La technologie de commutation de charge progresse pour jouer un rôle essentiel dans la gestion d'énergie des applications modernes

Frazier Pruett, Ingénieur Applications, ON Semiconductor

L'énergie est un élément vital de la technologie qui anime notre monde moderne et, de plus en plus, nous dépendons des produits de haute technologie, qui nous aident dans nos vies bien remplies, au travail comme à la maison. La gestion et le contrôle de l'énergie est un sujet majeur pour les applications de haute technologie à faible consommation. Qu'il s'agisse de développer un système d'alimentation multi-rails sophistiqué pour un gros équipement, ou de tirer la toute dernière goutte d'énergie d'un appareil alimenté par batterie, la gestion d'énergie reste une priorité pour les concepteurs.

Les commutateurs de charge jouent un rôle important dans la gestion de l'alimentation et la protection des charges, dans les grands comme dans les petits systèmes. Le choix d'un commutateur de charge pour une application donnée doit prendre en compte plusieurs facteurs et, en outre, de nouveaux dispositifs offrant des performances et des capacités en hausse sont désormais disponibles.

La fonction principale de tout commutateur de charge est de connecter ou de déconnecter l'alimentation d'une charge. Cette fonction peut facilement être assurée par une solution discrète utilisant un simple MOSFET ; cependant, les commutateurs de charge tout intégrés sont généralement plus petits que les solutions discrètes, ils réduisent le nombre de composants et offrent plus de fonctionnalités, notamment des fonctions de protection telles que la détection et la protection contre la surchauffe, les tensions insuffisantes, et les surintensités. Une autre protection parfois présente est la protection contre les courants inverses, qui permet de bloquer tout retour de courant de la charge vers la

source. c'est particulièrement utile avec la récente norme USB-C, où l'option PD (Power Delivery, ou fourniture d'énergie) sert à de nombreuses applications.

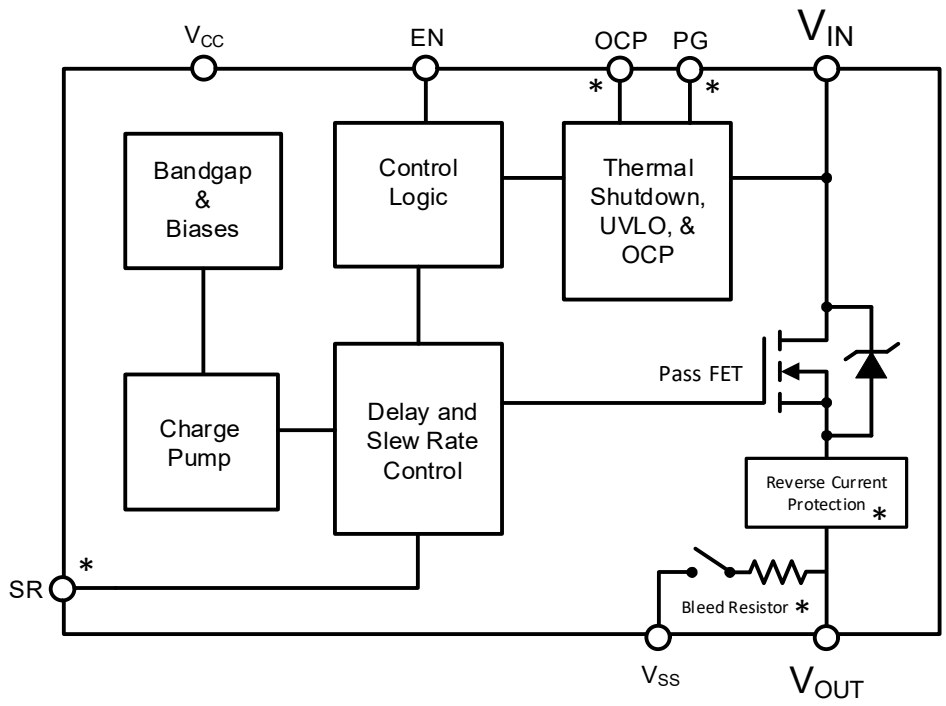


Figure 1 : Schéma fonctionnel d'un commutateur de charge intégré typique

Tous les commutateurs de charge intégrés disposent d'au moins quatre broches, V_{IN}, V_{OUT}, GND et EN (Enable), même si d'autres broches sont souvent présentes pour gérer certaines fonctions supplémentaires et fournir des sorties système pour les fonctions de protection, comme indiqué en Figure 1.

