Les différentes options en termes de contrôle d'éclairage LED

Par Andrew Fawcett, Senior Product Manager, Farnell

Grâce à son efficacité énergétique et à sa taille compacte, la diode électroluminescente (LED) est devenue la technologie de pointe dans de nombreuses applications nécessitant un éclairage de haute intensité. Qu'elle soit utilisée dans les lampes intérieures et feux extérieurs des automobiles, dans les luminaires à grande portée installés dans les usines et les entrepôts ou dans les éclairages programmables au sein des magasins et des maisons, la LED est devenue une composante essentielle.

L'efficacité est l'un des objectifs clairs de la conception des circuits utilisés pour piloter les LED, mais c'est un facteur qui va souvent de pair avec la contrôlabilité. La consommation d'énergie et les facteurs esthétiques étant tous deux importants, les fabricants de luminaires et les utilisateurs veulent pouvoir ajuster le flux lumineux de manière dynamique, en réponse aux besoins des clients. Les utilisateurs à domicile souhaitent une gradation de la luminosité et, avec les lampes RGB, le contrôle dans la couleur. De nombreux utilisateurs industriels et détaillants souhaitent utiliser au maximum la lumière ambiante et réduire leurs factures d'électricité en veillant à ce que l'éclairage artificiel ne produise que la quantité de lumière nécessaire à chaque moment de la journée et à chaque emplacement de l'atelier. Pour ce faire, les capteurs situés à proximité des luminaires signalent les conditions d'éclairage ambiant minute par minute afin que les contrôleurs de LED puissent régler le flux pour compenser.

En plus des décisions basées sur les fonctionnalités du luminaire à LED, il faut choisir la topologie de

circuit en fonction des exigences de l'application, telles que la gradation, le contrôle des couleurs, la fiabilité à long terme, les délais de mise sur le marché et les coûts. Cet article détaille les options à la disposition des ingénieurs concepteurs.

Modulation de largeur d'impulsion contre Réduction à courant constant

Lorsqu'il s'agit de choisir la topologie du circuit de contrôle du flux lumineux des LED, vous avez le choix entre des techniques basées sur la modulation de largeur d'impulsion (MLI) ou sur la réduction à courant constant (RCC). Les deux méthodes reposent sur le principe selon lequel le circuit maintiendra une tension à peu près constante, mais fera varier le courant transmis à chaque LED en fonction de la luminosité et de la couleur désirées. Dans le premier cas, le courant est transmis sous forme de paquets de charge séparés ; dans le deuxième, sous forme de flux continu de charge.

La méthode MLI présente un avantage lorsque la luminosité et la température de couleur doivent être contrôlées indépendamment. Une LED optimisée pour l'éclairage aura généralement un profil de température de couleur qui varie avec l'augmentation du courant. Un modèle de LED particulier peut, par exemple, émettre de la lumière avec une température de couleur de 2 700 K à 300 mA, pour atteindre 3 000 K à 600 mA. Avec une topologie RCC, la luminosité sera fixée au maximum pour la température de couleur au courant fourni. Lorsque la LED s'allume et s'éteint très rapidement, le contrôle MLI peut garantir que le luminaire émet de la lumière à 3 000 K, mais que l'éclairage varie sur une large plage. En règle générale, la fréquence MLI est si élevée que les humains ne remarquent aucun scintillement.

Avec le contrôle MLI, la variation du flux lumineux est généralement linéaire en fonction du rapport cyclique de largeur d'impulsions. Avec un RCC, la variation du flux lumineux avec une différence de courant peut ne pas être entièrement linéaire. En conséquence, le contrôle MLI a tendance à être privilégié lorsque les luminaires doivent être atténués à moins de 50 % tout en conservant le flux de couleur souhaitée. Pour la même raison, les luminaires RGB nécessitent généralement un contrôle MLI pour assurer un mélange de couleurs prévisible.

Le RCC présente des avantages dans les applications où le flux lumineux doit être maximisé et où le contrôle de la gradation est moins important. Une alimentation peut fournir une tension globale plus élevée aux luminaires RCC et peut être utilisée là où la chaîne de LED utilise une longueur de fil plus longue. Elle offre également l'avantage de réduire les émissions électromagnétiques, en permettant l'installation d'un éclairage à LED dans des environnements où les interférences provenant des circuits MLI seraient inacceptables, tels que les salles d'opération et les salles de traitement dans les hôpitaux.

