

Réf. : ONSAR3160

Améliorer les systèmes de stockage d'énergie en batterie grâce au carbure de silicium (SiC)

Par : Kane Jia, Application Marketing Engineer, onsemi

Les batteries peuvent être utilisées pour stocker l'énergie produite par des sources renouvelables, comme p. ex. le solaire et l'éolien aux heures de pointe de sorte qu'elle puisse être utilisée lorsque les conditions de l'environnement sont moins propices à la production d'énergie. Le présent article explique les topologies des systèmes de stockage d'énergie en batterie (BESS) résidentiels et commerciaux avant de présenter des solutions EliteSiC proposées par onsemi qui peuvent améliorer la performance des BESS pour remplacer les MOSFET silicium ou les IGBT.

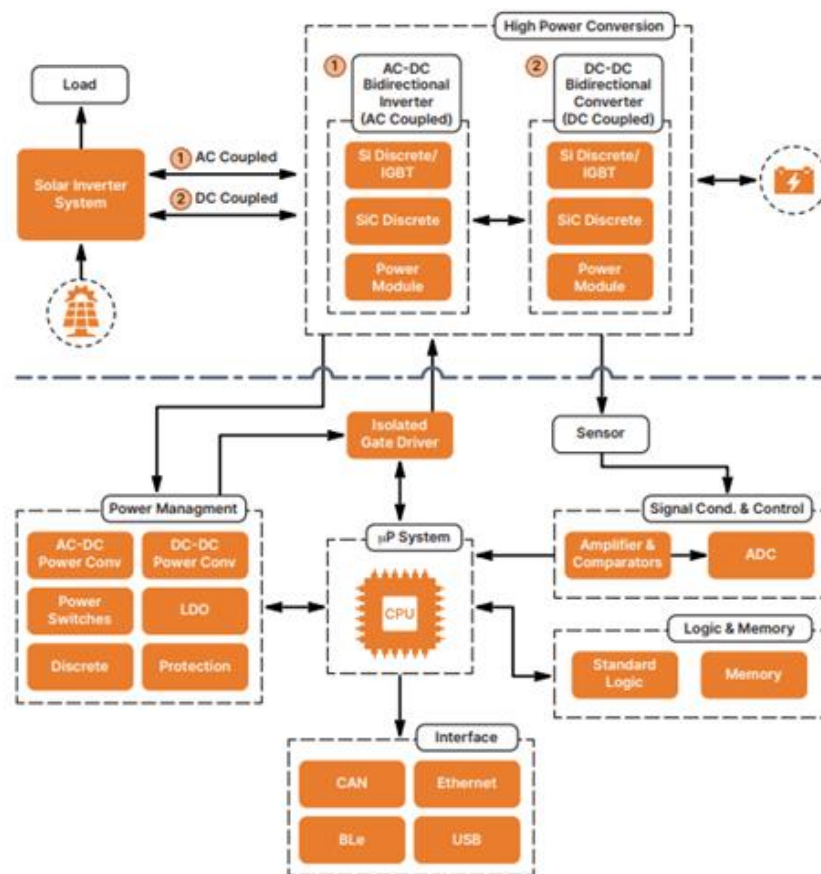


Figure 1 : Vue d'ensemble de l'implémentation d'un BESS Les avantages du BESS

Les quatre méthodes de stockage d'énergie les plus utilisées sont les méthodes électrochimiques, chimiques, thermiques et mécaniques. Les batteries aux lithium-ion, le système de stockage électrochimique le plus connu, présentent une grande densité énergétique et un rendement élevé, des facteurs de forme compacte et une modularité. Qui plus est, les lithium-ion représentent une technologie de batteries mature, les rendant ainsi fiables et économiques. Le prix en baisse constante des batteries lithium-ion contribue à leur utilisation croissante dans des systèmes de stockage d'énergie. L'emploi des systèmes d'onduleurs solaires en réseau ou hors réseau, combinés avec un stockage en batterie peut offrir de nombreux avantages aux utilisateurs résidentiels et commerciaux, comme p. ex. :

- Au niveau des prix : le stockage d'énergie réduit les frais d'électricité lorsque le prix de l'électricité livrée par les fournisseurs du réseau est plus élevé.
- Autonomie : le stockage d'énergie diminue (ou élimine) la dépendance au réseau.
- Source d'énergie de secours : l'électricité stockée représente une alternative en cas de panne du réseau.

