Le régulateur abaisseur µPower accepte en toute sécurité les variations de charge brutales, typiques de l'automobile

Par Juan G. Aranda
Ingénieur d'études senior

Introduction
Quand on utilise un régulateur abaisseur pour des applications avec lesquelles des courts-circuits ou des surcharges sont susceptibles de se produire, le rapport cyclique nécessaire pour garder le courant dans l'inductance sous contrôle, peut être inférieur au rapport cyclique minimum du régulateur lorsqu'il fonctionne à pleine vitesse. Par conséquent, pour protéger efficacement un régulateur traditionnel dans de telles conditions, sa fréquence de découpage doit être réduite à une valeur permettant sans risque de supporter la tension d'entrée maximale.

Dans certains cas quand la tension de sortie n'est plus régulée correctement, la réduction de la fréquence de découpage peut permettre de réduire le rapport cyclique effectif. Cependant, cette technique peut ne pas assurer une protection suffisante si la fréquence de repli n'est pas assez basse. Au final, le problème du rapport cyclique impose une limite à la fréquence de découpage maximale à laquelle le régulateur peut fonctionner sans risque, particulièrement pour les applications automobiles où la tension d'entrée peut prendre des valeurs positives plusieurs fois supérieures à la tension d'entrée 12V normale.

Le LT®3682 est un nouveau régulateur abaisseur 1A qui surmonte la limitation du rapport cyclique en supervisant le courant dans la diode de roue libre externe, et en retardant la génération de nouvelles périodes de découpage si ce courant dépasse une valeur définie. Le LT3682 s'accommode sans problème des courts-circuits et des surcharges en sortie, jusqu'à sa fréquence réglable maximum de 2.2 MHz, indépendamment de la tension d'entrée. Ce niveau de protection supplémentaire permet aux concepteurs de systèmes automobiles de profiter de la fréquence maximum de découpage du régulateur, sans se soucier des transitoires au niveau de l'entrée.

Le LT3682 accepte des tensions d'entrée de 3.6V à 36V et des transitoires jusqu'à 60V. Des fonctions supplémentaires comme le "softstart" (démarrage progressif), l'indicateur d'alimentation correcte, le repli de fréquence ou l'arrêt thermique, sont toutes incluses dans le boîtier DFN 12 broches de 3 x 3mm optimisé thermiquement.

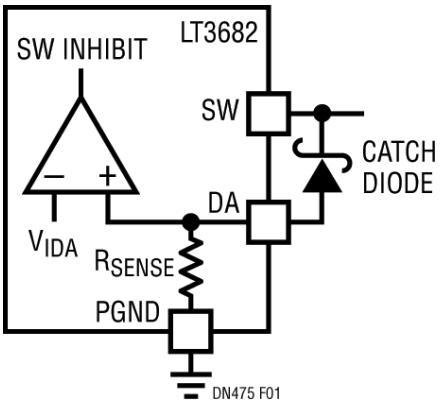

Schéma 1. Le LT3682 supervise le courant passant dans la diode de roue libre externe sur la broche DA

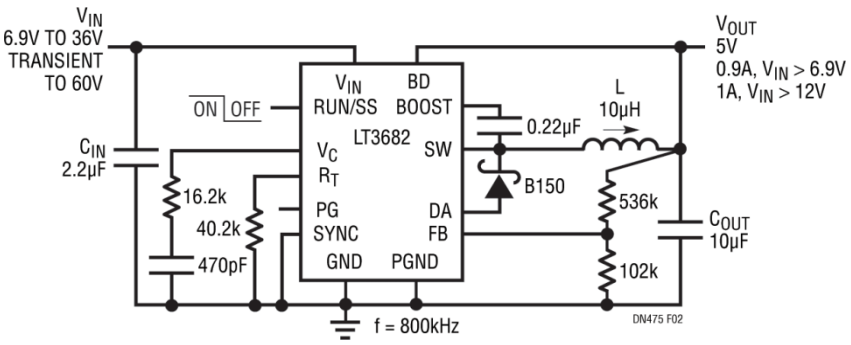

Schéma 2. Application typique 800 kHz

Temps de conduction minimum

Dans des conditions de charge normales, la limite de courant du commutateur interne est régulée pour correspondre au courant crête d'inductance nécessaire. Du fait des retards internes, le commutateur ne se coupe pas immédiatement lorsque la limite de courant interne est atteinte, mais cela prend un temps égal au temps de conduction minimum ($t_{ON\ (MIN)}$) pour se produire.