Une autre application qui convient au RCC est l'éclairage automobile, tel que les éclairages intérieurs et les feux arrière. L'utilisation d'une source de courant linéaire maximise le flux de la LED en fonctionnement normal et permet ainsi une luminosité maximale avec un nombre réduit d'éléments LED dans l'ensemble du phare. Cependant, cette production maximale peut être sacrifiée au profit d'une longévité plus longue. Le facteur déterminant de la durée de vie des LED est le courant maximal auquel les dispositifs sont exposés, car il augmente la température interne du dispositif. Les contrôleurs MLI pilotent souvent la LED avec un courant plus élevé, bien qu'utilisant des impulsions courtes. Lorsque le RCC correspond au courant de pointe et au courant moyen, la contrainte sur la LED est réduite, ce qui peut augmenter la durée de vie utile.

Il existe un certain nombre de manières d'aborder la conception de modules LED adaptés au fonctionnement en mode MLI ou RCC et, lorsque le paramétrage est important pour le module, les deux peuvent être utilisés. Par exemple, il est possible d'utiliser une conception séparée basée sur une alimentation, telle qu'un convertisseur linéaire ou DC/DC associé à des circuits de commande supplémentaires. Des dispositifs supplémentaires peuvent être incorporés pour fournir des fonctions de protection contre des situations telles que la charge ouverte et autres diagnostics. L'approche séparée offre une flexibilité maximale, mais au prix d'un cycle de conception et de test plus long.

Il existe une grande variété de circuits intégrés de drivers de LED dotés de ces fonctions intégrées et simplifiant grandement la disposition de la carte et la conception du système. Lorsque la rapidité de mise sur le marché et la facilité d'intégration sont primordiales, des sous-systèmes, où les composants électroniques du driver sont contenus dans un ensemble prêt à l'emploi, sont disponibles : le concepteur doit simplement sélectionner et ajouter les LED de son choix.

Solutions de pilotage de LED

Pour les applications où le RCC est la stratégie de contrôle privilégiée, LITIX Basic d'Infineon Technologies prend en charge les applications automobiles avec ses fonctions de diagnostic et de protection. Par exemple, via la détection de défaut N-1, le périphérique peut informer un microcontrôleur hôte de l'échec d'une chaîne de LED pouvant compromettre l'intégrité du système. Dans un feu arrière de véhicule, si la défaillance d'une chaîne est suffisamment importante pour réduire la luminosité à des niveaux inacceptables, il faut désactiver le voyant et signaler la condition d'erreur au driver, ce qui peut être effectué par le microcontrôleur qui envoie un message au tableau de bord électronique.

La LED LYTSwitch-6 associe un convertisseur DC/DC à des fonctions de pilotage de LED dans un seul et même ensemble. Le contrôleur de puissance principal est basé sur une topologie de convertisseur à retour quasi résonant et est doté d'un MOSFET de puissance 650 V intégré. Le contrôleur secondaire qui fournit du courant aux chaînes de LED comprend un circuit émetteur couplé magnétiquement au convertisseur primaire, des circuits de commande à tension constante et à

courant constant. La prise en charge des sorties à tension constante et à courant constant offre la flexibilité nécessaire pour prendre en charge une grande variété de configurations de LED. Sous contrôle à courant constant, le LYTswitch-6 est adapté au pilotage de chaînes de LED de différentes longueurs, les appareils de ces chaînes pouvant afficher différentes tensions à partir d'une alimentation unique. En mode de tension constante, le dispositif est adapté aux modes MLI, offrant une prise en charge de la gradation jusqu'à la sortie zéro et du contrôle de la couleur dans les réseaux RGB.

La série d'unités d'alimentation DLG de XP fournit une solution encapsulée pour l'alimentation de LED à l'aide de techniques à tension constante ou à courant constant. Elle convient aux systèmes devant être utilisés dans des environnements difficiles. Les unités DLG sont étanches à l'eau et à la poussière conformément aux normes IP67, permettant une immersion dans l'eau jusqu'à une profondeur de 1 m. Elles sont alimentées directement par une alimentation AC sans qu'un convertisseur de puissance frontal supplémentaire soit nécessaire. Conçues pour être utilisées avec des chaînes de LED externes, les unités DLG prennent facilement en charge des applications telles que la publicité extérieure et les panneaux d'information.

Lorsque les LED doivent être intégrées dans un support, le Lumawise Z50 produit par TE Connectivity offre une solution permettant une mise sur le marché rapide. Le Z50 incorpore un convertisseur DC/DC et un circuit de driver de LED dans le support, son alimentation étant fournie par une source DC de 48 V. Il est adapté à une intégration dans des systèmes d'éclairage par points et sur rail, tels que ceux généralement utilisés dans les applications de vente au détail.

Bien que la flexibilité des LED signifie que les concepteurs sont confrontés à un grand nombre de choix de conception de circuit et de topologie, il existe sur le marché de nombreuses solutions qui correspondent aux capacités des périphériques choisis pour l'application cible et avec la possibilité de faire des compromis sur la personnalisation pour favoriser le délai de mise sur le marché.