

Les capteurs de courant hybrides sont-ils l'avenir des convertisseurs d'énergie SiC MOSFET ?

La demande pour des capteurs capables de fournir une information avec des temps de réponse de l'ordre de 100 ns, et des fréquences de coupure inédites, supérieures à 1 MHz devrait considérablement augmenter. Une grande partie des progrès que de nombreux acteurs du monde industriel souhaitent réaliser en termes de durabilité et de gains de productivité repose sur l'utilisation de convertisseurs d'énergie plus efficaces. Conçu pour fonctionner dans les environnements les plus difficiles, notamment au niveau de la plage de température opérationnelle, le convertisseur d'énergie du futur devra être à la fois puissant, léger, silencieux, et capable de fonctionner à très haute fréquence. On lui demandera également de consommer le minimum d'énergie.



L'exigence de haute fréquence et l'objectif d'une compacité maximum signifient que ces nouveaux convertisseurs d'énergie doivent utiliser des composants passifs plus petits, garants d'une taille et d'un poids réduits. La tendance à s'éloigner du silicium pour utiliser de plus en plus des MOSFET haute fréquence au carbure de silicium (SiC) dans les circuits de puissance de haute tension pilotée avec un signal en modulation de largeur d'impulsions (MLI ou PWM en anglais), permet de réduire l'encombrement et les coûts, tout en boostant le rendement et les performances.

Compte tenu de leurs capacités de commutation plus rapide, les dispositifs SiC sont capables de fonctionner jusqu'à des fréquences supérieures à 100 kHz. C'est pourquoi on les trouve dans des applications comme les alimentations sans interruption (UPS), les onduleurs photovoltaïques, les variateurs de vitesse en courant alternatif (AC), les circuits de correction de facteur de puissance (PFC), et les machines à souder à commande numérique.

Jusqu'à présent, il a toujours été nécessaire de trouver un compromis entre performances et temps de réponse, et les utilisateurs des divers secteurs industriels ont dû s'efforcer de trouver des solutions répondant à leurs exigences de plus en plus élevées. En effet, si les capteurs de courant classiques en boucle ouverte, comme leurs homologues en boucle fermée, sont capables de réponses en fréquence allant jusqu'à 300 kHz, ils ne parviennent pas à satisfaire les besoins en détection à large bande de certains industriels qui ont fait le choix de transistors bipolaires à grille isolée (IGBT) SiC.

Bande passante supérieure à 1 MHz

LEM, leader du marché des solutions pour la mesure de courant sous l'impulsion de l'un de ses clients du secteur de la soudure industrielle, a développé le premier capteur de courant hybride. Il permet de plus que tripler les niveaux de performance par rapport à la concurrence. Ce capteur de

courant hybride est un mélange d'un ASIC (circuit intégré spécifique) et un circuit d'une bobine purement inductive pour accélérer le signal de sortie (courant alternatif et continu). Grâce à la bobine de détection de l'ASIC LEM, ce capteur est capable de réagir comme un transformateur de courant. Si certains capteurs de courant alternatif basés sur une bobine pure peuvent atteindre des niveaux plus élevés, aucun capteur de courant continu fonctionnant en boucle ouverte avec une bobine de détection n'était jusqu'à présent capable d'offrir une bande passante supérieure à 1 MHz. La solution LEM, c'est la famille HOB. Cette série comporte une vingtaine de références de capteurs de courant multigammes à faible consommation, capables de mesurer le courant continu, alternatif ou pulsé jusqu'à 250 A. Elle a été développée pour répondre aux besoins de détection à large bande passante. Ces besoins sont typiques d'applications utilisant des MOSFET SiC à commutation rapide dans des circuits de puissance de haute tension piloté en MLI, qui nécessitent des impulsions haute tension rapides et contrôlables précisément. Le client de LEM à l'origine de ce développement souhaitait spécifiquement une solution performante, offrant des temps de réponse très courts, et une bande passante étendue, le tout dans un encombrement réduit.

Face à des capteurs en boucle fermée souvent trop chers pour atteindre les objectifs de coût de nombreuses applications, HOB, le transducteur hybride de LEM, devrait rapidement séduire les industriels à la recherche de convertisseurs à découpage basés sur des technologies à bande interdite large (WBG) de type SiC ou GaN (nitride de gallium). Ces convertisseurs à commutation rapide sont de plus en plus en vogue du fait de leur encombrement réduit et de leur excellent rapport puissance/poids.

