

Chargeurs embarqués pour favoriser l'adoption de groupes motopropulseurs électriques

par : Joseph Notaro, Vice-Président - Stratégie et Développement commercial Automobile mondial, ON Semiconductor

Les véhicules électriques, sous leurs différentes formes - véhicules 100% électriques (BEV pour Battery Electrical Vehicle en anglais), véhicules hybrides électriques rechargeables (PHEV pour Plug-in Hybrid Electrical Vehicle) et véhicules hybrides électriques légers - gagnent en popularité dans le monde entier auprès du public. La recharge embarquée (OBC pour On-Board Charging) est un élément essentiel pour rendre les véhicules aussi pratiques à utiliser que possible, et ainsi permettre le "gain de confiance" des consommateurs jusqu'ici attachés aux véhicules à moteur thermique. Pour que les systèmes OBC soient viables, ils doivent relever plusieurs défis de conception, notamment réduire leur taille et leur poids le plus possible, et maximiser leur rendement.



Les avantages des véhicules électriques sont nombreux, notamment une réduction de l'impact sur l'environnement et une diminution des coûts d'exploitation. Bien que leur adoption soit relativement lente - le million de véhicules livrés dans l'année n'ayant été dépassé qu'en 2017 - les chiffres ont

doublé au cours de l'année 2018, grâce à l'élan donné par l'abondance de nouveaux modèles, proposés par un nombre croissant de constructeurs.

Le taux d'adoption évolue désormais à un certain rythme, avec une préférence marquée pour les véhicules 100% électriques, qui représentent désormais environ deux tiers du total, tandis que les hybrides rechargeables correspondent au tiers restant. Néanmoins, pour remettre les choses en perspective, les ventes de VE (véhicule électrique) ne représentent encore que moins de 2% de l'ensemble des ventes de véhicules neufs !

Alors que la pénétration du marché par les véhicules électriques progresse, plusieurs défis doivent encore être relevés pour accroître encore leur déploiement. L'angoisse des consommateurs liée au rayon d'action et au temps de recharge, ont largement contribué au maintien des ventes sous les attentes, tout comme le prix d'achat généralement élevé, même si certains modèles à venir devraient offrir un rayon d'action supérieur à 320 km par charge et des tarifs inférieurs répondant, dans une certaine mesure, aux préoccupations des consommateurs.

À l'avenir, le rythme de développement d'une infrastructure de recharge adéquate pourrait devenir le principal frein à l'adoption rapide des véhicules électriques. Selon les estimations, il y aura environ 120 millions de VE sur les routes des principaux marchés (Europe, États-Unis et Chine) d'ici 2030, ce qui multiplierait par 14 l'énergie nécessaire pour charger ces VE, pour atteindre environ 280 milliards de kilowattheures.

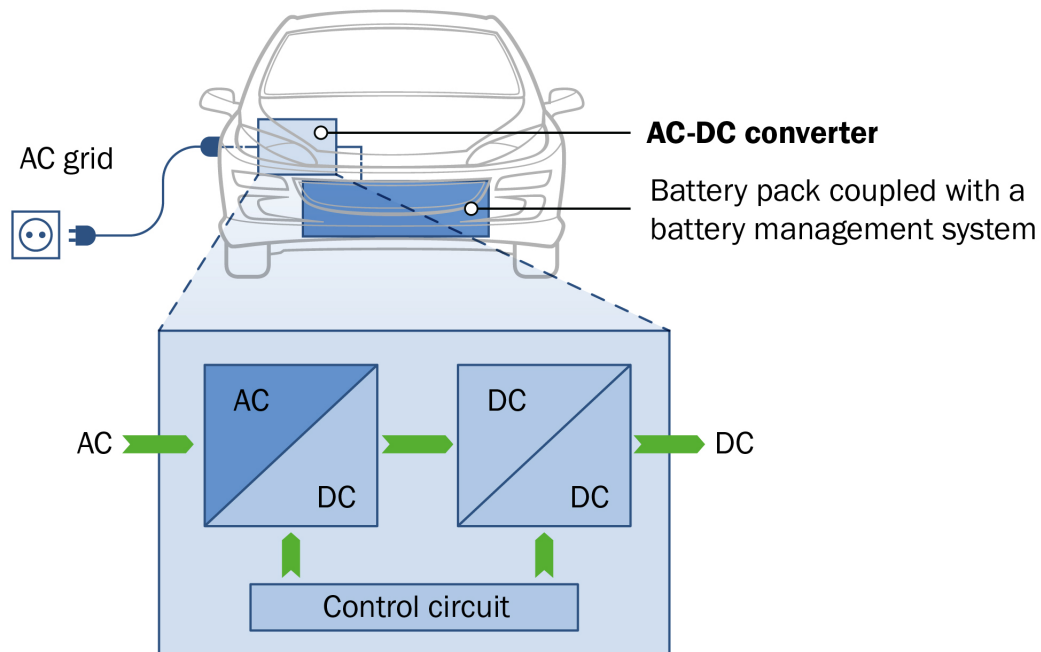
Les défis que pose la mise en place des infrastructures nécessaires sont multiples. Il faudra notamment prévoir des chargeurs à courant continu de très forte puissance dans des lieux publics, par exemple le long des autoroutes, pour permettre des recharges rapides en cours de route. La plupart des utilisateurs devraient préférer la charge à domicile pendant la nuit, car celle-ci a peu d'impact

