Pilote de DEL, 60 V, abaisseur-élévateur, rendement jusqu'à 98%, avec gradateur de luminosité intégré et étalement de spectre

Par Keith Szolusha
Responsable de la section de l'ingénierie des applications
Produits de gestion de la puissance, Linear Technology

Les convertisseurs abaisseurs-élévateurs synchrones, à quatre commutateurs de puissance, permettent de réaliser un rendement élevé tout en assurant à la fois une conversion DC/DC en mode élévateur et en mode abaisseur. Combiner les capacités des deux convertisseurs distincts (abaisseur et élévateur) présente l'avantage de réduire la taille et le coût de la mise en œuvre. Les convertisseurs à quatre commutateurs devraient pouvoir fonctionner avec seulement deux commutateurs, en vue du rendement le plus élevé, lorsqu'une conversion en mode seulement abaisseur ou élévateur est nécessaire. Toutefois, ils doivent aussi pouvoir fonctionner avec les quatre commutateurs lorsque les valeurs de V_{IN} et V_{OUT} sont voisines, et pour assurer une transition douce entre les deux zones de fonctionnement. Associer des boucles de contrôle pour un fonctionnement en élévateur à deux commutateurs, en abaisseur à deux commutateurs, un fonctionnement à quatre commutateurs, et concevoir des transitions quasi parfaites entre ces zones de fonctionnement, cela implique des défis. Cependant, la nouvelle génération de convertisseurs abaisseurs-élévateurs gère ces challenges et plus.

Le contrôleur de DEL, abaisseur-élévateur, à quatre commutateurs, LT8391, 60 V, est conçu pour contrôler des DEL de forte puissance, jusqu'à 250 W et assurer une transition quasiment parfaite entre les zones de fonctionnement en mode élévateur à deux commutateurs, mode abaisseur-élévateur à quatre commutateurs et mode abaisseur à deux commutateurs. Un brevet déposé du schéma de contrôle de mode abaisseur-élévateur à quatre commutateurs et résistance de mesure de courant, offre une méthode simple, mais cependant élégante permettant d'assurer le fonctionnement du circuit intégré par un contrôle du courant en mode crête dans toutes les zones de fonctionnement avec une seule résistance de mesure de courant. Cette nouvelle génération de contrôleur de DEL, abaisseur-élévateur, permet une modulation à étalement de spectre et un gradateur de lumière à modulation de largeur d'impulsions (PWM : Pulse Width Modulation), généré en interne, les deux étant activables simultanément. Le gradateur de luminosité PWM du LT8391 est exempt de scintillements dans les deux modes (interne et externe), même quand la modulation à étalement de spectre fonctionne (une autre technique brevetée).

Contrôleur de DEL abaisseur-élévateur, rendement 98%

Le contrôleur de DEL, abaisseur-élévateur, de forte puissance, LT8391, de la figure 1,

contrôle des DEL de 25 V, 2 A, à partir d'une large plage de tension d'entrée.
Le rendement peut atteindre 98%, au maximum.

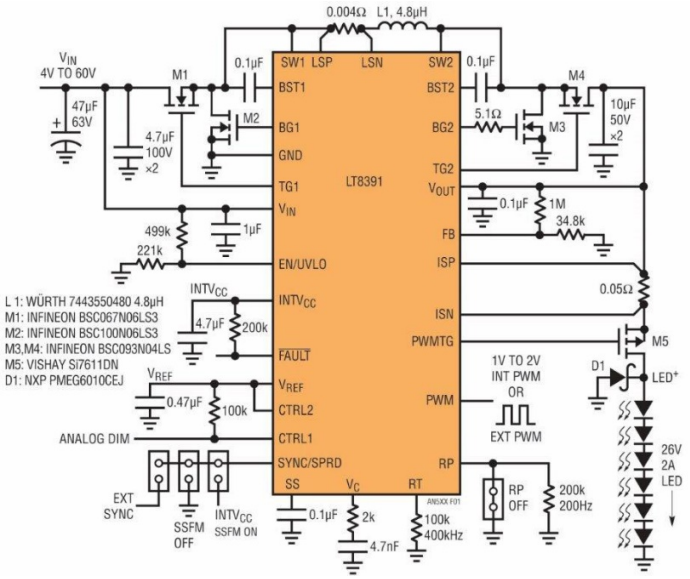


Figure 1. LT8391 : contrôleur de DEL, 4 V à 60 V, abaisseur-élévateur à quatre commutateurs, alimente une guirlande de DEL, 25 V, 2 A (50W) avec un rendement pouvant atteindre 98%

Sur la plage typique de tension de batterie pour l'automobile, de 9 V à 16 V, le convertisseur fonctionne avec un rendement compris entre 95% et 97%. Avec une seule inductance forte puissance, l'augmentation de température est faible, même à 50 W. Pour 12 V en entrée, la température de chaque composant n'augmentera pas de plus de 25°C. Sous 6 V en entrée, la température du composant le plus chaud augmente de moins de 50°C sur un circuit imprimé standard 4 couches, sans radiateur ni flux d'air. Ceci laisse de la marge en vue d'accroître la puissance de sortie du convertisseur, plusieurs centaines de watts étant envisageables.