En plus d'assurer la simple fonction marche / arrêt et la protection, les commutateurs de charge sont aussi capables de contrôler la vitesse à laquelle la charge est commutée, grâce à la sortie V_{OUT}. En contrôlant la charge de la grille du FET, on peut contrôler le courant d'appel, et aussi le temps de montée de la tension V_{OUT}. Ce démarrage progressif protège la charge des pointes de courant qui peuvent survenir en cas de connexion incontrôlée de la charge à la source d'alimentation, surtout si la charge n'est pas purement résistive.

Certains commutateurs de charge intègrent également une résistance de purge, qui permet de décharger rapidement l'énergie stockée dans la charge, afin d'éviter un nœud flottant sur la broche d'alimentation de la charge lorsque le commutateur est éteint.

Utilisations et configurations d'un système de commutation de charge

L'une des applications les plus courantes d'un commutateur de charge est la gestion de domaines de puissance distincts au sein d'un même système. C'est particulièrement utile pour les appareils alimentés par batterie avec lesquels il faut absolument éviter toute dissipation d'énergie inutile, pour maximiser la durée de vie de la batterie.

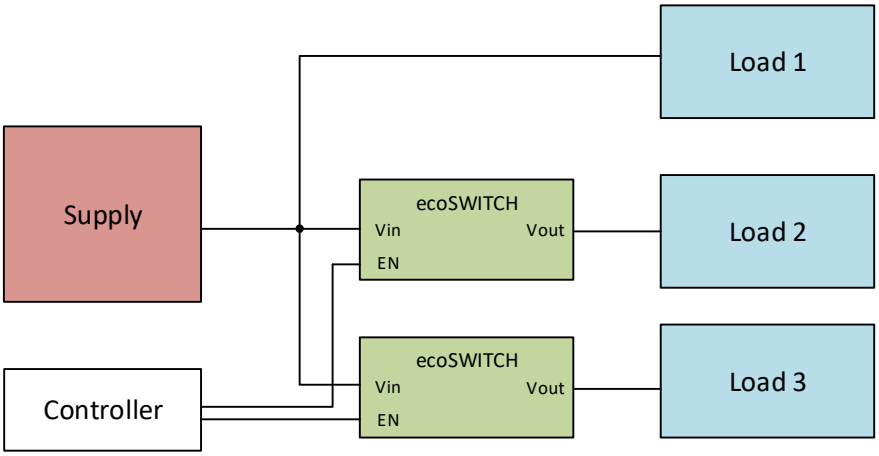


Figure 2 : Les commutateurs de charge peuvent gérer la fourniture d'énergie dans plusieurs domaines de charge

Les commutateurs de charge peuvent servir à contrôler l'alimentation des différentes sections d'un système segmenté en plusieurs domaines logiques, comme le montre la Figure 2. En pratique, les sections qui n'ont pas besoin d'être alimentés en permanence, comme les capteurs ou les circuits d'émission / réception, ne sont mises sous tension que pendant les courtes périodes où elles doivent être actives.

Par ailleurs, les commutateurs de charge peuvent être utilisés dans les systèmes disposant de plusieurs sources d'alimentation pour une même charge, comme illustré en Figure 3. Dans de tels systèmes, on peut contrôler l'origine de la puissance fournie à la charge, par exemple, à partir de l'alimentation principale ou à partir d'une alimentation de secours à batterie.

