

Réf : ONSAR3173

Conception d'alimentations sans coupure en ligne – Architectures, MOSFET et pilotes

Par : Hunter Freberg, onsemi

Dans de nombreuses applications critiques fonctionnant sur le secteur, une alimentation sans interruption (*Uninterruptible Power Supply*, UPS) est utilisée pour fournir une alimentation temporaire en cas de panne totale et pour garantir que la tension d'alimentation reste conforme aux spécifications, ce qui est particulièrement important lorsque la charge est susceptible de subir des baisses ou des fluctuations de la tension du secteur.

Il existe deux types d'UPS : en ligne et hors ligne. L'approche en ligne est privilégiée, car elle permet de passer de manière transparente de l'alimentation du réseau à l'alimentation par batterie en cas de besoin. Ce type d'UPS est alimenté par le réseau et fournit sa puissance de sortie à la charge – souvent un serveur dans un centre de données ou un équipement critique sur une chaîne de production industrielle.

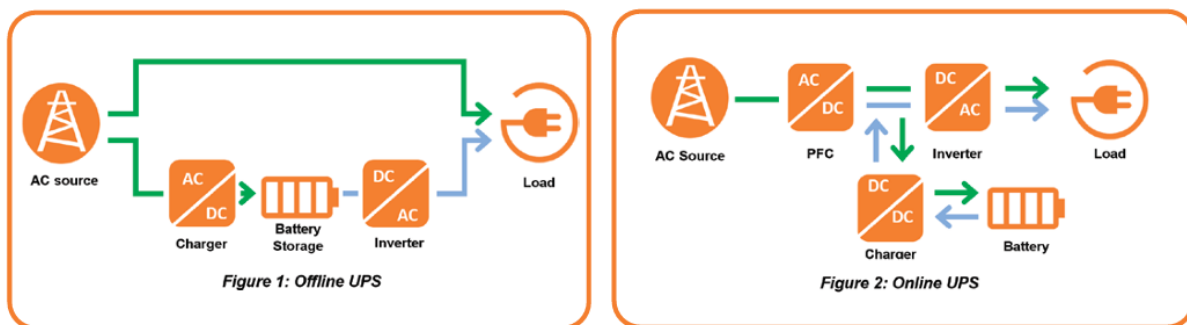


Figure 1 : Schéma d'UPS hors ligne et en ligne

La première étape d'un UPS consiste à convertir la tension alternative entrante en tension continue à l'aide d'un convertisseur AC-DC. Cette tension est ensuite délivrée à la

batterie interne de l'UPS, ce qui garantit qu'elle est constamment chargée afin d'assurer une durée de fonctionnement maximale en cas de panne de courant. Cette tension de batterie est ensuite reconvertie en courant alternatif à l'aide d'un convertisseur DC-AC pour fournir une tension au même niveau que celle du réseau afin d'alimenter la charge. Comme la batterie est toujours connectée, ce type d'UPS est appelé UPS en ligne.

En cas de panne de courant, la batterie alimente l'UPS et la tension alternative de sortie reste présente tant que la batterie reste chargée, ce qui permet à la charge de continuer à fonctionner et/ou d'être arrêtée de manière correcte. Il élimine également les pics de charge sur le réseau et les fluctuations de tension/fréquence, garantissant que la tension de la charge reste conforme aux spécifications.

Le principal avantage d'un UPS en ligne est son temps de réaction rapide, car la batterie peut être rapidement connectée à la sortie. Cependant, cet avantage se paie au prix d'une double conversion du courant alternatif vers le courant continu et de nouveau vers le courant alternatif. Comme l'efficacité ne peut jamais atteindre les 100 %, un UPS en ligne gaspille légèrement plus d'énergie que son homologue hors ligne. Il s'agit toutefois d'un problème mineur, de sorte que les UPS en ligne sont de loin la technologie la plus répandue.

