

Driver de LED pour alimentations à usage industriel

Par Reinhardt Wagner, Distinguished Engineer, ADI

Synthèse

Cet article présente une solution simple et compacte conçue pour piloter une diode LED dans le but de fournir une indication visuelle de la présence ou de l'absence d'alimentation électrique sur un système. Le circuit est composé d'une résistance et d'un petit circuit intégré initialement prévu à un autre usage et qui remplace une multitude de composants utilisés dans la solution classique. Autonome, peu gourmand en énergie et résistant aux erreurs de câblage, ce circuit est tout particulièrement adapté aux systèmes industriels et similaires.

Introduction

Tous les systèmes de commande industriels (ICS) fonctionnent de façon universelle sous une tension d'alimentation de 24V DC. La présence ou l'absence de tension d'alimentation est généralement signalée par les diodes électroluminescentes (LED) dont sont munis des équipements tels qu'une unité principale de commande, ainsi que les modules d'entrée/sortie et de communications. L'utilisation de LED d'alimentation contribue à raccourcir les délais d'installation, la maintenance et les temps d'arrêt de systèmes/sous-systèmes industriels tels que les automates programmables industriels (API) et les systèmes de contrôle distribués (DCS), les alimentations, les capteurs et les actionneurs. Ces diodes doivent s'allumer dans certaines conditions prédéfinies, par exemple lorsque la tension se situe dans la plage d'alimentation opérationnelle requise. Or, en dépit de la simplicité de conception, une mise en œuvre en conditions réelles n'est pas si anodine : en effet, elle nécessite des comparateurs de tension à hystérésis, une auto-alimentation et la capacité à piloter les diodes de manière cohérente.

Autres exigences :

- une faible dissipation de puissance ;
- la diode doit être éteinte lorsque la tension d'alimentation est inférieure à la tension minimale de fonctionnement ;
- l'intensité lumineuse doit être stable indépendamment de la tension d'alimentation ;
- le circuit doit être tolérant aux surtensions ;
- robustesse aux erreurs de câblage, telles que les tensions négatives susceptibles de se produire lors d'une inversion de polarité.

Des circuits simples peuvent présenter une dépendance significative aux composants, à la température et aux variations de tension.

Le contexte

Avec ce driver de LED, un circuit d'entrée numérique à usage industriel est affecté à une fonction

autre que celle pour laquelle il a été initialement conçu. Les entrées industrielles que l'on trouve généralement dans les systèmes de commande industriels fonctionnent sous une tension logique de 24 V et présentent des caractéristiques de courant/tension d'entrée clairement spécifiées avec des tensions de seuil d'entrée définies. Une entrée consommatrice « de type p » se caractérise par un courant de rappel spécifié pour être supérieur à 2,0 mA à la valeur maximale de la tension de seuil, soit 11 V pour les entrées de type 3 qui constituent le type d'entrée industrielle le plus courant. Afin de minimiser la dissipation de puissance, les actuels circuits d'entrée numériques limitent et régulent étroitement le courant d'entrée à un niveau légèrement supérieur à la limite des 2,0 mA.

L'idée

Le niveau de 2,0 mA coïncidant avec les courants de commande de LED communs et les entrées numériques à usage industriel affichant des seuils de commutation clairement définis, peut-on utiliser un circuit intégré tel que l'entrée numérique monovoie [MAX22191](#) pour surveiller l'alimentation et la commande de LED. Ce circuit d'entrée à usage industriel est conçu pour piloter un isolateur optique via sa broche de sortie OUT. Le circuit proposé pour cette application est représenté en Figure 1. La résistance de réglage du courant R_{EXT} permet d'ajuster le courant de sortie OUT dans la plage comprise entre 2,0 et 2,6 mA.

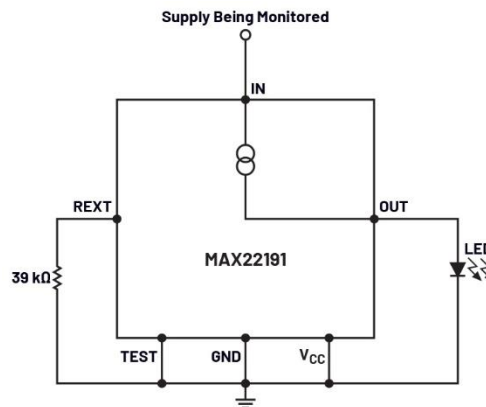


Figure 1. Pilote de LED utilisé pour la surveillance d'une alimentation.

