

Une étude sur l'alimentation pour les processeurs complexes, les FPGA et l'ASIC

Par Mark Patrick, Mouser Electronics

Les processeurs sont des dispositifs de plus en plus hautement intégrés. Le fait d'intégrer plus de fonctionnalités dans un seul ensemble permet d'optimiser à la fois l'espace utilisé sur le circuit imprimé (PCB) et le coût de la nomenclature tout en facilitant la gestion de l'alimentation. Cette approche s'avère intéressante pour de nombreuses applications comme l'inférence en périphérie (at the edge), l'accélération des opérations de recherche exigeantes en capacité de calcul et les cobots d'automatisation industrielle. Cependant, à mesure que les processeurs deviennent sophistiqués (FPGA, microprocesseurs puissants...), ils nécessitent davantage de rails d'alimentation. Or, la tendance pour les cœurs de processeur et les fonctions périphériques est d'utiliser des tensions d'alimentation plus faibles. En outre, les processeurs haut-de-gamme sont très sensibles aux tensions transitoires et aux ondulations. Il convient donc d'être particulièrement attentif à l'architecture de l'alimentation et au routage des pistes d'alimentation autour du PCB.

Dans cet article, nous allons voir en quelle mesure les modules de convertisseurs CC/CC à haute densité et à sortie unique constituent une solution viable, notamment grâce à leur format compact et à leur faible consommation d'énergie.

Les tendances en matière de processeur

Alors que la taille des processeurs ne cesse de se réduire, on observe en même temps une tendance à vouloir intégrer un nombre croissant de fonctionnalités dans les processeurs et les dispositifs logiques programmables. Les circuits intégrés de type système sur une puce (SoC) ou système dans un boîtier (SiP) sont de plus en plus utilisés pour répondre à l'exigence d'un espace restreint pour des applications complexes et sophistiquées.

Les microcontrôleurs, les microprocesseurs et les FPGA (réseau de portes programmables) se trouvent à présent intégrés en même temps que des radios LAN sans fil, des émetteurs-récepteurs de réseau haut débit et des moteurs d'accélération de chiffrement.

Faire tenir un plus grand nombre de fonctionnalités sur une puce unique de circuit intégré présente en effet de nombreux avantages. Cependant, le marché s'oriente vers des dispositifs à faible consommation d'énergie, avec la possibilité de désactiver des fonctions discrètes tout en maintenant la réactivité des applications. Ces exigences imposent de fortes contraintes lors de la conception de l'alimentation électrique.

Les défis de l'alimentation

Les FPGA complexes, les processeurs et les ASIC personnalisés requièrent de multiples rails d'alimentation avec des niveaux de tension différents et des courants dynamiques élevés, et ce, en continuant de respecter scrupuleusement la réglementation et les tolérances transitoires. Ces dispositifs hautement intégrés nécessitent également que les rails d'alimentation soient séquencés dans un ordre prédéfini au démarrage, afin de ne pas provoquer un comportement anormal de l'application ou des dommages internes. Les convertisseurs CC/CC sont souvent utilisés dans une architecture distribuée en bus ou en POL (point de charge) pour alimenter des appareils gourmands en énergie. Les concepteurs d'alimentation doivent tenir compte de contraintes telles que l'espace disponible sur la carte, la gestion thermique, le séquençement des rails d'alimentation et le routage électrique.

La gestion de l'espace sur la carte : les applications à espace restreint actuelles requièrent une utilisation optimale de l'espace disponible sur le circuit imprimé. Les convertisseurs CC/CC les moins encombrants sont donc privilégiés. Mais il n'y a pas que la taille qui compte. Comme nous allons le voir plus loin, d'autres contraintes interdépendantes entrent en ligne de compte.

La gestion thermique : la densité de puissance et l'efficacité font partie des caractéristiques à examiner en priorité sur la fiche technique d'un convertisseur. Un rendement de conversion supérieur à 94 % est une valeur standard, mais en fonction de la quantité de courant de sortie consommée, cela peut toujours entraîner de la chaleur résiduelle, laquelle doit être dissipée. Il convient dès lors de déterminer si le convertisseur nécessite un montage particulier ou des tampons thermiques ou des dissipateurs thermiques spéciaux.