Blocs principaux de la structure d'un BESS

En règle générale, un BESS comprend quatre blocs, à savoir :

- **Module de batterie rechargeable** : Ceci comprend les cellules de batteries montées en racks avec une tension nominale allant de 50 V à plus de 1000 V.
- **Système de gestion de batteries (SGB/BMS)** : Le SGB protège et gère les batteries rechargeables, assurant ainsi leur fonctionnement en respectant des paramètres de fonctionnement en toute sécurité.
- **Système de conversion d'énergie (SCP/PCS)** : Le SCP rattache le bloc-batterie au réseau et à la charge et représente un facteur important dans la performance globale, la taille et les coûts d'un BESS.
- **Systèmes de gestion d'énergie (SGE/EMS)** : Ce logiciel surveille, contrôle et optimise le système de génération ou de transmission de l'énergie.

BESS résidentiel

Les systèmes de conversion d'énergie des BESS sont classés selon leur mode de couplage d'énergie (AC ou DC) ainsi que par leur niveau de puissance (résidentiel ou

commercial). Un système couplé DC ou onduleur hybride ne nécessite qu'une seule étape de conversion d'énergie. Le stockage d'énergie couplé AC représente une mise à jour facile pour les systèmes de panneaux solaires ou l'éolien déjà en place, il nécessite une étape de conversion d'énergie supplémentaire pour charger et décharger la batterie et par conséquent, il y a des pertes potentielles plus importantes en énergie. Un système de conversion d'énergie résidentiel peut par exemple être rajouté à un système d'onduleur solaire en place pour permettre l'utilisation de l'énergie générée pour un rechargement d'une batterie de secours ou des appareils électroménagers.

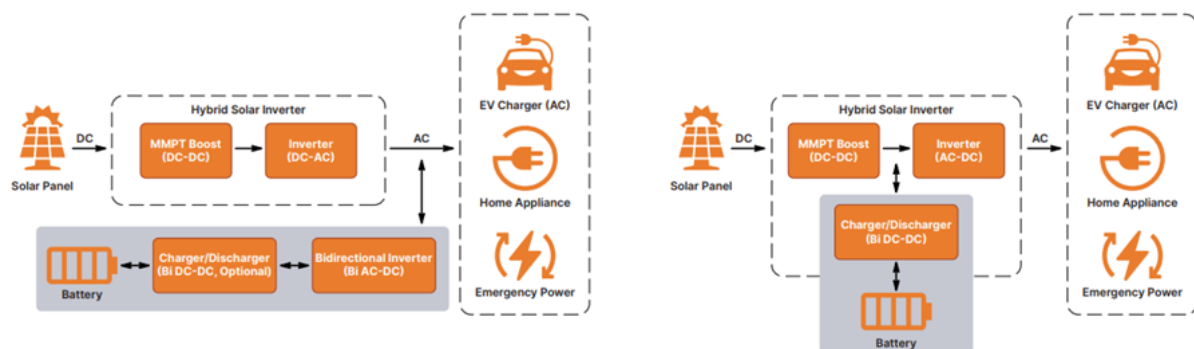


Figure 2 : Système de stockage d'énergie résidentiel couplé CA (gauche) et couplé CC (droite)

Un convertisseur DC-DC bidirectionnel rattache un bloc-batterie et la liaison DC. La tension du bus d'un système à phase unique présente en règle générale moins de 600 V alors que l'électricité de charge et de décharge ne dépasse pas les 10 kW. Ici, un convertisseur Buck-Boost constitue la topologie DC-DC bidirectionnelle la plus fréquente parce qu'il nécessite moins de composants et est facile à contrôler. Deux IGBT à grille isolée ou MOSFET 650 V avec des diodes parallèles conviennent dans un système bidirectionnel de ce type. L'IGBT FGH4L75T65MQDC50 650 V FS4 d'onsemi avec sa diode SiC intégrée offre par exemple de faibles pertes de conduction et de commutation dans cette application.