Ce retard permet au courant d'inductance de continuer de monter jusqu'à des niveaux qui dépendent de la pente du courant et de la valeur de $t_{ON\ (MIN)}$. Lors des transitoires positifs en entrée, la pente du courant d'inductance augmente considérablement, accroissant ainsi la valeur crête. Un convertisseur abaisseur bien conçu doit ignorer un certain nombre de périodes de découpage pour maintenir la régulation, si les nouveaux impératifs de rapport cyclique ne peuvent être tenus du fait de la contrainte de temps de conduction minimum.

Les surcharges lors des transitoires d'entrée peuvent encore aggraver la situation. Dans le cas de surcharges extrêmes, la limite de courant interne peut au final atteindre sa valeur maximum I_{LIM}, et la tension de sortie n'est alors plus régulée, réduisant ainsi la pente négative du courant d'inductance. Si pendant le temps de coupure, le courant d'inductance ne repasse pas sous la valeur qu'il avait à la fin du cycle précédent, sa valeur crête va augmenter progressivement à chaque cycle, pour finalement atteindre un niveau inacceptable.

Supervision du courant grâce à la broche DA

Le LT3682 supervise en permanence le courant d'inductance pendant le temps de blocage en surveillant le courant traversant la diode de roue libre externe grâce à la broche DA (anode de diode) (voir Figure 1), et retarde la génération de nouvelles périodes de découpage si ce courant ne tombe pas en dessous d'un seuil défini, I_{DA}, réduisant ainsi de fait le rapport cyclique effectif du régulateur.

Ainsi, il est désormais possible d'utiliser les inductances miniatures que l'on trouve dans les applications haute fréquence, sans sacrifier la robustesse face à un certain nombre de conditions de défaut. Les schémas 2 et 5 montrent comment configurer le LT3682 pour une application $5V_{OUT}$ à fréquence de découpage 800 kHz et 1.7 MHz, respectivement. La charge résistive sur V_{OUT} est augmentée jusqu'à ce que le régulateur atteigne sa limite de courant maximum. Les schémas 3, 4, 6 et 7 illustrent la protection par détection de courant au niveau de la broche DA, pour des tensions d'entrée de 12V et 36V, pour les deux applications. Dans tous les cas, la valeur la plus basse du courant d'inductance est maintenue autour de 1.1A, ce qui permet de bien garder sa valeur crête sous contrôle. En retardant la génération de nouvelles périodes de découpage, la fréquence de découpage se trouve effectivement réduite, ce qui permet de répondre aux nouvelles exigences de rapport cyclique introduites par la condition de défaut.

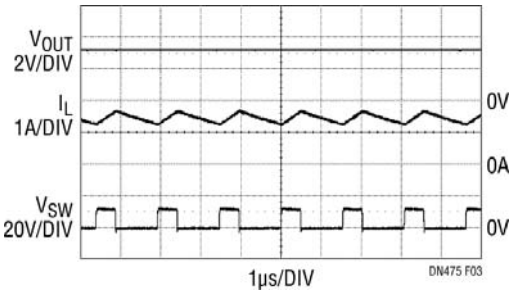

Schéma 3. Application 800 kHz avec V_{IN} = 12V. La surcharge fait chuter V_{OUT} autour de 3.2V

