Utiliser une gamme de connecteurs pour prendre en charge une infrastructure de charge de VE complète

Auteur : Rolf Horn, ingénieur d'applications chez Digi-Key Electronics

Une infrastructure de charge omniprésente sera nécessaire pour répondre à l'augmentation de l'utilisation des véhicules électriques (VE). Les concepteurs sont mis au défi de développer une large gamme de solutions d'infrastructure à utiliser dans les résidences, les hôtels, les magasins, les restaurants, les sites commerciaux et industriels, les parkings, les stations-services, les aires de repos et d'autres lieux pour permettre une charge de VE toujours disponible et pratique. Dans certains cas, les utilisateurs auront le luxe de disposer de temps et n'auront besoin que de quelques kilowatts (kW) de puissance de charge en courant alternatif (CA) sur une période prolongée. Dans d'autres circonstances, le temps sera compté et les utilisateurs exigeront des centaines de kW de courant continu (CC) pour recharger les véhicules électriques en quelques minutes.

Les concepteurs ont besoin de diverses options de connecteurs capables de gérer le courant alternatif basse puissance, le courant continu haute puissance et une gamme de niveaux de puissance intermédiaires. Ces connecteurs doivent être ergonomiques pour offrir une utilisation pratique, et ils doivent être robustes et simples à installer pour répondre aux besoins des fabricants de véhicules électriques en matière de solutions rentables et fiables. Les poignées de charge et les prises d'alimentation doivent satisfaire aux exigences de la norme de système de charge combiné CCS (Combined Charging System), SAE J1772, et CEI 62196.

Cet article passe en revue les exigences techniques pour les chargeurs de VE dans différents environnements, des chargeurs CA basse puissance dans les résidences à la charge haute puissance (HPC) dans divers sites commerciaux, y compris les performances électriques et les normes d'interface, ainsi que la nécessité d'un refroidissement par liquide dans les installations HPC. Il présente ensuite une gamme de prises de charge CA et CC, de poignées et de systèmes de câbles de Phoenix Contact qui répondent aux besoins de tous les types de conceptions de chargeurs de véhicules électriques, ainsi qu'un système de refroidissement par liquide pour les connecteurs et les câbles HPC.

Des normes de charge VE et les connecteurs correspondants ont été développés en Amérique du Nord, en Europe et en Chine. Les normes en Amérique du Nord et en Europe sont basées sur la norme de système de charge combiné (CCS) qui combine la charge CA et CC dans une seule prise sur le véhicule. Les connecteurs CCS de type 1 prédominent en Amérique du Nord et en Corée, et les connecteurs CCS de type 2 sont utilisés en Europe, au Moyen-Orient, en Afrique du Sud, en Amérique du Sud, en Australie, en Nouvelle-Zélande et dans certaines autres régions. La Chine a suivi sa propre voie avec la norme GB/T qui requiert des prises séparées pour la charge CA et CC (Figure 1).