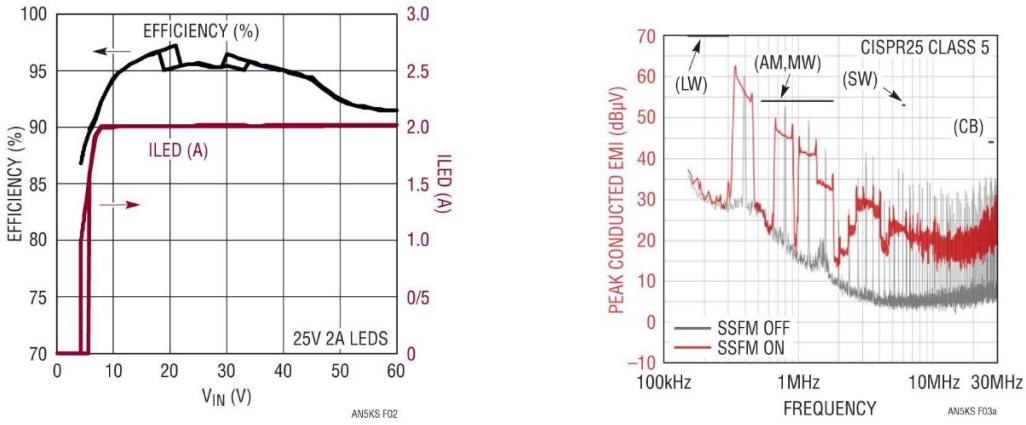


Figure 2. (a) Le rendement du contrôleur de DEL 50 W de la fig. 1 présente un pic à 98% et varie de 95% à 97%, sur la plage typique de tension d'entrée pour l'automobile de 9 V à 16 V.(b) La limitation du pic du courant dans l'inductance du LT8391 maintient la stabilité pour une puissance de sortie réduite et une tension d'entrée basse.

Le LT8391 fonctionne jusqu'à 4 V en entrée, là où le courant d'entrée I_{IN} peut être très élevé. Le LT8391 est conçu pour supporter soit de fortes intensités en entrée soit utiliser la limitation de la crête de courant de commutation pour avoir un fonctionnement stable à une tension d'entrée V_{IN} basse tout en réduisant la puissance de sortie. Ceci permet au convertisseur de fonctionner avec les tensions rencontrées lors d'un démarrage à froid de l'automobile ou d'autres chutes de la tension V_{IN} sans avoir à accroître la taille ou le coût des composants de puissance.

Le LT8391 peut réaliser une gradation PWM de lumière dans un ratio 1 : 1000, sans scintillement. Le MOSFET (TG) PWM, côté haut, assure la gradation de luminosité d'une guirlande de DEL connectée à la masse. Il fonctionne également en interrupteur en cas de surintensité lors de courts-circuits.

Gradation de luminosité PWM générée en interne

Le LT8391 possède les deux modes de gradation de luminosité, la gradation standard PWM via un signal de commande externe et la gradation PWM générée en interne. La caractéristique unique de gradation PWM interne du LT8391 permet d'éliminer le besoin en composants comme les horloges et les microcontrôleurs pour générer un contrôle PWM de la luminosité précise, pour des rapports pouvant monter à 1:128. La fréquence PWM du circuit intégré, générée en interne (200 Hz par exemple), est programmée par une seule résistance via la broche RP. Une tension, comprise entre 1 V et 2 V, appliquée sur la broche PWM détermine le rapport cyclique PWM. Le rapport cyclique du gradateur de luminosité interne choisi est de 1 à 128 et l'hystérésis interne empêche les variations du rapport cyclique. La précision <±1% du gradateur de luminosité PWM généré en interne est identique pour toutes les zones de fonctionnement.

La modulation de fréquence à étalement de spectre (SSFM) réduit les IEM (interférences électromagnétiques)

La SSFM réduit les IEM dans les régulateurs à découpage. Alors que la fréquence de commutation est la plupart du temps choisie hors de la bande AM (530 kHz à 1.8 MHz), des harmoniques de commutation parasites peuvent tout de même contrevenir aux contraintes relatives aux IEM de l'automobile dans la bande AM. L'apport de la SSFM réduit notablement les IEM tant dans la bande AM que dans les autres zones.

