

# 25 SPI pour les LED WS2812(B)

résoudre un problème inexistant avec des composants discrets

Clemens Valens (Elektor)

Ce petit circuit permet à votre microcontrôleur de piloter 25 % de LED supplémentaires tout en libérant des ressources de programmation. N'est-ce pas ce que nous appelons une situation gagnant-gagnant ?



Les très populaires LED RGB adressables de type WS2812 (B) — également connues sous le nom de NeoPixels — ne sont pas très pratiques lorsqu'il s'agit de les piloter. La raison en est leur protocole de données personnalisé à un fil (1-Wire) qui est incompatible avec les périphériques standard des microcontrôleurs. Pour contourner ce problème, on applique généralement une sorte de méthode de modification des bits (*Bit banging*), implémentée soit entièrement dans le logiciel, soit partiellement répartie entre le logiciel et le périphérique SPI. Aujourd'hui, la tendance est d'essayer de résoudre les problèmes d'électronique dans le logiciel autant que possible, car c'est moins cher et offre une plus grande flexibilité. Ce sont des arguments valables, bien sûr, mais ils enlèvent en quelque sorte le plaisir de l'électronique. Pour

cette raison, j'ai décidé de relever le défi de rendre les LED WS2812(B) compatibles avec un bus SPI standard tout en n'utilisant que des composants discrets.

## Spécifications de timing larges

Habituellement, on suppose que les LED WS2812(B) fonctionnent à 800 kHz. C'est une fréquence peu pratique pour les microcontrôleurs cadencés à 4, 8, 12 ou 16 MHz ou toute autre fréquence qui n'est pas un multiple de puissance de deux de 800 kHz. Cependant, une lecture attentive de la fiche technique de la LED montre que les tolérances de timing sont de près de 50 %, ce qui est plutôt généreux.

Cela signifie qu'un débit de données de 1 MHz devrait également fonctionner, car il n'est que 25 % plus rapide que 800 kHz et donc dans la marge des 50 %. 1 MHz est une fréquence que la plupart des périphériques SPI peuvent produire facilement, même s'ils n'ont qu'un prédiviseur/prémultiplicateur d'horloge simple.

Pour la LED WS2812B, un « 0 » logique doit être codé comme une impulsion de 400 ns suivie d'une pause de 850 ns. Un « 1 » logique consiste en une impulsion de 800 ns suivie d'une pause de 450 ns (figure 1). Cependant, selon la fiche technique, toutes ces durées ont une tolérance de  $\pm 150$  ns. Ainsi, pour un « 0 » logique, une impulsion de 300 au lieu de 400 ns suivie d'une pause de 700 au lieu de 850 ns est également acceptable, et un « 1 » logique peut être une impulsion de 700 ns suivie d'une pause de 300 ns. Avec ces valeurs, le débit de données devient 1 MHz, exactement ce que nous recherchions.

## Limites mobiles

Le circuit représenté sur la figure 2 en fait usage. Lorsque le SPI fonctionne à 1 MHz, son signal d'horloge SCK est une onde carrée

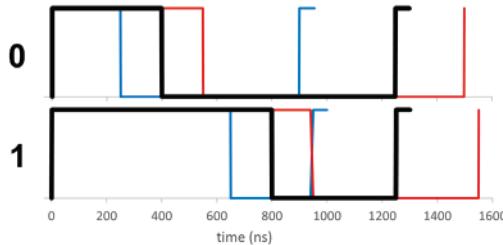


Figure 1. Les spécifications de timing pour les LED RVB adressables de type WS2812(B) ont de larges tolérances. Les graphiques noirs montrent les durées spécifiées. Un « 0 » peut être aussi court que 900 ns (bleu) et aussi long que 1500 ns (rouge). Pour un « 1 », ces valeurs sont respectivement de 950 ns (bleu) et 1550 ns (rouge).

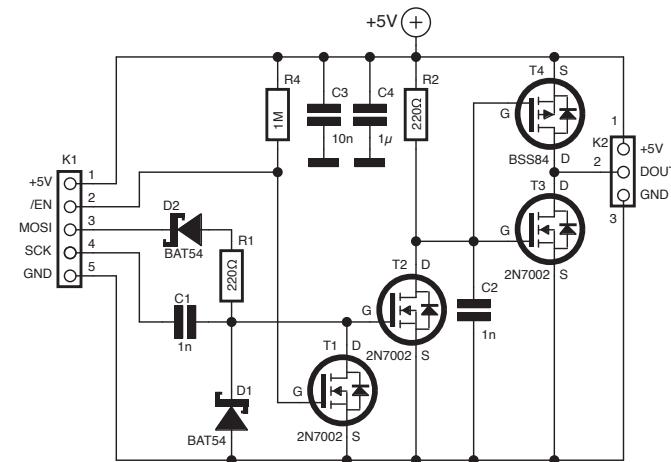


Figure 2. Ce circuit transforme un bus SPI à deux fils en un signal de données à un fil compatible WS2812(B).

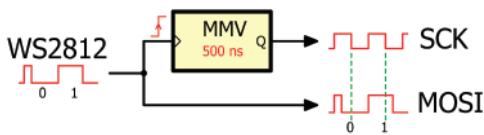


Figure 3. Un multivibrateur monostable (MMV) peut créer un bus SPI à 2 fils à partir d'un signal de données compatible WS2812(B).

avec une fréquence de 1 MHz. Les données se trouvent dans le signal MOSI du SPI.