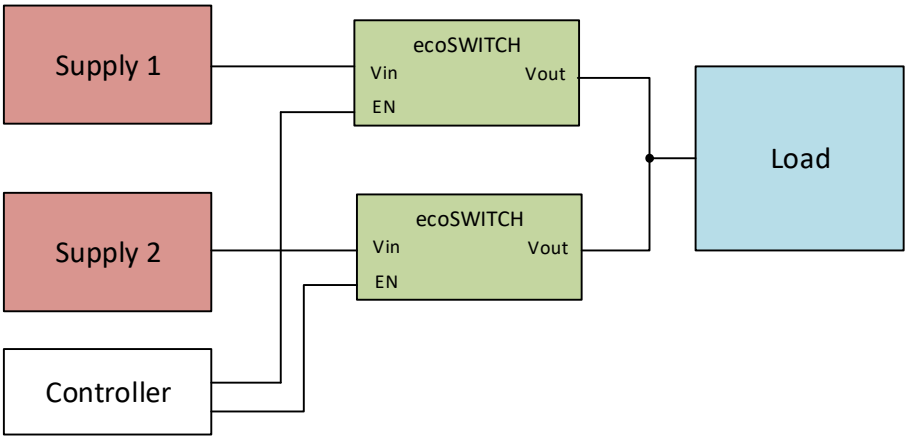


Figure 3 : Le multiplexage de puissance permet à une même charge de profiter de plusieurs alimentations

Les systèmes complexes ont souvent besoin de plusieurs rails d'alimentation et, ceux-ci doivent souvent être allumés dans un certain ordre pour le bon fonctionnement du système. Par exemple, il peut s'avérer nécessaire qu'un processeur central ait complètement fini de démarrer, avant que l'émetteur radio ne soit activé, afin d'éviter des transmissions confuses ou inintelligibles.

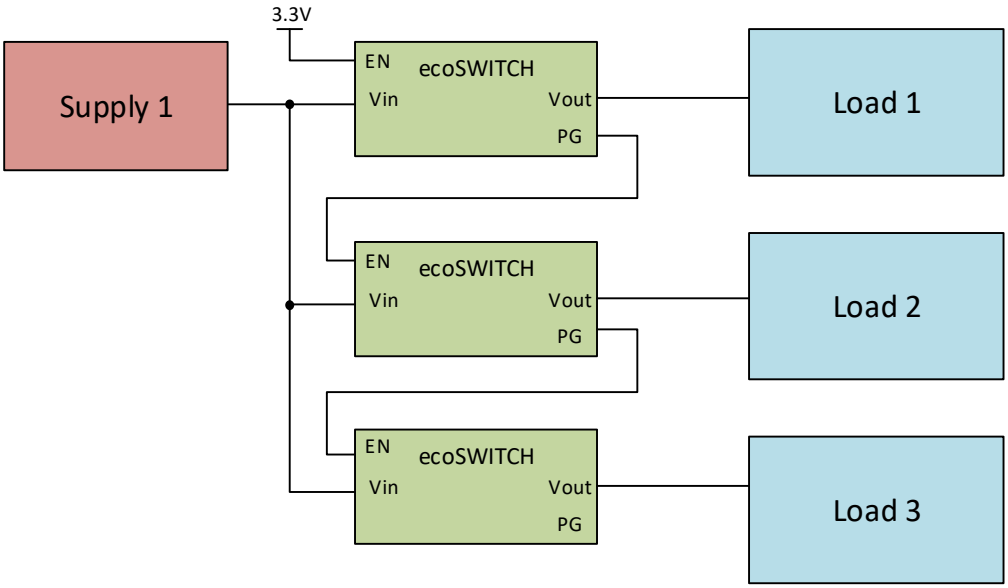


Figure 4 : Les commutateurs de charge peuvent faciliter le séquencement d'une mise en marche automatique

Même si le séquencement de mise sous tension peut se faire à l'aide d'un microcontrôleur externe pour permettre aux commutateurs de charge d'être synchronisés correctement, les commutateurs de charge peuvent aussi assurer un séquencement autonome, en utilisant une sortie "'Power Good" (alimentation ok) comme illustré en Figure 4. Plusieurs commutateurs de charge peuvent être connectés en guirlande ("daisy chain" en anglais) en reliant la broche "Power Good" d'un commutateur de charge à la broche EN (Enable) du commutateur suivant. Si un retard plus important entre les différentes phases est nécessaire, un condensateur peut être installé entre la ligne de commande et la terre pour augmenter le délai.