La gestion des transitoires de tension et routage de l'alimentation : le routage de l'alimentation autour d'un PCB peut exposer les rails aux interférences électromagnétiques provenant d'autres appareils et signaux. De plus, de longues pistes sur de grands PCB favorisent l'apparition de transitoires de tension en cas de pics de courant. Un moyen de réduire l'impact des transitoires de tension est

d'installer le convertisseur CC/CC au plus près de la broche d'entrée d'alimentation de l'appareil qu'il alimente. C'est la méthode privilégiée, mais elle est fonction des contraintes thermiques du convertisseur et de l'espace disponible sur le PCB.

Le séquençement des rails d'alimentation : pour ce faire, un processeur hôte doit avoir accès à une broche d'activation d'alimentation du convertisseur CC/CC choisi. Idéalement, le convertisseur devrait également disposer d'une sortie « power good » qui permet d'en confirmer le bon fonctionnement.

Présentation des convertisseurs buck CC/CC TPSM82xx de TI

La série TPSM82 de TI s'agrandit avec l'arrivée de plusieurs familles de convertisseurs, dont les TPSM8282xA et TPSM8286xA.

Les TPSM8282xA

Les convertisseurs TPSM82821A, 822A, and 823A sont de petits convertisseurs buck extra-plats dotés d'une inductance intégrée et d'une sortie unique de respectivement 1, 2 ou 3 A. Les versions TPSM82821, 822, 823. 823 proposent un mode d'économie d'énergie compatible broche pour broche. La figure 1 illustre le schéma fonctionnel de la gamme TPSM8282xA.

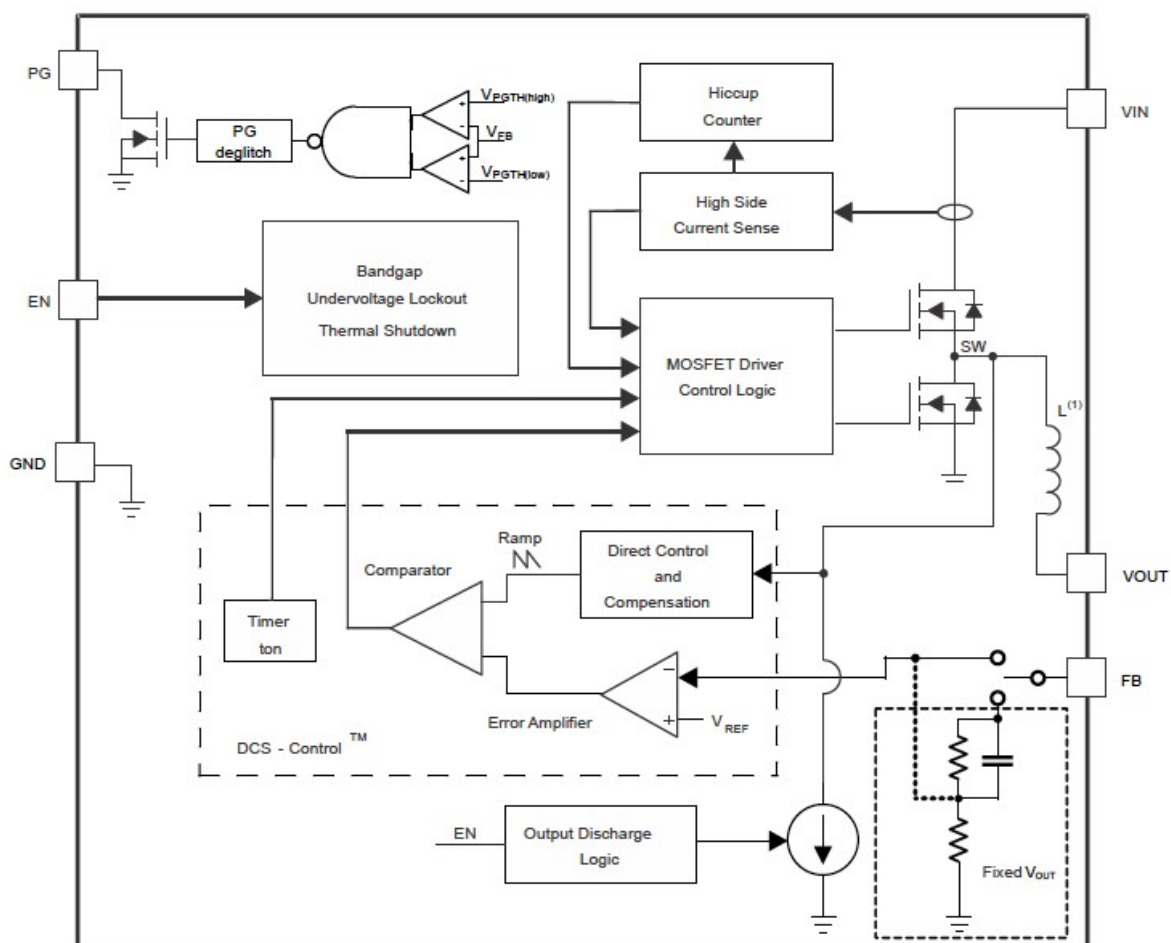


Figure 1 – Schéma fonctionnel de la gamme de convertisseurs buck TPSM8282xA. (Source : TI)

