanc montant au niveau des entrées numériques P2.0 ou P2.4. Dans ces conditions, la télécommande (émetteur) passera la majorité de son temps en mode de veille, ce qui se ressent au niveau de la consommation.

### Extension logicielle pour la lumière d'ambiance

L'extension logicielle du progiciel pour le MSP430F2131 à des fins de connexion radio vers la platine de la lumière d'ambiance est relativement aisée à élucider. À l'initialisation s'est rajouté le paramétrage des lignes de port P2.0 et P2.1. Le port P2 s'est vu doté d'une routine de traitement d'interruption pour le traitement des signaux d'entrée des broches P2.0 et P2.1 fournis par la platine de réception eZ430-RF2500T. Chaque flanc montant sur la broche P2.0 génère, dans le MSP430F2131, une interruption pour le port P2, qui elle se traduit par une incrémentation du pointeur LEDptr. Pour mémoire, le pointeur LEDptr sert à la lecture des paramètres des 3 LED forte

Publicité

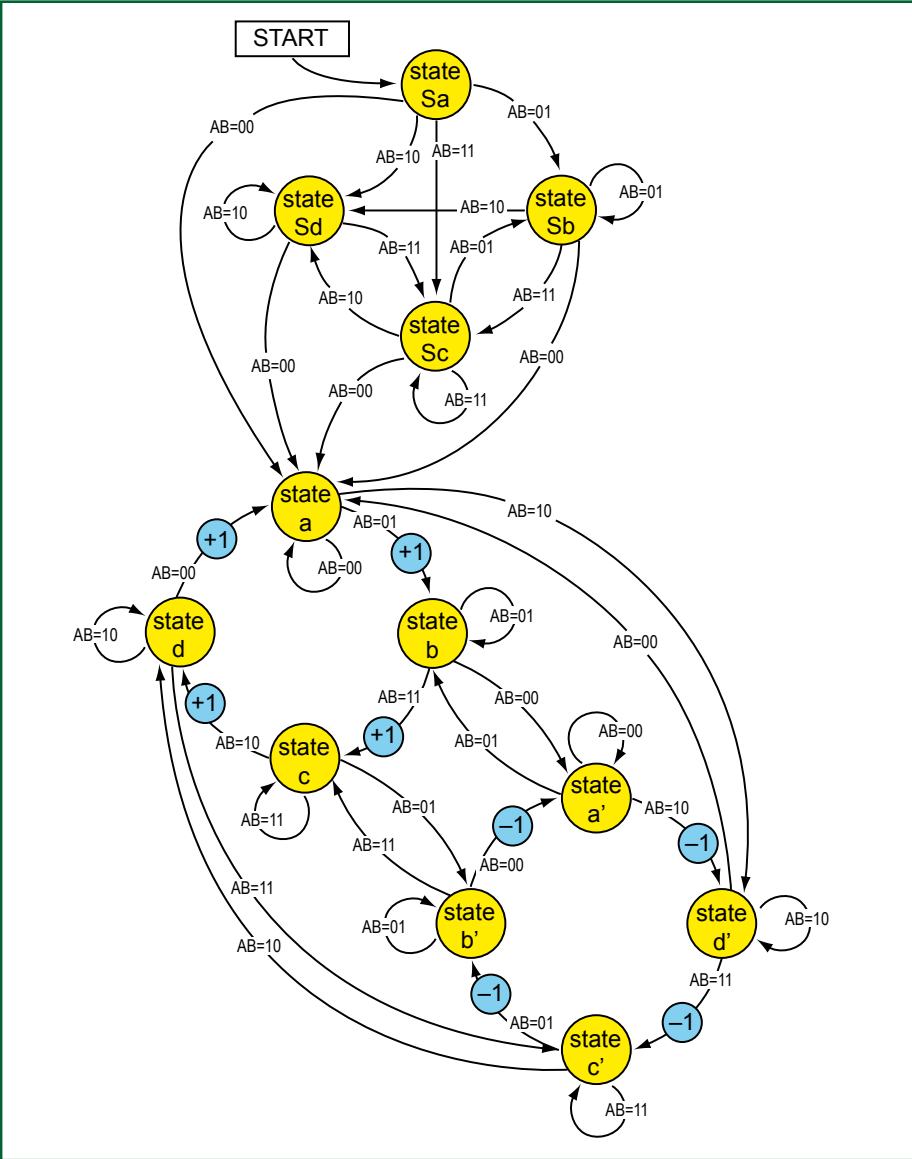


Figure 4. Diagramme d'état du décodeur d'encodage incrémental.

puissance (rouge, vert et bleu) dérivés d'un tableau. De la même façon, tout flanc montant sur la broche P2.1 génère une interruption de port P2 dont la routine de traitement d'interruption décrémente elle le pointeur LEDptr.

Reprogrammation de la lumière d'ambiance

Le progiciel réactualisé doit être transféré dans le MSP430F2131IRGE présent sur la platine de la lumière d'ambiance. On trouvera dans le document décrivant la platine de test du TPS62260LED-338, fichier téléchargeable à l'adresse Web [2], une description exhaustive de l'installation du logiciel IAR Embedded Workbench KickStart et de la programmation du code à l'aide du MSP-FET430UIF ou du MSP-FET430PIF.

En conclusion

Il est possible, par la mise en oeuvre du kit eZ430-RF2500, de réaliser une télécommande radio sans avoir à effectuer de soudage de CMS ou à se mettre à la recherche de composants exotiques. Grâce à la carte USB-UART fournie, la programmation du progiciel est à la portée de tout un chacun. Il va sans dire que les codes-source destinés aux platines d'émission et de réception ainsi que l'extension logicielle dont il faudra doter la platine de la lumière d'ambiance sont disponibles au téléchargement depuis le site Elektor (www.elektor.fr). Nous espérons que ce projet vous ouvrira de nouveaux horizons à des fins d'applications et d'expérimentations personnelles !

(080237-1)

Liens :

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

Littérature :

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

Source produits :

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

Les auteurs

**L'Ingénieur Diplômé (I.U.T.) Dirk Gehrke**  
Dirk Gehrke, né à Münster (Westphalie), a étudié les télécommunications à l'I.U.T. de Dortmund. Il est entré chez Texas Instruments en 1998 et a été FAE (Field Application Engineer) en Angleterre, en France et aux USA. À partir de 2000, il a été FAE dans le domaine des produits de « Power Management » à Freising. Il est responsable depuis janvier 2006 des produits analogiques en tant que Business Development Manager EMEA (Europe, Middle East and Africa). Contact : [www.ti.com/europe/csc](http://www.ti.com/europe/csc)

**L'Ingénieur Diplômé (I.U.T.) Christian Hernitschek**  
Christian Hernitschek a étudié l'électronique avec spécialisation microélectronique à l'I.U.T. de Landshut. Il est Senior FAE pour toute l'Europe chez Texas Instruments depuis 1998, en particulier pour la gamme de produits basée sur le microcontrôleur MSP430. Contact : [www.ti.com/europe/csc](http://www.ti.com/europe/csc)