

Rapport technique – LED WS2812B

Objectif :

Notre objectif est de contrôler les leds WS2812B avec un microcontrôleur en utilisant la documentation. Ces LEDs sont particulières car elles intègrent un circuit de contrôle numérique, permettant de les commander via une seule ligne de données.

Le document fournit l'ensemble des informations nécessaires pour comprendre le protocole de communication utilisé, les contraintes de timing, le format des données à transmettre, ainsi que les recommandations de câblage pour une mise en œuvre correcte.

1. Présentation du composant

La WS2812B est une LED RGB intelligente :

- Elle intègre une LED tricolore (R, G, B) + un circuit de contrôle digital dans un même boîtier 5050.
- Elle fonctionne avec une seule ligne de données pour le contrôle.
- Elle supporte la mise en cascade : une LED reçoit les données, garde ses 24 bits, et relaie le reste à la suivante.

2. Fonctionnement général

a. Alimentation

- Tension de fonctionnement : +3.5V à +5.3V (typiquement 5V)
- Courant contrôlé en interne (mode constant current)

b. Brochage

Broche	Nom	Fonction
1	VDD	Alimentation
2	DOUT	Sortie données vers LED suivante
3	VSS	Masse
4	DIN	Entrée données

3. Le protocole de communication

Les LEDs WS2812B utilisent un protocole unidirectionnel, via 1 seul fil de données (DIN). Chaque LED reçoit 24 bits, chaque couleur étant codée sur 8 bits, dans l'ordre GRB et relayant automatiquement les bits restants à la suivante via DOUT → DIN.

Chaque LED lit les 24 premiers bits, les stocke, et transmet le reste. Les données sont envoyées en continu, sans adresse.

Ainsi les leds et les information seront relayer tel quel :
STM32 → DIN (LED1) → DOUT → DIN (LED2) → etc

Le terme DIN signifie Data IN, c'est-à-dire entrée de données.

Dans le contexte des LEDs WS2812B, la broche DIN est celle par laquelle chaque LED reçoit les données série envoyées par le microcontrôleur (comme le STM32) ou par la LED précédente dans une chaîne.

NB :

- ❖ DIN : là où la LED reçoit les 24 bits de données (GRB).
- ❖ DOUT : sortie de données, utilisée pour transmettre les données à la LED suivante.

a. Durée des impulsions :

Chaque bit dure obligatoirement 1.25 μ s. C'est la durée de l'état haut (HIGH) qui détermine si c'est un 1 ou un 0.

Le reste du temps (pour compléter les 1.25 μ s), le signal est bas (T_Low).

- Pour un bit 0 : le signal reste haut pendant environ 0.4 μ s, puis bas pendant 0.85 μ s.
- Pour un bit 1 : le signal reste haut plus longtemps, environ 0.8 μ s, puis bas pendant 0.45 μ s.

Après avoir envoyé les bits à toutes les LEDs, il faut envoyer un signal bas pendant au moins 50 μ s.

Cela permet aux LEDs de valider les données reçues et d'afficher la couleur correspondante.

Type de bit	Temps haut	Temps bas	Interprétation
0	0.4 μ s	0.85 μ s	Bit logique 0
1	0.8 μ s	0.45 μ s	Bit logique 1
RESET	—	$\geq 50 \mu$ s	Fin de trame

On met une tolérance de ± 150 ns, Parce que les WS2812B sont des composants numériques très sensibles au timing. Comme il n'y a pas d'horloge dédiée, la LED déduit si un bit est un 0 ou un 1 uniquement en mesurant la durée du signal haut (et donc bas).

Si les durées sont trop imprécises, la LED peut mal interpréter les bits.

4. Caractéristiques techniques :

Paramètre	Valeur typique
Tension d'entrée logique	$V_{IH} > 0.7 \times V_{DD}$, $V_{IL} < 0.3 \times V_{DD}$
Courant d'entrée	$\pm 1 \mu A$
Capacité d'entrée	15 pF
Délai transmission	300 ns max
Durée de vie	Longue, faible conso

Pour coder ces LEDs avec un STM32 nous allons utiliser un timer PWM, Moduler le rapport cyclique et envoyer les données 24 bits par LED, en GRB, en respectant l'ordre et le timing