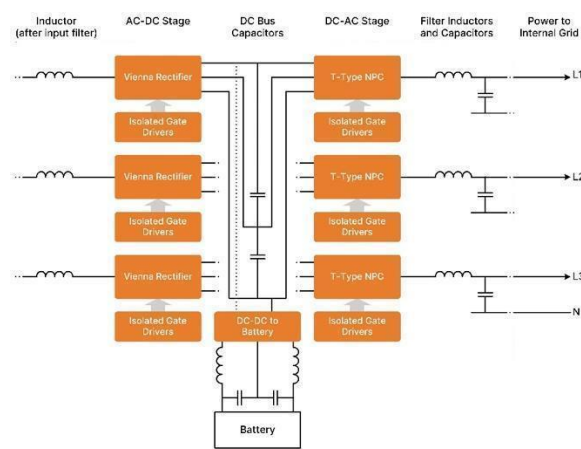


Figure 2 : Schéma d'un UPS en ligne

En fonction de la conception et des besoins de la charge, un UPS peut être monophasé ou triphasé. Dans une conception triphasée, une topologie connue sous le nom de redresseur de Vienne est souvent utilisée pour l'étage d'entrée (AC-DC) qui alimente la

batterie en courant continu. Après un filtre d'entrée, chaque phase de la tension entrante passe par un inducteur avant le redresseur de Vienne.

La sortie du redresseur est un bus DC d'environ 800 V, sur la base des niveaux de tension triphasés typiques dans le monde, ce qui fournit environ 400 V aux bornes de chacun des condensateurs du bus DC.

Non seulement l'énergie stockée dans les condensateurs du bus DC charge la batterie, mais elle entraîne également l'étage de sortie qui est souvent un convertisseur de type T à point neutre (*neutral-point-clamped*, NPC). Lorsque la tension du réseau est présente, l'énergie du condensateur est reconstituée directement à partir de celle-ci. En cas de panne du réseau, cette énergie proviendra de la batterie, ce qui permettra au NPC de type T de continuer à fournir du courant alternatif à la charge.

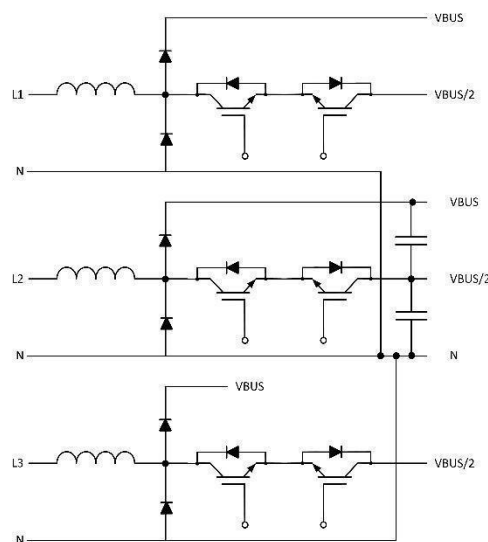


Figure 3 : Schéma d'un redresseur de Vienne typique

Un redresseur de Vienne triphasé typique se compose de douze composants de puissance, six diodes et six IGBT. Le carbure de silicium (SiC) est souvent utilisé pour ses avantages en termes de performances, les diodes et les IGBT ayant des tensions nominales de 1 200 V et 650 V respectivement. Lorsqu'il y a une optimisation IGBT pour un faible VCE ou pour un choix de vitesse moyenne ou élevée, les options de vitesse

moyenne sont souvent préférées, car les pertes de commutation et de conduction sont importantes dans cette topologie pour le commutateur central. onsemi propose un certain nombre de modules d'alimentation basés sur ces topologies pour simplifier le développement et améliorer les performances par rapport aux conceptions discrètes.