Le convertisseur utilise une topologie de système numérique de contrôle-commande (DCS) offrant une tension de sortie précise avec une réponse transitoire de ligne et de charge rapide ainsi qu'une transition transparente entre le mode PWM (modulation de largeur d'impulsion) et le mode d'économie d'énergie. Une variante avec PWM forcée permet de réduire à un minimum l'ondulation de sortie en passant le convertisseur en mode de conduction continu sur toute la plage de charge. Parmi les autres caractéristiques intéressantes du TPSM8282xA, notons la présence d'une broche d'activation, une sortie « power good », un démarrage progressif intégré et un système de protection contre les courts-circuits.

Moyennant l'usage d'un diviseur de tension, la plage de tension de sortie variable s'étend de 0,6 VCC jusqu'à la tension d'entrée (V_{in}) tandis que la tension de sortie fixe peut être au choix de 1,2 VCC, 1,8 VCC, 2,5 VCC ou 3,3 VCC 2 A. La figure 2 illustre l'implémentation d'un convertisseur à tension de sortie fixe de 1,8 VCC 2 A standard.

Le courant de repos n'excède pas les 4 μ A et le rendement de conversion standard atteint les 95 %.

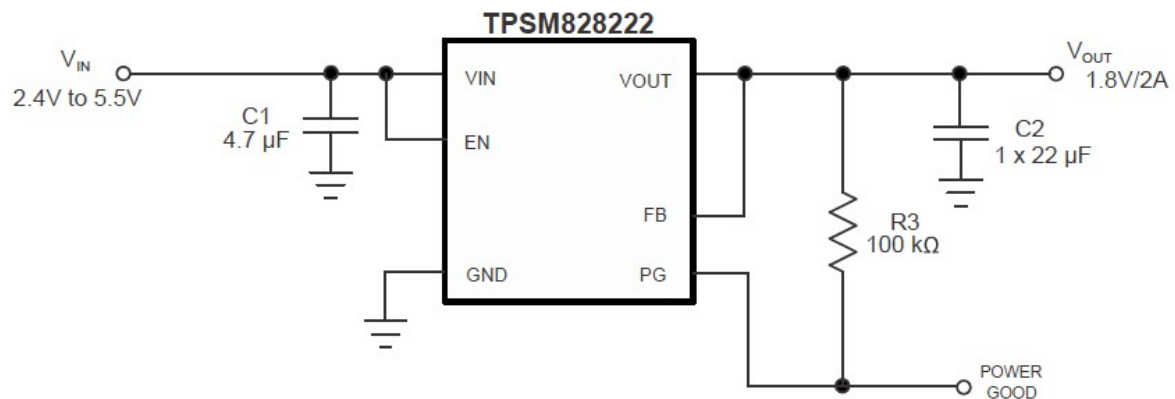


Figure 2 – Schéma de circuit d'application typique pour le module de conversion CC/CC 2 A à sortie fixe de 1,8 VCC TPSM82822. (Source : TI)

Les convertisseurs ultra-plats à petit facteur de forme de la famille TPSM8282x sont fournis dans un boîtier de module microSiP à 10 broches. Avec leurs dimensions de 2,0 mm x 2,5 mm x 1,1 mm, ils conviennent particulièrement bien pour fournir une alimentation proche de la broche Vin d'un processeur.

La carte d'évaluation TPSM8282xEVM-080 (voir la figure 3) fournit une plateforme pratique qui simplifie le prototypage d'une conception de TPSM8282x.



