

Concevoir des stations de recharge puissantes, rapides et hautement efficaces pour les voitures électriques

À mesure que le nombre de voitures électriques en circulation augmente, la demande pour des systèmes et des infrastructures de chargement plus efficaces en énergie, permettant de recharger toujours plus rapidement les voitures, ne fait que croître dans le monde entier. Les nouveaux véhicules électriques sont dotés d'une autonomie inégalée et de batteries plus puissantes que jamais, rendant nécessaire le développement de solutions de chargement sur courant plus rapides afin de répondre à leurs besoins. La station de recharge DC, qui satisfait aux exigences des normes CCS (Combined Charging System) et CHAdeMO (CHArge de MOve), est un dispositif de chargement de niveau trois avec une puissance de sortie située entre 120 kW et 240 kW. Actuellement, il faut quelque 30 minutes à une station de recharge de 150 kW pour injecter suffisamment d'électricité dans une voiture électrique pour lui permettre de parcourir près de 250 km. La création d'une CPU unique permettant de gérer une telle quantité d'électricité requiert des topologies multiniveaux complexes difficiles à maîtriser.

Dans les stations de recharge actuelles, une des solutions pour adapter la puissance de sortie au niveau nécessaire pour un chargement rapide est de faire appel à des convertisseurs de puissance modulaires placés en structure parallèle. La borne de recharge DC occupant un certain volume et un certain espace au sol, ces convertisseurs de puissance doivent être modulaires et optimisés pour une efficacité et une densité de puissance élevées.

Il y a deux manières de recharger une batterie. La première solution consiste à relier directement le réseau au chargeur placé à bord du véhicule. Ce chargeur embarqué est doté d'unités de conversion AC/DC et DC/DC avec une puissance assignée allant généralement jusqu'à 6,6 kW. En application résidentielle ou commerciale, ces chargeurs embarqués permettent de recharger une batterie en 8 à 17 heures. La seconde solution consiste à utiliser une borne de recharge indépendante. La figure 1 présente l'architecture système d'une station de recharge. Celle-ci se compose d'une pile de CPU AC/DC et DC/DC montés à l'extérieur du véhicule permettant de relier la batterie au réseau. Ces piles de convertisseurs sont directement reliées à la batterie, sans passer par le chargeur embarqué. Comme ces convertisseurs ne sont pas placés à l'intérieur de la voiture, ils peuvent gérer des puissances plus élevées, accélérant ainsi le temps de chargement.

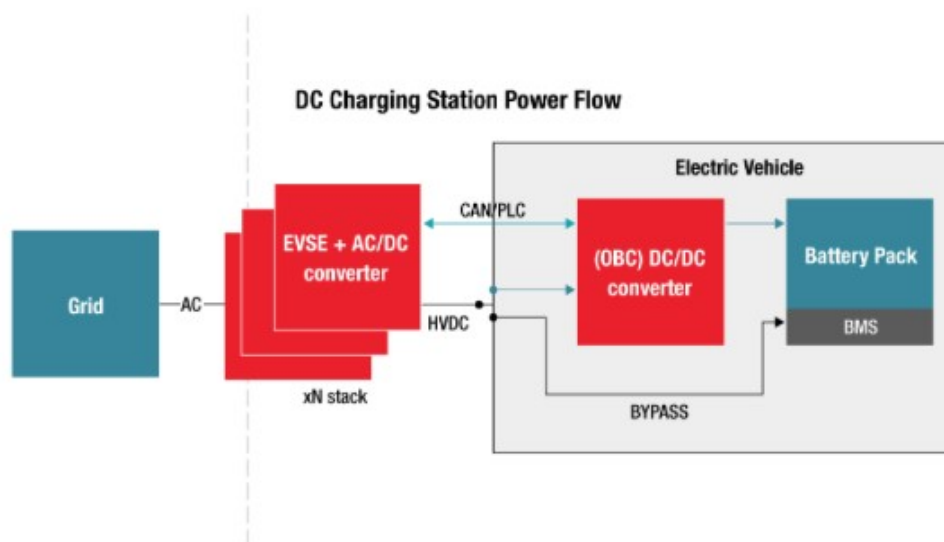


Figure 1 : Architecture d'une station de recharge DC

Pour augmenter la densité de puissance, il faut d'abord choisir la topologie et les composants adaptés à l'étage de puissance. Les composés à large structure de bande comme le carbure de silicium (SiC) permettent de bloquer les tensions très élevées des câbles DC, contrairement aux transistors bipolaires à grille isolée (IGBT) en silicone. Le convertisseur peut ainsi fonctionner avec une tension plus élevée, ce qui réduit la quantité d'électricité nécessaire au transport. Cette réduction entraîne

également une diminution de la quantité de cuivre nécessaire, ce qui augmente en conséquence la densité de puissance.

L'avènement de tensions DC plus élevées met également en exergue le besoin de solutions d'isolation renforcée d'excellente qualité. Notre technologie d'isolation capacitive, qui comprend des commandes de grille telles que UCC21530, UCC21710 ou ISO5852S, assure une isolation renforcée jusqu'à 5,7 kVrms, ce qui rend ces composants idéaux pour des applications SiC/IGBT. La figure 2 présente les atouts du recours au carbure de silicium.