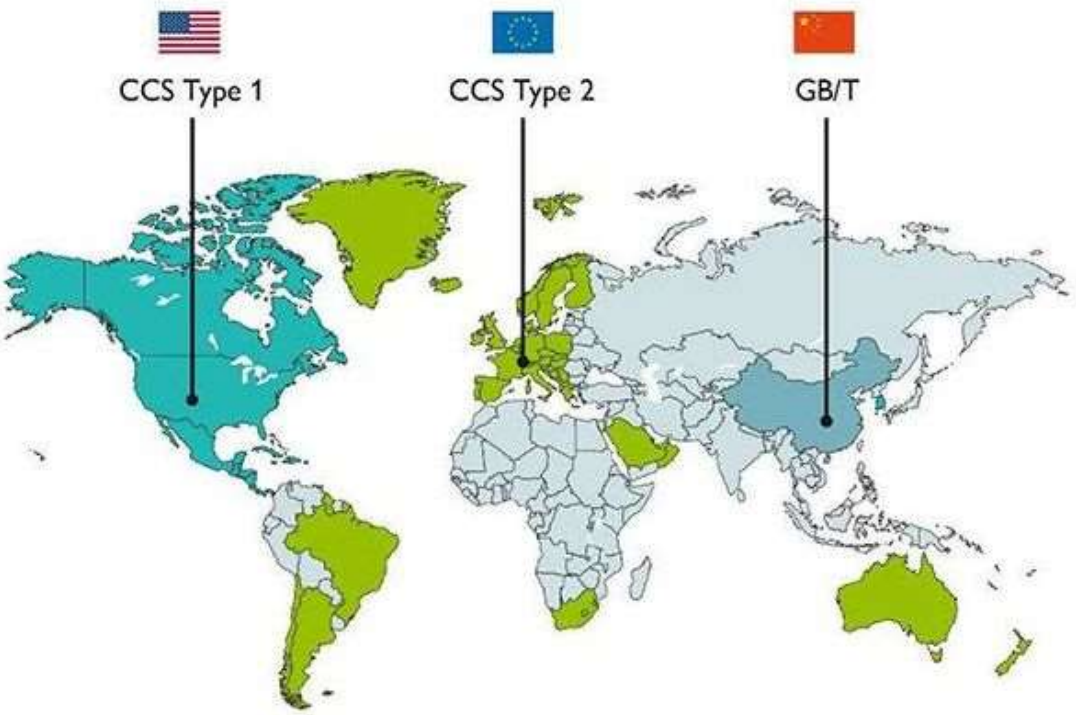

Figure 1 : Des normes de charge de VE ont été développées sur une base régionale en Amérique du Nord, en Europe et en Chine. (Source de l'image : Phoenix Contact)

Types CCS

Il existe deux versions de la norme CCS, le type 1 et le type 2. Le type 1 est conforme aux normes SAE J1772 et CEI 62196-3 et a été développé pour le marché nord-américain. La structure des connecteurs de charge CA et CC est compatible avec une prise de véhicule CCS commune.

Le type 2 est également conforme à la norme CEI 62196-3 mais pas à la norme SAE J1772. Il a été développé à l'origine en Europe et a été adopté dans plusieurs régions, comme indiqué ci-dessus. Les connecteurs de charge CA et CC de type 2 sont également compatibles avec une prise de véhicule CCS commune.

La norme de charge GB/T 20234 n'est utilisée qu'en Chine. Ici, les connecteurs CA et CC ont des interfaces différentes et requièrent l'utilisation de prises distinctes sur le véhicule.

Figure 2 : Exemples de prises de charge de VE CCS type 1 (à gauche), CCS type 2 (au centre) et GB/T (à droite). (Source de l'image : Phoenix Contact)

Modes de charge

Outre les différences physiques entre les connecteurs CCS de type 1 et type 2, différents modes de charge sont utilisés en Amérique du Nord et en Europe. Les modes basse puissance utilisent le chargeur de VE embarqué, tandis que les modes à plus haute puissance reposent sur des chargeurs externes. De plus, des niveaux de puissance plus élevés peuvent présenter des défis thermiques plus importants et impliquer une surveillance plus précise de la température.

La norme nord-américaine SAE J1772 reconnaît trois modes ou niveaux :

- Le niveau 1 est principalement destiné aux environnements résidentiels et utilise 120 volts CA (VCA) pour fournir jusqu'à environ 1,9 kilowatt (kW).
- Le niveau 2 utilise le courant alternatif monophasé à une tension plus élevée de 208/240 V. On parle de « charge CA rapide » pouvant fournir environ 19 kW au chargeur de VE embarqué.
- Le niveau 3 correspond à la charge CC avec un chargeur CC externe. La spécification de base est pour 600 V_{CC} jusqu'à 400 ampères (A) pour un maximum de 240 kW. Les conceptions avancées peuvent fournir 1 kilovolt CC (kV_{CC}) et 500 A pour un total de 500 kW.