La source de courant interne présente une tolérance de $\pm 12,5\%$ en fonction de la température, de la tension d'entrée et entre composants, ce qui garantit une faible dissipation de puissance et une variation négligeable de l'intensité lumineuse par rapport à la tension d'alimentation. Avec la source de courant spécifiée, la tension de sortie OUT conforme à 5,5V, il est possible de piloter la plupart des LED modernes. De plus, le courant d'alimentation de 110 μA (typiques) du composant assure à la solution une faible dissipation de puissance.

La Figure 2 montre que le courant de LED augmente brusquement lorsque la tension atteint 9 V (typiques) et retombe à 8 V (typiques) avec une hystérésis de 1 V. Les tensions de seuil maximum (« max-on ») et minimum (« min-off ») sont spécifiées dans la [fiche technique](#) du circuit MAX22191. Si des tensions de seuil plus élevées sont nécessaires, une résistance sera montée en série avec l'entrée R_{IN} comme le montre la Figure 3. La valeur R_{IN} est calculée comme suit :

$$R_{IN} = (\text{augmentation de la tension de seuil})/I_{IN}.$$

La Figure 2 montre qu'à l'état passant, le courant de LED est stable par rapport à la variation de la tension d'entrée. Cette situation contraste avec l'utilisation d'un simple transistor bipolaire/MOS pour piloter la LED, laquelle montre une dépendance nettement plus élevée entre le courant et la tension en raison de la tension d'Early du transistor.

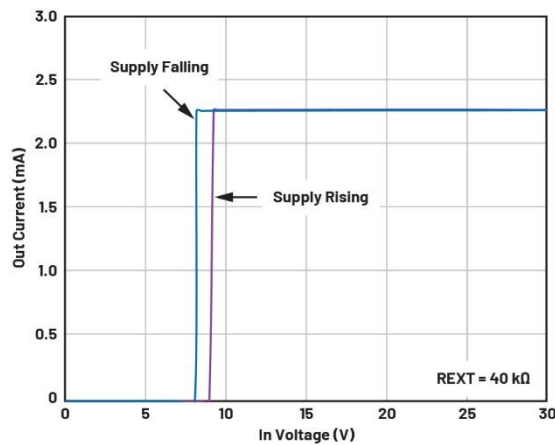


Figure 2. Courant de LED par rapport à la tension d'alimentation.

Commande de LED

S'agissant des cas d'utilisation où la LED doit être allumée/éteinte sous contrôle logique, on utilisera l'entrée TEST (voir Figure 3) en vue de mettre en œuvre des fonctions auxiliaires telles que des délais de mise sous tension, des clignotements et autres retours d'état.

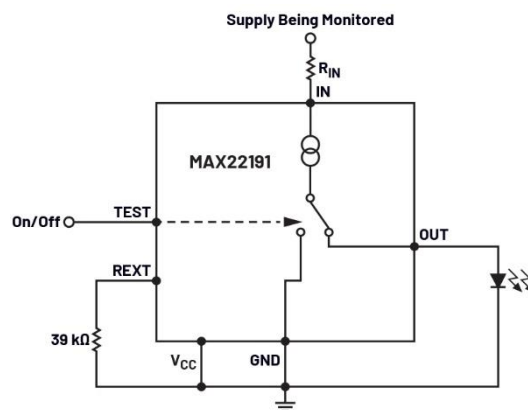


Figure 3. Circuit avec commande marche/arrêt et tension de seuil accrue.

Robustesse

La solution est spécifiée pour opérer dans une plage de température de fonctionnement comprise entre -40 et +125 °C. La tension d'alimentation IN est tolérante à une large plage de tension (comprise entre -70 et +60 V), ce qui offre une bonne marge de manœuvre pour assurer la protection contre les surtensions et une robustesse significative face aux inversions de polarité provoquées par une erreur de câblage. En cas de branchement inversé, le circuit présente un faible courant d'entrée de 1 µA sous une tension d'entrée négative.

Conclusion

Le circuit MAX22191 est une solution simple pour les applications d'indication d'alimentation de LED. Le montage en boîtier SOT23 et la résistance de réglage de courant basse consommation contribuent à en faire une solution particulièrement compacte.

À propos de l'auteur

Reinhardt Wagner est un ingénieur (*Distinguished Engineer*) chez Analog Devices à Munich (Allemagne). Venu de la société Maxim Integrated et aujourd'hui membre du groupe Automatisation industrielle d'ADI, il est spécialisé depuis 21 ans dans la définition de nouveaux circuits intégrés à

usage industriel dans les domaines des communications et des applications d'entrée/sortie : IO-Link, E/S numériques à haut débit, commutateurs analogiques Beyond-the Rails™ et isolation numérique.