Lorsqu'elle est activée, la SSFM fait descendre le niveau d'IEM du contrôleur de DEL LT8391, 50 W, à la fois sous la valeur crête et sous la valeur moyenne requises par la norme CISPR25 (Classe 5) dans la bande AM. Selon la norme CISPR25, les limites moyennes des IEM sont de 20 dBµV plus basses à certains endroits que les limites

crêtes, et donc plus difficiles à respecter par les alimentations DC/DC. C'est pour cette raison que le SSFM du LT8391 réduit plus le niveau moyen d'IEM que la valeur crête. La réduction est de 18 dBµV ou plus pour le niveau moyen et d'environ 5 dBµV pour la valeur crête.

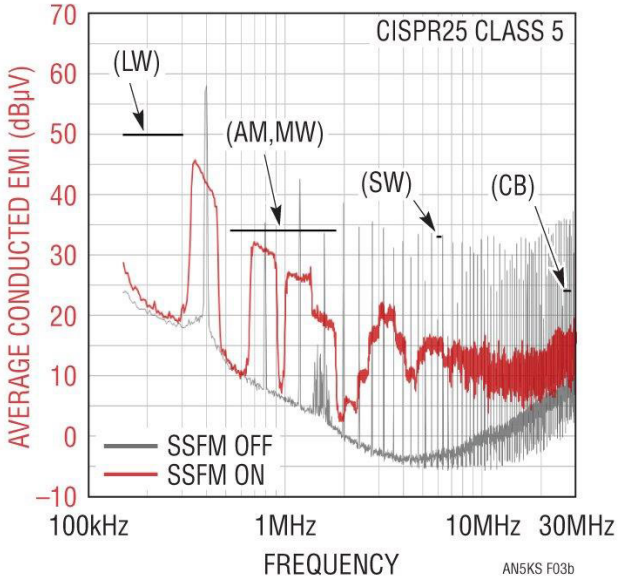


Figure 3. Le SSFM réduit les niveaux crête et moyen des IEM du LT8391 en dessous des limites CISPR25 Classe 5. Réduction plus importante pour le niveau moyen d'IEM que pour la valeur crête.

Dans certains convertisseurs pour DEL, la SSFM et le PWM ne peuvent fonctionner ensemble sans générer de scintillements. La SSFM, source de variation de la fréquence de commutation, peut apparaître comme un bruit, pour le monde extérieur, permettant d'atteindre un niveau d'IEM plus bas qu'un dispositif PWM standard. Le fonctionnement du gradateur de luminosité PWM et SSFM, breveté par Linear, assure les deux fonctionnements en simultané, sans scintillements, même à des rapports de gradation élevés. Avec un rapport de gradation de 1 : 1000 avec PWM externe et un rapport de 1 : 128 avec PWM générée en interne, la SSFM permet un courant de DEL sans scintillements.

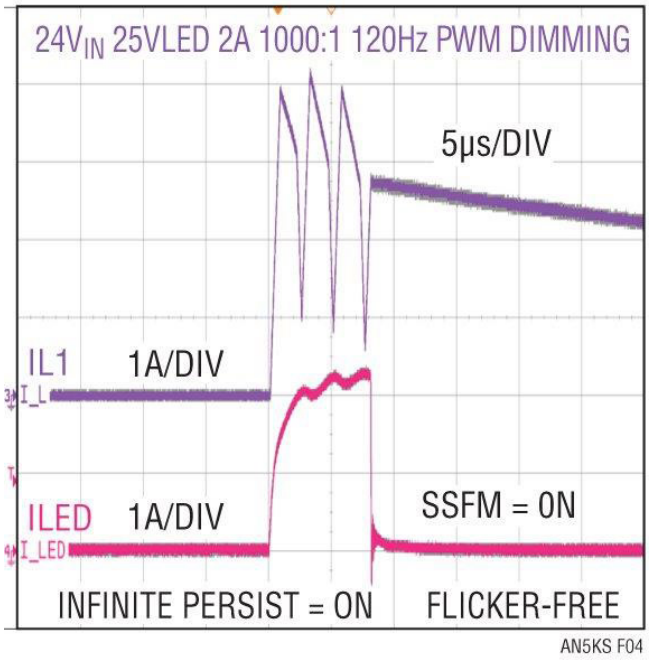


Figure 4. Capture d'écran à persistance infinie montrant une gradation de luminosité exempte de scintillements, les PWM et SSFM fonctionnant simultanément.