Lorsque MOSI est bas, C1 et R1 forment un différentiateur qui raccourcit les impulsions SCK à environ 300 ns. Lorsque MOSI est haut, R1 est déconnecté par D2 et C1 transmet simplement les impulsions SCK à T2. D1 supprime les fronts négatifs créés par le différentiateur. Lorsque SCK est haut, T2 est passant et C2 est déchargé. Lorsque SCK passe à l'état bas, T2 cesse de conduire et C2 est chargé par R2, ce qui retarde efficacement le front descendant de SCK. Maintenant, les durées des impulsions SCK sont étendues à environ 700 ns.

T3 sert de tampon et inverse le signal afin qu'une LED WS2812(B) puisse le comprendre. T1 fournit une entrée « Slave Select » (SS) active à l'état bas pour compléter notre interface SPI. C3 et C4 sont des condensateurs de découplage où C4 est destiné à être placé à proximité de K2 pour découpler l'alimentation de la LED.

Le MOSFET de type P T4 maintient la consommation de courant faible lorsque le circuit est inactif. Il peut être remplacé par une résistance de 220  $\Omega$  pour épargner un transistor (le circuit imprimé a une empreinte pour une, nommée R3), mais je ne le recommanderais pas. Aussi, ne les montez pas tous les deux. Ce circuit fonctionne bien dans les modes SPI 0, 1 et 3.

### Utile ou pas ?

Les circuits présentés ici permettent de simplifier le logiciel du pilote en laissant plus de ressources disponibles pour le reste du programme afin de réaliser des animations plus élaborées ou de faire autre chose. De plus, il est 25 % plus rapide qu'un pilote standard de 800 kHz, ce qui vous permet de piloter plus de LED en même temps. D'autre part, il ajoute quelques lignes à la nomenclature des matériels et nécessite un bus SPI au lieu d'une seule sortie du microcontrôleur.

### Dernière réflexion

Comme il est très facile de décoder la sortie de ce circuit vers SPI — un multivibrateur monostable suffit (figure 3) — il peut être utilisé comme une connexion SPI à un fil. De tels signaux traversent bien les barrières d'isolation galvanique comme les optocoupleurs et les liaisons infrarouges.

Tous les fichiers de ce projet, y compris la conception du circuit imprimé et un exemple de logiciel, sont disponibles sur le lien [1]. Une vidéo sur ce projet est disponible sur le lien [2].

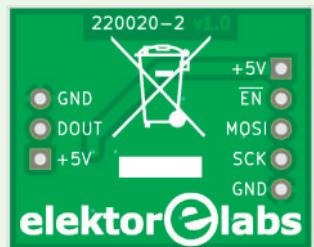
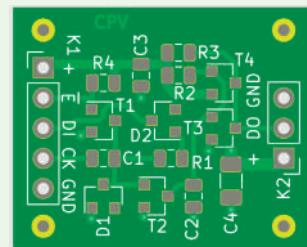
220020-04

↓ Télécharger le projet

[www.elektormagazine.fr/summer-circuits-22](http://www.elektormagazine.fr/summer-circuits-22)



## Liste des composants



### Résistances

(0805, 5%, 0,125 W)

R1,R2,(R3\*) = 220  $\Omega$

R4 = 1 M $\Omega$

### Semi-conducteurs

D1,D2 = BAT54, SOT-23

T1,T2,T3 = 2N7002, SOT-23

T4 = BSS84, SOT-23

### Condensateurs

(0805)

C1,C2 = 1 nF

C3 = 10 nF

C4 = 1  $\mu$ F 16 V, Case-A

### Divers

K1 = Prise à broches à 5 voies, pas de 0,1"

K2 = Prise à broches à 3 voies, pas de 0,1"

\* = voir texte



### À propos de l'auteur

Clemens Valens est un ingénieur qui gère la plateforme en ligne Elektor Labs. Il est titulaire d'un BSc en électronique et d'un MSc en électronique et technologies de l'information. Clemens a commencé à travailler pour Elektor en 2008 en tant que rédacteur en chef d'Elektor France, et il a également travaillé comme rédacteur pour Elektor UK/US et ElektorMagazine.com. Plus tard, Clemens a dirigé les laboratoires de conception d'Elektor aux Pays-Bas, en Allemagne et en Inde. Aujourd'hui, il est le technologue créatif d'Elektor, responsable du site Web communautaire Elektor Labs, où les passionnés d'électronique peuvent publier leurs travaux et interagir avec des pairs du monde entier. Outre la contribution de ses propres projets et autres articles au magazine, il produit également des vidéos régulières pour Elektor TV et anime des webinaires. Ses principaux intérêts sont la génération du son et le traitement du signal.



## Produits

► **Diamex LED Player M (SKU 19911)**  
[www.elektor.fr/19911](http://www.elektor.fr/19911)

► **SPIDriver (SKU 19028)**  
[www.elektor.fr/19028](http://www.elektor.fr/19028)

## LIENS

- [1] C. Valens, « Convertisseur SPI vers WS2812B », Elektor-Labs.fr: <https://www.elektormagazine.fr/labs/spi-to-ws2812b-converter>  
[2] Regardez ce projet sur Elektor TV : <https://youtu.be/5z7CvM6QTD0>