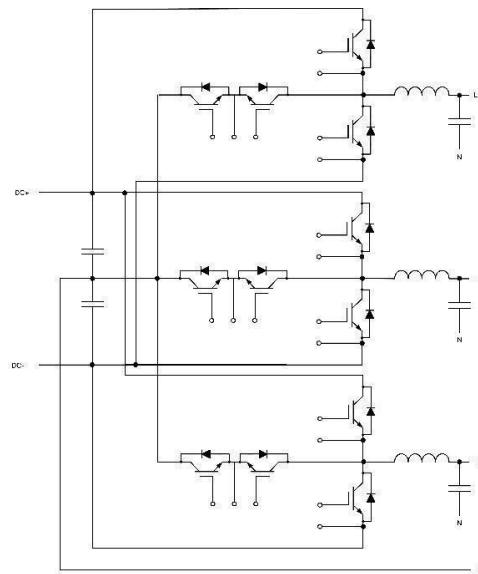


Figure 4 : NPC de type T utilisant des IGBT

Un NPC triphasé de type T utilise également douze composants, bien que dans ce cas, il s'agisse tous d'IGBT. Ces dispositifs back-to-back sont évalués à 650 V. Les IGBT connectés à DC+ et DC- sont des IGBT 1200V. Il y a un total de douze composants.

Utilisation du carbure de silicium pour réduire les pertes

Comme indiqué, un UPS en ligne possède une double conversion qui permet à la topologie en ligne de fonctionner mais introduit des pertes supplémentaires. Le problème est d'autant plus grave que les pertes génèrent de la chaleur, ce qui peut nécessiter un système HVAC (chauffage, ventilation et climatisation) plus puissant pour maintenir la température ambiante. Cela entraînera des coûts d'investissement liés à l'achat du système HVAC, des coûts d'exploitation pour l'espace supplémentaire et le fonctionnement d'un plus grand HVAC, ainsi que le coût de l'énergie perdue dans l'UPS.

Si la taille de l'UPS peut être réduite, l'opérateur du centre de données en bénéficiera car cet espace pourra être utilisé pour installer des serveurs supplémentaires.

La réduction des pertes permet également de réduire les coûts d'exploitation et conduit généralement à une solution plus petite, car la densité de puissance peut augmenter avec des pertes plus faibles. Comme les matériaux à large bande interdite (*wide-bandgap*, WBG) tels que le carbure de silicium (SiC) offrent généralement de meilleures performances et des pertes moindres, l'adoption de cette technologie améliorera l'efficacité de l'UPS. Ils offrent également un meilleur rendement à faibles charges car la résistance en série est plus faible et il n'y a pas de diode anti-parallèle, comme c'est le cas dans les IGBT, ni de chute de tension fixe.

L'un des défis du dimensionnement des systèmes informatiques, y compris pour les UPS utilisés dans les systèmes informatiques, est la nature dynamique de la charge. Un ordinateur consomme beaucoup moins d'énergie lorsqu'il navigue sur le Web ou rédige un document que lors d'un apprentissage automatique ou d'une simulation détaillée. Comme le SiC offre une efficacité accrue, quel que soit le niveau de charge, cette charge dynamique est une raison supplémentaire pour laquelle le SiC devient rapidement la technologie privilégiée.

En raison, en partie, des niveaux inférieurs de charge de grille (Q_g), les dispositifs SiC sont capables de maintenir leur efficacité tout en commutant à des fréquences plus élevées. Cela a notamment pour effet de réduire la taille des composants réactifs, ce qui peut contribuer de manière significative à la diminution de la taille globale de l'UPS.