Choisir le bon commutateur de charge pour une application donnée

Il existe aujourd'hui de nombreux types de commutateurs de charge, ce qui donne aux concepteurs un grand nombre d'options lors du choix d'un dispositif pour une application donnée. Même si à première vue, le choix peut sembler décourageant, il est relativement simple d'évaluer les différentes options et de trouver le meilleur dispositif sur la base de six paramètres principaux.

Le rendement énergétique est très important et justifie souvent l'utilisation d'un commutateur de charge dans une application. Les concepteurs doivent porter une attention particulière à la résistance à l'état passant R_{ON} du dispositif qu'ils envisagent d'utiliser. Plus la résistance du commutateur est faible, plus la chute de tension entre V_{IN} et V_{OUT} sera faible en fonctionnement et par conséquent, plus les pertes énergétiques et la chaleur dissipée dans le commutateur seront faibles.

L'appareil doit être bien dimensionné pour l'application en fonction du courant de charge maximal admissible et de la plage de tension d'entrée (V_{IN}). Tout en s'assurant que le courant nominal convienne bien à l'application, il faut éviter de sur-spécifier cette valeur, car des FET plus gros présenteront une capacité de grille supérieure, et auront besoin de plus d'énergie pour s'allumer. En outre, un dispositif surdimensionné est également susceptible d'être plus gros et de coûter plus cher.

Le courant de repos (énergie utilisée lorsque le commutateur de charge est allumé) doit être aussi faible que possible, tout comme le courant de fuite (courant s'écoulant de la source à la charge lorsque le MOSFET du commutateur de charge est éteint).

Enfin, pour certaines applications, le temps de réponse peut être critique pour le temps d'allumage ou de coupure, ainsi que pour le bon fonctionnement d'éventuelles fonctions de protection contre les défauts. Ce temps de réponse dépend de la taille du MOSFET. Les dispositifs plus gros nécessitant plus de charge et sont donc plus lents à réagir. Encore une fois, l'utilisation d'un FET surdimensionné peut conduire à des performances transitoires inférieures.

ecoSWITCH - Gamme complète de commutateurs de charge

La série d'appareils de gestion de charge ecoSWITCH d'ON Semiconductor offre la meilleure résistance à l'état passant R_{ON} de sa catégorie actuellement sur le marché. Cette série comprend plus de 20 offres différentes et continue à se développer au fur et à mesure qu'ON Semiconductor lance de nouveaux commutateurs de charge.

Le NCP45560 n'est qu'un exemple illustrant les performances de la série ecoSWITCH. Le dispositif est logé dans un boîtier DFN12 miniature de seulement 3 x 3 mm, mais néanmoins capable de commuter des courants jusqu'à 24A continu avec un bon rendement, grâce à des valeurs R_{ON} pouvant descendre à 4.1 mΩ. Idéal pour les applications de gestion d'énergie ou insertion à chaud (« Hot swap » en Anglais), qui nécessitent une solution peu encombrante, le NCP45560 intègre un certain nombre de fonctions de protection, tout en offrant un gain de place et de coût significatif par rapport aux solutions discrètes.

Résumé
Alors que les besoins en énergie sont de plus en plus complexes et que les petits appareils portables alimentés par batterie doivent fonctionner avec le meilleur rendement possible, les commutateurs de charge deviennent de plus en plus populaires, et permettent aux concepteurs de mettre en œuvre des schémas d'alimentation sophistiqués à haut rendement, même dans les plus petits appareils.