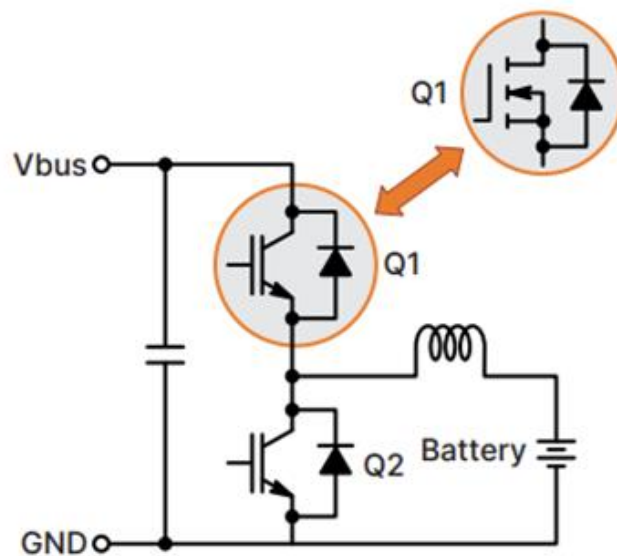


Figure 3 : Buck-Boost pour un CC-CC bidirectionnel

L'isolation peut assurer la sécurité des utilisateurs de BESS et les topologies du convertisseur à double pont actif (DAB) ou CLLC offrent des solutions de conversion bidirectionnelles DC-DC isolées pour les BESS. Un circuit Buck-Boost frontal en cascade peut offrir une plage plus étendue de tensions d'entrée et de sortie en cas de variation importante au niveau de la tension de batterie. Cette approche diminue également la puissance réactive et augmente la zone de commutation douce. Le MOSFET NTP5D0N15MC 150 V N-Channel Shield Gate PowerTrench est idéal pour ces topologies.

L'alimentation électrique standard dans les locaux commerciaux et les bureaux ainsi que dans le secteur résidentiel ayant des demandes plus élevées en électricité est en triphasé. Les transistors de puissance dans les applications triphasées doivent supporter les tensions et les courants de service capables de fournir jusqu'à 15 kW et une tension de liaison DC plus élevée que les installations résidentielles (jusqu'à 1000 V). Ceci peut être implémenté en remplaçant les commutateurs 650 V envisagés ci-dessus par les dispositifs 1200 V, faisant éventuellement partie d'une topologie Buck-Boost symétrique trois niveaux. Ceci permet des pertes de commutation moins importantes étant donné que la moitié de la tension de sortie seulement apparaît aux commutateurs et aux diodes. Cela présente également l'avantage de nécessiter des inducteurs plus petits et offre une performance améliorée.

au niveau des interférences électromagnétiques. Malheureusement, cette approche nécessite davantage de composants, augmentant ainsi la complexité des structures ainsi que les coûts de contrôle et de systèmes.

BESS commerciaux

La plage de Puissance d'entrée et de sortie d'un système de stockage d'énergie commercial se situe en règle générale entre 100 kW et 2 MW. Ces grandes installations peuvent être constituées de plusieurs sous-systèmes en triphasé allant de plusieurs dizaines de kilowatts à plus de 100 kW. En l'occurrence, la tension DC maximale qui dépend de la tension de bus du système de panneaux solaires en place ou de la tension de batterie est une spécification critique. La tension DC d'un bus d'onduleurs solaires standards s'élève en règle générale à 1100 V, mais peut atteindre jusqu'à 1500 V dans un système à grande échelle. Pour un niveau de puissance déterminé, le fait d'augmenter la tension DC du bus réduit le courant et diminue par conséquent le coût du câble de raccordement.

Les systèmes couplés AC sont utilisés plus fréquemment dans des BESS commerciaux, car ils peuvent facilement être ajoutés dans une structure déjà en place. Les systèmes DC, eux, présentent des exigences relativement élevées au niveau de la mise à niveau, en particulier dans les cas commerciaux parce qu'ils doivent être rattachés au bus DC qui se trouve en règle générale à l'intérieur du système d'origine et présente une tension et un courant élevés. L'I-NPC trois niveaux est une topologie utilisée couramment avec des onduleurs dans des applications industrielles de grande puissance. Il comprend quatre commutateurs, quatre diodes inversées et deux diodes de limitation avec une tension de rupture inférieure à la tension de liaison à DC effective, c'est-à-dire que des commutateurs 650 V suffisent dans un système 1100 V.