Grâce à ce que LEM appelle « une technologie semiconducteurs radicalement différente », les transistors ultra-rapides SiC ou GaN garantissent non seulement une commutation plus rapide, mais offrent également des fréquences et des tensions opérationnelles plus élevées. L'entreprise estime que cette technologie de transistor devrait devenir dominante d'ici cinq ans.

Dans le cas de la famille HOB, un paramètre est plus important encore que la bande passante, c'est le temps de réponse, c'est-à-dire le délai entre le courant primaire et la sortie du capteur. Ce facteur est considéré comme primordial par le client de LEM évoqué plus haut, qui est bien conscient que des transistors commutant rapidement doivent être associés à un capteur de courant capable de suivre le plus fidèlement possible le di/dt (dérivée du courant).

Temps de réponse atteignant 100 ns

Traditionnellement, alors que le di/dt peut atteindre 500 A/ μ s (voire 1 kA/ μ s) avec les technologies WBG, le temps de réponse des capteurs classiques est d'environ 1,5 μ s. LEM s'est engagé auprès de son client à fournir un temps de réponse garanti de seulement 200 ns. Non seulement cet objectif a été atteint, mais il a même été dépassé, puisque le nouveau HOB et sa bobine de détection offrent un temps de réponse de 150 ns (10 fois plus rapide que tout ce qui existe sur le marché). Dans certains cas, ce temps de réponse atteint même 100 ns.

Les différents modèles de la famille HOB offrent des courants nominaux de 50 A, 75 A, 100 A et 130 A, avec des courants maximaux (I_{pm}) 2,5 fois les nominaux. Les modèles spéciaux (SP) de la gamme sont conçus sur mesure pour répondre à des besoins utilisateur spécifiques, mais ont tous une fréquence de coupure (à -3 dB) supérieure à 1 MHz. La famille de capteurs HOB standard est alimentée en 5 V (avec une tension de référence de 2,5 V) mais d'autres modèles sont alimentés en 3,3 V, 3,4 V ou 3,5 V. Tous fonctionnent dans la plage de température allant de -40°C à +105°C. Parmi les autres caractéristiques qui distinguent les capteurs HOB de la concurrence, citons la séparation galvanique entre le circuit primaire et le circuit secondaire, le bus bar intégré, et la conception innovante qui permet un montage traversant (THT ou Thru Hole Technology) peu encombrant sur circuit imprimé.

L'avenir de la technologie hybride

Avec un encombrement identique à celui des autres capteurs du marché, ces capteurs de courant hybrides sont basés sur une technologie que LEM a déjà utilisée avec succès par le passé pour ses solutions dédiées au secteur automobile. Cette technologie apportant une compacité accrue et des niveaux de performance supérieurs, LEM prévoit qu'elle va s'étendre à tous les autres domaines à mesure que les coûts de production des dispositifs WBG vont diminuer, l'automatisation progresser, et les volumes augmenter.

L'avenir de cette nouvelle technologie hybride devrait être assuré avec le développement du marché d'applications à très faible coût, nécessitant d'excellentes performances et des temps de réponse très courts. Parmi les applications extrêmement exigeantes pour lesquelles les nouveaux dispositifs HOB de LEM sont parfaitement adaptés, citons les découpeurs à plasma portatifs, les postes de soudure

et les convertisseurs DC-DC, le marché des onduleurs évoqué précédemment, les alimentations à commutation, les variateurs de vitesse et les servomoteurs au courant alternative, ainsi que les convertisseurs statiques pour moteurs au courant continue.

LEM a déjà reçu des demandes pour des capteurs de courant à monter sur circuit imprimé, offrant des courants nominaux de 300 A, 600 A et plus. Bien qu'il soit difficile de déterminer précisément le rythme d'évolution de la demande, LEM se tient prêt à fournir à différents marchés des capteurs de courant multigamme en boucle ouverte, qui combinent des temps de réponse très courts et une bande passante record, associés à une fiabilité, une faible consommation, un faible bruit, et une bonne immunité aux variations brutales de tension (dv/dt élevée) auxquelles les modules de puissance SiC peuvent être sujets.

www.lem.com