sur leur capacité à utiliser le véhicule, et qu'ils peuvent profiter d'électricité à prix réduit pendant les heures creuses. Toutefois, le défi que représente la mise en place de points de recharge en zone urbaine, où les places de stationnement ne sont pas forcément proches des habitations, sera très différent de celui des zones suburbaines où de nombreuses maisons disposent d'une allée ou d'un garage.

Chargeurs embarqués

On peut distinguer deux grandes approches pour la charge, l'une à base de chargeurs fournissant du courant continu au véhicule, et l'autre qui consiste à utiliser la tension alternative du secteur. Les chargeurs à courant continu convertissent le courant alternatif du réseau électrique en courant continu qu'ils injectent dans le véhicule, ce qui permet de charger la batterie sans conversion supplémentaire à bord. Ceci est généralement limité aux chargeurs publics qui peuvent fournir de l'énergie jusqu'à plusieurs centaines de kilowatts. Avec ces chargeurs, les batteries des véhicules peuvent être en grande partie rechargées en moins d'une heure.

Les chargeurs à courant alternatif sont eux couramment utilisés à la maison et permettent de recharger le véhicule directement sur le secteur. Comme le secteur produit du courant alternatif, il doit être redressé pour permettre de charger la batterie. Cela se fait grâce à un système de conversion embarqué dont la puissance est limitée par la puissance que peut fournir une prise murale typique, c'est-à-dire 20 kW ou moins, dans la plupart des cas.



Par ailleurs, la recharge sans fil des véhicules fait aussi l'objet d'études. Celle-ci fonctionne à peu près comme la recharge sans fil d'un téléphone portable, mais bien sûr à beaucoup plus grande échelle. Le véhicule est garé sur une place de stationnement équipée d'un tapis de charge et des ondes électromagnétiques assurent une charge lente sans-contact. A l'heure actuelle, le rendement, la vitesse de charge et d'autres difficultés techniques freinent la poursuite de cette approche.

Le chargeur AC est plus lent que le chargeur CC car la puissance est limitée, ce qui signifie que la charge prendra plus de temps. Cependant, il est très bien adapté à la charge à domicile, puisque le véhicule peut y être garé pendant la nuit, pour y être rechargé, et être prêt le lendemain matin pour aller au travail. Cela permet aussi d'utiliser de l'électricité à moindre coût en dehors des heures de pointe, tout en offrant une grande souplesse puisque n'importe quelle prise de courant disponible peut être utilisée, avec un câble prolongateur si nécessaire.

Il existe deux versions de chargeur AC embarqué. Le Niveau 1 est surtout utilisé aux États-Unis et utilise une prise électrique monophasée 120 V capable de fournir 15 A, ce qui permet de recharger complètement la plupart des batteries en une nuit.

Le Niveau 2 offre plus de puissance sur des prises résidentielles ou commerciales 220 V capables de fournir jusqu'à 40 A. En monophasé, cela permet de fournir jusqu'à 7,6 kW, et en triphasé, jusqu'à 22 kW.