Figure 3 – La carte d'évaluation TPSM8282xEVM-80. (Source : TI)

Fi

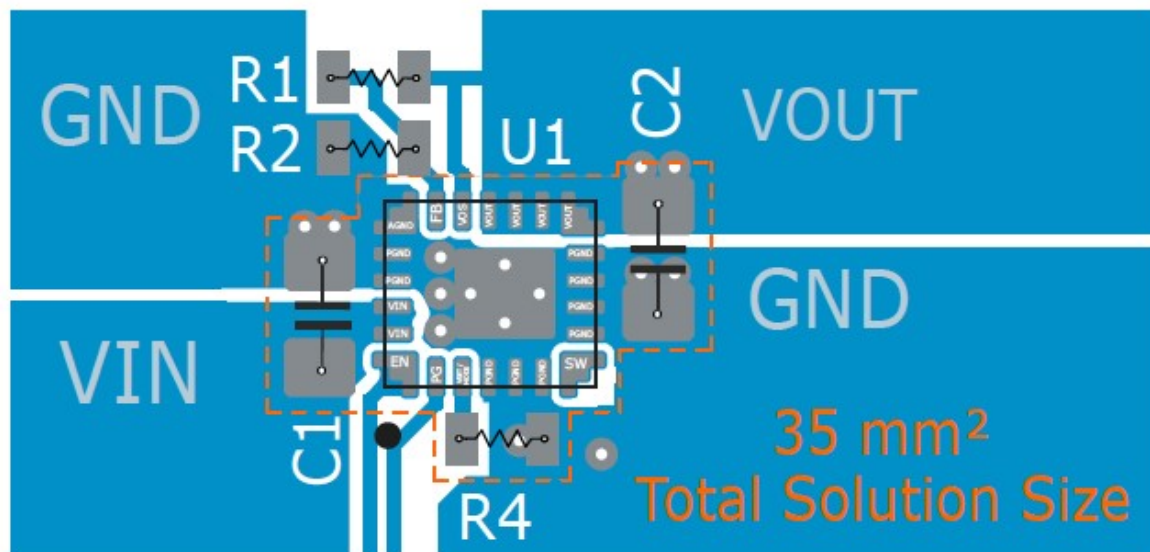
Les TPSM8286xA

La famille de convertisseurs buck TPSM8286xA présente des caractéristiques similaires à celle des TPSM8282xA. Elle se compose d'un module 4 A (TPSM82864A) et d'un module 6 A (TPSM82866A). Avec un rendement énergétique atteignant les 96 %, ces convertisseurs sont dotés d'une inductance intégrée et acceptent une plage d'entrée de 2,4 VCC à 5,5 VCC. Ils sont disponibles en 13 versions à

tension de sortie fixe afin de proposer les tensions nominales courantes ainsi qu'en une version à tension de sortie configurable de 0,6 V à V_{in} .

Les convertisseurs TPSM8286x sont fournis dans un boîtier de type QFN surmoulé ultra-plat de 3,5 mm x 4,0 mm pour une épaisseur de 1,4 mm pour la version -826xA et de 1,8 mm pour la version -828xAH. Un grand tampon thermique placé sous le boîtier QFN ainsi qu'un rendement élevé confèrent à ce convertisseur d'excellentes caractéristiques de gestion thermique par rapport à son format compact.

Grâce à la famille de convertisseurs TPSM8286xA, il est possible d'obtenir une topologie compacte de 32 mm² (voir la figure 4), ce qui permet de réaliser de précieuses économies d'espace sur le PCB. Ils peuvent ainsi être placés près de la broche V_{in} du processeur tout en assurant une efficacité opérationnelle élevée et de bonnes performances thermiques. Vous trouverez de plus amples informations sur les meilleures pratiques en matière d'agencement de dispositifs et de conception de PCB dans la fiche technique. (Insérer le lien Mouser quand le produit sera répertorié.)



Une carte d'évaluation est également disponible pour la famille TPSM8286xA sous la référence TPSM8286xA EVM. Étant donné la récente annonce d'Intel Enpirion concernant la fin de vie de ses produits et son intention de ne plus accepter de commandes relatives aux produits Enpirion à partir de mars 2022, les convertisseurs buck point de charge (POL) TPSM8282x et TPSM8286xA de Texas Instruments sont de sérieux candidats pour les remplacer.

Afin de s'assurer de la fiabilité des performances des processeurs, FPGA et ASIC hautement intégrés d'aujourd'hui, il convient d'adopter une approche détaillée de l'architecture du dispositif d'alimentation. À cet égard, les convertisseurs CC/CC ultra-plats, compacts et ultra-efficaces tels que les TPSM8282x, TPSM8282xA et TPSM8286xA, offrent une solution optimale.