Quatre modes de charge sont définis par la norme CEI 61851-1. Les modes 1, 2 et 3 utilisent le chargeur embarqué du VE :

- Les modes 1 et 2 sont destinés à la charge CA basse puissance. Les câbles de mode 1 se branchent directement sur la prise secteur CA et la puissance disponible est limitée. Le mode 2 se branche également directement sur le secteur mais ajoute un dispositif de contrôle et de protection intégré au câble pour fournir jusqu'à 15 kW avec du courant alternatif triphasé en toute sécurité.
- Le mode 3 permet une charge CA rapide et utilise une borne de charge pour fournir jusqu'à 120 kW d'alimentation CA. Les chargeurs de niveau 3 peuvent éventuellement inclure un protocole de communication de haut niveau (HLC) entre la source d'alimentation CA externe et le chargeur embarqué pour le contrôle de la charge.

- Le mode 4 permet la charge CC rapide et peut fournir plusieurs centaines de kilowatts directement à la batterie. Le protocole HLC est requis en mode 4 pour fournir le retour nécessaire au contrôle du chargeur.

Protection thermique

Une protection thermique est fournie dans les câbles de chargeurs CA et CC. Pour une charge CA jusqu'à 80 A, une chaîne de thermistances à coefficient de température positif (PTC) est fréquente. Elle se compose d'une chaîne de composants, avec un composant sur chaque contact. La surveillance des valeurs de résistance garantit un arrêt sûr en cas de dépassement de la température limite.

Des capteurs Pt1000 de plus haute précision sont utilisés sur les contacts des chargeurs haute puissance pour assurer une réponse rapide et permettre au système de fonctionner de manière constante à des niveaux de puissance élevés.

Options de câbles et de prises CA

Pour les concepteurs de systèmes de charge CA, Phoenix Contact propose une gamme complète de prises de charge universelles pouvant accepter des entrées CA ou CC, et des entrées uniquement CA dédiées qui répondent aux exigences de type 1 pour l'Amérique du Nord et de type 2 pour l'Europe, et qui sont adaptées pour les véhicules ne nécessitant pas de charge CC. Ces assemblages incluent un câble d'alimentation de 2 mètres (m) et des câbles de 1 m pour l'actionneur de verrouillage, le capteur de température et les communications. Ils sont dotés de mécanismes de verrouillage, de capteurs de température et de capuchons anti-poussière. Les exemples de câblage à utiliser dans les applications CEI 62196-2 et SAE J1772 de type 1 incluent :

- La prise de charge de véhicule modèle 1271960 peut supporter jusqu'à 12 kW de courant alternatif monophasé. Cette prise est répertoriée pour plus de 10 000 cycles d'insertion/retrait.
- Les applications à plus haute puissance peuvent utiliser le modèle 1271836, répertorié pour jusqu'à 20 kW de courant alternatif monophasé. Un actionneur de verrouillage et un capuchon de protection sont inclus.

Phoenix Contact propose également une gamme de câbles de charge CA, notamment :

- Modèle 1277166 à utiliser avec les chargeurs de véhicule SAE J1772 de type 1. Ce modèle est doté d'un connecteur de charge de véhicule à une extrémité et est ouvert à l'autre pour la connexion permanente du chargeur. Il inclut la détection thermique de chaîne PTC et peut gérer jusqu'à 20 kW de courant alternatif monophasé. Il comprend un câble de 7,5 m (Figure 3).
- Câble de charge CA mobile modèle 1627692 avec un connecteur de charge de véhicule pour prises de type 2 à une extrémité et un connecteur CA d'infrastructure à l'autre pour une utilisation avec des chargeurs CEI 62196-2 de type 2. Cet assemblage de câble peut fournir jusqu'à 26,6 kW d'alimentation CA triphasée, inclut des contacts pour les connexions HLC et mesure 5 m de long.