Le principal défi associé à la recharge embarquée est commun à presque toutes les applications installées à bord d'un véhicule, à savoir la nécessité de réduire la taille et le poids, tout en maximisant le rendement. L'effort technologique pour y parvenir se situe au niveau des composants, et en particulier chez les fournisseurs spécialisés en semi-conducteurs pour l'automobile comme ON Semiconductor. Contrairement aux chargeurs à courant continu publics qui se trouvent à côté du véhicule, les chargeurs embarqués sont transportés en permanence par le véhicule, ce qui signifie qu'ils prennent de la place et consomment de l'énergie proportionnellement à leur poids...

Principaux éléments d'un chargeur embarqué

Un chargeur embarqué Niveau 2 comprend deux étages de puissance principaux, un étage de conversion AC/CC du côté primaire du transformateur, et un étage de conversion CC/CC pour fournir la tension finale de charge de batterie du côté secondaire du transformateur. Un chargeur embarqué typique comporte cinq grandes sections :

L'Etage PFC (Power Factor Correction, ou compensation de facteur de puissance) maintient le facteur de puissance aussi proche que possible de 1, tout en augmentant la tension jusqu'au niveau de fonctionnement du bus CC.

Le **convertisseur CC/CC principal** assure l'isolation galvanique grâce à un transformateur isolant le secondaire du primaire. Il régule également la tension de sortie et les niveaux de courant selon les besoins du système de gestion des batteries. Plusieurs topologies existent, la topologie LLC résonnante étant la plus populaire car elle permet d'atteindre des rendements élevés et offre de bonnes performances EMI (Electro Magnetic Interference, ou parasites électromagnétiques).

Au sein du convertisseur CC/CC, l'**étage redresseur**, se trouve au secondaire. Le redressement peut se faire avec des diodes, bien que le redressement synchrone à l'aide de MOSFET soit souvent préféré en raison de son meilleur rendement, même s'il est plus complexe. Les conceptions récentes font de plus en plus appel à des semiconducteurs à large bande, pour améliorer encore le rendement. La technologie dans ce domaine évolue vers des solutions pratiques, grâce à des entreprises comme ON Semiconductor. Les choix qui s'offrent aux concepteurs automobiles comprennent désormais fréquemment des modules intégrés qui offrent de nombreuses fonctionnalités, tout en réduisant l'encombrement et en améliorant la fiabilité, ainsi que des dispositifs semi-conducteurs autonomes classiques.

L'**étage de puissance auxiliaire** fournit une alimentation basse tension, propre et stable, pour le système de commande du chargeur, y compris des drivers de grille, des contrôleurs d'alimentation à découpage, des circuits de surveillance, un ventilateur et un microcontrôleur. L'alimentation auxiliaire s'appuie en général sur une topologie "flyback", avec des LDO fournissant des rails supplémentaires si nécessaire.

Le **reste des circuits** du chargeur embarqué comprend un driver de grille haute-tension, un détecteur de tension, un détecteur de courant, ainsi qu'un circuit de communication, et un microcontrôleur pour commander les ventilateurs chargés de refroidir le chargeur.

Résumé

Alors que les systèmes de charge les plus rapides resteront les systèmes de charge publics à courant continu, dont beaucoup ont une capacité supérieure à 300 kW, la recharge embarquée jouera un rôle de plus en plus important en proposant un moyen de recharge très souple. Grâce à la possibilité de recharger une batterie de véhicule à partir de n'importe quelle prise secteur, les consommateurs pourront recharger leur véhicule à la maison ou au bureau, restaurant ainsi leur rayon d'action sans avoir à se rendre dans une station de recharge publique.

Les travaux de conception en cours chez les constructeurs automobiles et les sous-traitants de rang 1, soutenus par de nouveaux semi-conducteurs innovants, permettront d'améliorer l'offre de véhicules électriques. Cela comprendra notamment certaines fonctionnalités comme la charge bidirectionnelle, qui permettra aux voitures de réduire les coûts d'énergie et d'atténuer les problèmes d'offre et de demande en utilisant la batterie du véhicule pour stocker l'énergie, puis de la restituer au réseau en période de pointe.