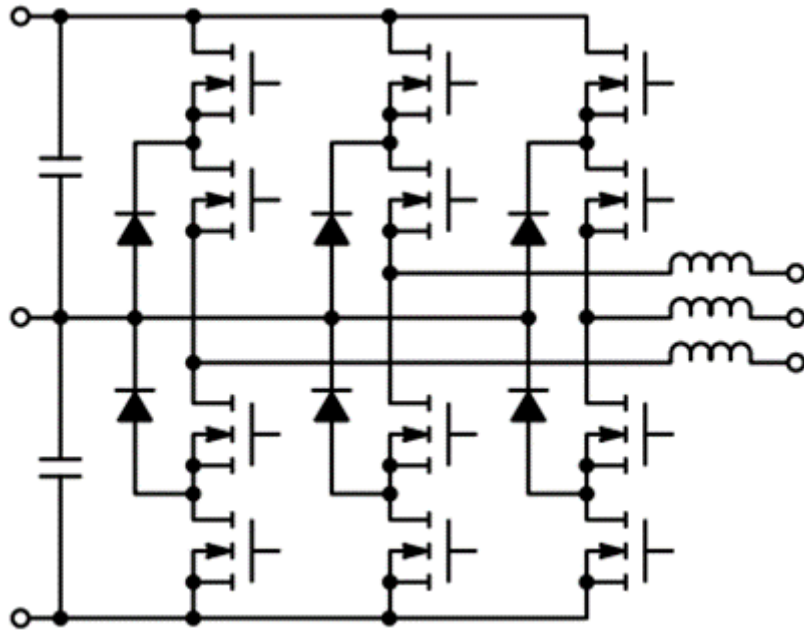


Figure 4 : Topologie I-NPC trois phases

L'emploi de topologies trois phases représente plusieurs avantages. Premièrement, les pertes de commutation sont moins importantes (proportionnellement au carré de la tension appliquée aux commutateurs et aux diodes). Deuxièmement, elle présente une ondulation du courant moindre et la tension de crête à crête est la moitié de la sortie totale, facilitant ainsi le filtrage en utilisant un inducteur plus petit et plus économique. Et en dernier lieu, les interférences électromagnétiques conduites et liées à l'ondulation du courant sont réduites, tout comme les émissions rayonnées. La mise à niveau à une topologie A-NPC offre même des performances supérieures parce qu'elle remplace deux diodes de limitation par deux commutateurs actifs à moindres pertes. Pour une telle conception toutefois, l'appariement des drivers et la concordance des retards sont critiques, ce qui peut être un inconvénient dans certaines applications.

Les solutions SiC améliorent la performance des BESS

Le SiC offre des caractéristiques supérieures au niveau de la performance - telles qu'une largeur de bande plus importante, un meilleur champ de rupture et une conductivité thermique plus importante - que le silicium. Ces fonctionnalités permettent aux dispositifs SiC de fonctionner à des fréquences plus élevées, sans la nécessité d'un compromis entre la puissance de sortie et la taille de l'inducteur. Une Efficacité grâce à l'utilisation du SiC peut dans certaines situations même permettre un refroidissement naturel en lieu et place d'air pulsé. Les MOSFET 650 V NTH4L015N065SC1 et NTBL045N065SC1 EliteSiC d'onsemi représentent un excellent choix pour remplacer les commutateurs à base de silicium dans des applications de systèmes de stockage d'énergie tout en utilisant le double boost 1200 V NXH40B120MNQ0 et le demi-pont NXH010P120MNF1 2-Pack, le module de puissance intégré EliteSiC peut fournir une densité d'énergie plus importante dans les systèmes à grande échelle. onsemi propose également d'autres composants, comprenant des Driver, des amplificateurs de détection de courant et des contrôleurs MACPHY Ethernet, qui peuvent être utilisés dans des applications BESS.

FIN

ONSAR3160_A1