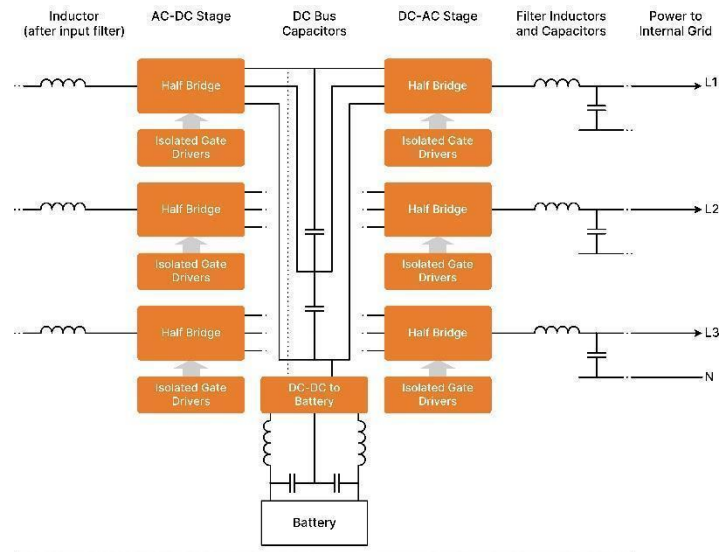


Figure 5 : Un demi-pont par phase est utilisé dans les UPS à composants SiC

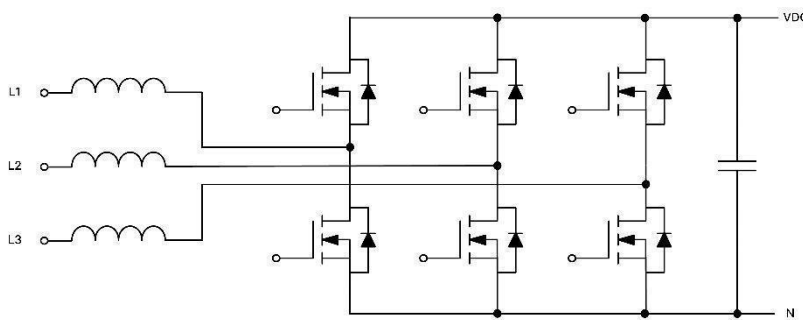


Figure 6 : Convertisseur SiC à six commutateurs

Un autre avantage de l'utilisation du SiC est la possibilité de passer d'un redresseur de Vienne/NPC de type T à des convertisseurs à six commutateurs sur les étages d'entrée et de sortie (AC-DC et DC-AC), ce qui signifie que la topologie peut être reproduite, et permet donc de gagner du temps lors de la conception. La topologie à six commutateurs se compose de trois demi-ponts, ce qui réduit de moitié le nombre de semi-conducteurs dans la conception, d'où une économie supplémentaire d'espace et de coûts – et permettant de conserver des caractéristiques magnétiques plus petites.

Dans cet exemple, en raison des tensions du réseau, les MOSFET EliteSiC auront une tension nominale de 1 200 V. onsemi propose un certain nombre de MOSFET SiC

adaptés à une utilisation dans des convertisseurs à six commutateurs. Un exemple est le M3S à grande vitesse NTH4L022N120M3S, ou le plus récent NTH4L040N120M3S. Pour davantage de performances, on peut également envisager d'utiliser des modules, tels que les derniers modules demi-pont NXH003P120M3F2 1 200 V d'onsemi basés sur la technologie SiC M3S.

Le frontal AC-DC peut être utilisé de manière bidirectionnelle, permettant un retour de puissance réactive pour améliorer le facteur de puissance, ce qui réduit la puissance apparente et, par conséquent, les coûts d'exploitation.

Passer d'une solution silicium au SiC nécessite une modification des pilotes utilisés pour les commutateurs. Les MOSFET SiC sélectionnés nécessitent une double isolation de 5 kV et un fonctionnement rapide (dv/dt , délais de propagation) pour permettre aux MOSFET SiC de fonctionner de manière optimale.

Un pilote approprié est le NCP51561 d'onsemi – sa capacité dv/dt est supérieure à 210 V/ns et le délai de propagation n'est que de 39 ns, correspondant à 5 ns entre les canaux. Ce composant dispose également d'un contrôle externe de temps mort et d'une broche d'activation, qui améliorent la fiabilité du système.

En résumé, un seul UPS en ligne est essentiel au fonctionnement continu des serveurs et des machines critiques. Afin de produire une conception gagnante, les ingénieurs doivent être capables de développer des conceptions petites et efficaces. La meilleure façon d'y parvenir est d'adopter des technologies SiC discrètes, des topologies modernes, telles que la conversion à six commutateurs, et de les utiliser conjointement avec des pilotes SiC hautes performances.