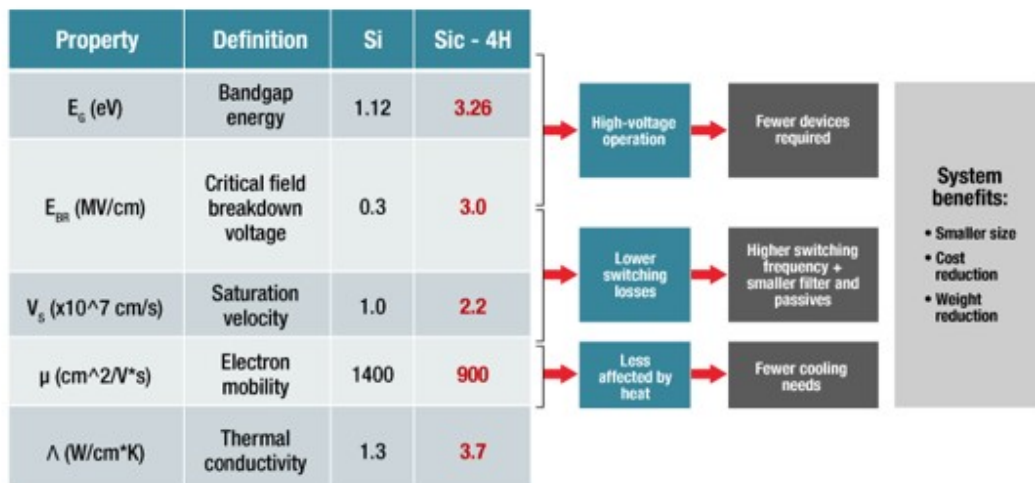


Figure 2 : Les atouts du SiC pour améliorer la densité de puissance des stations de recharge

Les transistors à effet de champ à grille isolée (MOSFET) en SiC placés dans l'étage de puissance permettent d'obtenir une densité de puissance élevée en portant la tension des câbles DC à quelque 1 000 V/1 500 V. Il est important d'utiliser une topologie multiniveaux pour concevoir des convertisseurs haute puissance, en particulier à partir de 10 kW, car cela réduit la contrainte de tension sur les appareils et permet de maintenir un niveau acceptable de distorsion harmonique globale.

Notre design de référence de convertisseur triphasé AC/DC trois niveaux en SiC présente un convertisseur trois niveaux de type T dont les commutateurs du bras en T ne bloquent que la moitié de la tension d câble DC, permettant ainsi de recourir à des appareils de blocage basse tension peu onéreux satisfaisant à la norme ISO5852S, ce qui entraîne une réduction des coûts significative. Il est également possible d'utiliser un composant comme le LMG3410R070 pour la branche en T de l'onduleur. Le choix de la topologie joue également un rôle majeur dans le double fonctionnement du convertisseur, un atout essentiel lorsqu'il s'agit de relier la voiture au réseau électrique.

La fréquence de commutation a un impact direct sur la taille des composants magnétiques et des autres composants passifs. La réduction de la taille des inducteurs et des transformateurs est proportionnelle à l'augmentation de la fréquence de commutation. Le recours à des transistors MOSFET en SiC pour l'étage de puissance leur permet de fonctionner à des fréquences de commutation élevées, ce qui contribue à améliorer la densité de puissance. La bonne résistance à l'état passant et l'excellente faculté de commutation des composants en SiC permettent en outre de réduire au minimum les pertes totales, contribuant également à augmenter la densité de puissance. L'optimisation de l'efficacité est également synonyme d'amélioration de la solution thermique, et la diminution de la chaleur dissipée par les composants participe là aussi à améliorer la densité de puissance. Nos microcontrôleurs temps réel C2000 sont un complément idéal aux MOSFET en SiC, fournissant la performance et la flexibilité nécessaires à ces systèmes haute fréquences. Des outils comme notre logiciel analyseur de réponse en fréquences ou notre concepteur de compensation permettent de mettre en œuvre des algorithmes de commande numérique en toute simplicité.

Nos composants haute qualité et notre expertise système sont vos atouts pour vous permettre de répondre aux exigences de la recharge rapide. Le design de référence triphasé trois niveaux et le design de référence de convertisseur Dual Active Bridge bidirectionnel pour stations de recharge de véhicules électriques de niveau 3 fonctionnent tous deux comme convertisseurs bidirectionnels avec une efficacité supérieure à 97% et des densités de puissance de l'ordre de 1,4 kW/L (pour la partie AC/DC) et de 1,9 kW/L (pour la partie DC/DC). Ces designs de référence illustrent le recours à nos commandes de grille, de nos microcontrôleurs temps réel et de notre technologie de capteurs pour contrôler les MOSFET en SiC de l'étage de puissance et mesurer les tensions et les courants, offrant ainsi une contribution précieuse pour concevoir des stations de recharge rapide efficaces présentant une densité de puissance élevée.

https://e2e.ti.com/blogs_/b/industrial_strength/archive/2019/08/06/designing-highly-efficient-powerful-and-fast-ev-charging-stations