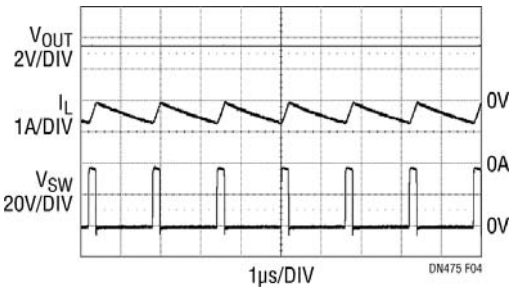

Schéma 4. Application 800 kHz avec V_{IN} = 36V. La surcharge fait chuter V_{OUT} autour de 3.5V

Conclusion

Le LT3682 est un régulateur abaisseur monolithique 1A à découpage, acceptant des tensions d'entrée de 3.6V à 36V et des transitoires jusqu'à 60V. Il propose une fréquence de découpage réglable et synchronisable entre 250 kHz et 2.2 MHz. Il est aussi capable de superviser le courant dans la diode de roue libre externe, fournissant ainsi un niveau de protection supplémentaire contre les conditions de défaut en sortie sur toute la plage de fréquence, quelle que soit la tension d'entrée. Ces fonctions, ainsi que son courant de repos à vide de 75 µA, font du LT3682 un choix idéal pour les applications haute fréquence, dans l'automobile ou les applications sur batterie.

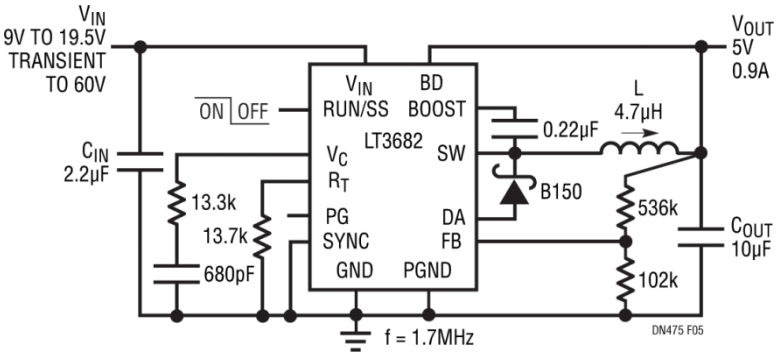

Schéma 5. Application typique 1.7 MHz

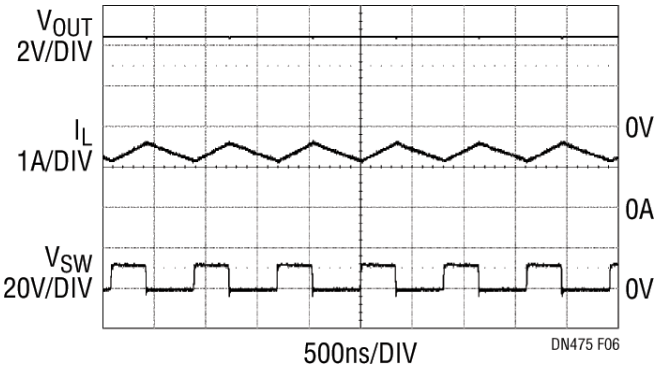

Schéma 6. Application 1.7 MHz avec V_{IN} = 12V. La surcharge fait chuter V_{OUT} autour de 4.4V

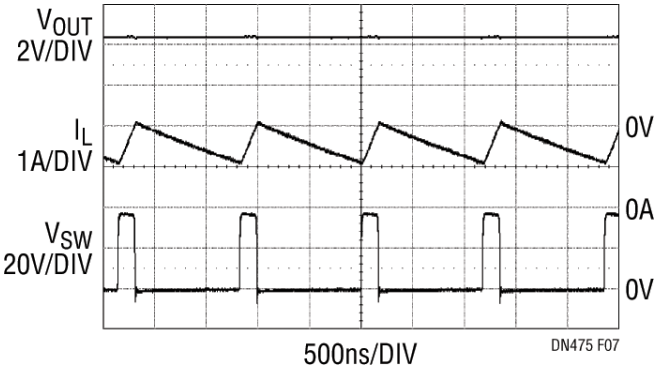

Schéma 7. Application 1.7 MHz avec V_{IN} = 36V. La surcharge fait chuter V_{OUT} autour de 4.4V