Figure 3 : Assemblage de câble de charge CA mobile répertorié à 20 kW. (Source de l'image : Phoenix Contact)

Câbles de charge CC

Phoenix Contact propose sa ligne CCS C-Line de câbles de charge CC pour les systèmes de charge moyenne puissance utilisés dans les résidences privées, les complexes d'appartements, les entreprises et les parkings. Ces câbles sont disponibles en conceptions de type 1 et de type 2 et les assemblages ont un connecteur de charge de véhicule avec des capteurs de température à une extrémité et des connexions de câble ouvertes à l'autre. Les exemples de conceptions de type 1 incluent :

- Modèle 1105880 de 5 m de long répertorié pour 40 kW
- Modèle 1236563 de 7 m de long répertorié pour 80 kW (Figure 4)

Figure 4 : Ce connecteur de charge CC est répertorié pour 80 kW et est doté d'un câble de 7 m. (Source de l'image : Phoenix Contact)

Prise de charge universelle

La prise de charge universelle modèle 1210900 fonctionne avec les connecteurs CA et CC CCS de type 1, CEI 62196-2, CEI 62196-3 répertoriés pour jusqu'à 200 A et 1 kV_{CC}, ou 80 A et 250 VCA monophasés. Les contacts CC ont deux capteurs thermiques PT1000 et les contacts CA ont un schéma de détection thermique à chaîne PTC.

Système de câblage CC 500 kW

Les concepteurs de systèmes de charge CC HPC en mode 4 haute puissance peuvent se tourner vers le système de câblage 1085658 comprenant un connecteur de véhicule à refroidissement par liquide et un câble pouvant fournir jusqu'à 500 A à 1 kV_{CC}. Ce système répond aux exigences CCS de type 1, SAE J1772 et CEI 62196-3-1. Le système inclut des capteurs pour surveiller la température, la rupture de câble et les fuites de liquide de refroidissement (Figure 5). La surveillance de la température est mise en œuvre avec deux NTC pour les contacts CC et deux NTC pour les fils d'alimentation CC dans le câble.

Figure 5 : Cet assemblage de câble de charge CC haute puissance est un système complexe. (Source de l'image : Phoenix Contact)

Phoenix Contact propose également une unité de refroidissement autonome avec ces câbles de charge CC. Elle comprend une pompe et un ventilateur à vitesse variable pour fournir un refroidissement optimisé pour les systèmes de charge CC haute puissance (Figure 6). La pompe et le ventilateur fonctionnent de 0 V_{CC} à 10 V_{CC}, le ventilateur consomme un maximum de 1,97 A, et la pompe requiert jusqu'à 1,8 A. La solution de refroidissement est un mélange de 50 % d'eau et de 50 % de glycol. Les câbles et les fils mesurent 1,5 mètre de long. Lorsqu'il est combiné avec le câblage 1085658, le système a une capacité de refroidissement de 600 W pour des câbles de 3 m, de 800 W pour des câbles de 4 m, de 900 W pour des câbles de 5 m et de 1050 W pour des câbles de 6 m.

Figure 6 : Système de refroidissement par liquide pour câbles de charge CC haute puissance. (Source de l'image : Phoenix Contact)

Résumé

De nombreux styles de chargeurs de VE et de niveaux de puissance sont requis afin de fournir l'infrastructure de charge complète pour une adoption à grande échelle des VE. Les concepteurs doivent développer des conceptions de chargeur s'étendant de chargeurs CA basse puissance de 1,9 kW utilisant le circuit de chargeur de batterie VE interne, à des chargeurs CC HPC de 500 kW avec un câblage à refroidissement par liquide contournant le circuit de charge interne et chargeant directement les batteries. Entre ces extrêmes, une large gamme de niveaux de puissance de chargeur et de modes de charge sera nécessaire pour permettre la charge de VE toujours disponible dans les résidences privées et les immeubles d'appartements, les hôtels, les magasins, les restaurants, les sites commerciaux et industriels, les parkings, les stations-services, les aires de repos, et plus.