Utiliser des connecteurs CCS pour simplifier la mise en œuvre de systèmes sûrs de recharge rapide des véhicules électriques

Rolf Horn, Applications Engineer chez Digi-Key Electronics

L'utilisation des véhicules électriques (VE) se développe dans une variété d'applications, de l'agriculture aux collectivités en passant par les biens de consommation, en grande partie grâce à la disparition progressive de « l'angoisse de l'autonomie ». Si les technologies de pointe en matière de batteries permettent d'augmenter la capacité des batteries par unité de volume, et donc d'accroître l'autonomie, l'utilité de ces avancées est limitée si la recharge de la batterie prend trop de temps. Il incombe donc aux constructeurs automobiles et à leurs équipementiers d'adopter rapidement des méthodes de recharge rapide.

Les connecteurs constituent l'un des éléments les plus critiques de la charge. Ils doivent désormais être capables de gérer jusqu'à 500 kilowatts (kW) à une tension de 1000 volts en courant continu, tout en acceptant également les sources en courant alternatif. Ils doivent également répondre aux exigences des normes CEI 62196 et SAE J1772 pour une recharge rapide, sûre et intelligente. Pour répondre à toutes les exigences des systèmes automobiles et non automobiles, les concepteurs de systèmes BEV (véhicules électriques à batterie) peuvent se tourner vers les connecteurs qui répondent aux spécifications du système de charge combiné (CCS).

Cet article passe en revue les niveaux et modes de charge de base des véhicules électriques, puis s'attarde sur les exigences relatives aux connecteurs CCS, avec notamment une comparaison entre les connecteurs CCS de type 1, CCS de type 2 et les connecteurs chinois GB/T. Il se termine par un examen des capacités étendues offertes par certains fournisseurs, telles que des plages de températures de fonctionnement plus larges et des indices de protection (IP) plus élevés, en utilisant des exemples de connecteurs CCS de Phoenix Contact, de TE Connectivity et d'Adam Tech.

Système de charge combiné pour véhicules électriques

La prise d'alimentation d'un véhicule CSS est conçue pour accepter à la fois les connecteurs d'alimentation CA et CC. La recharge rapide en courant alternatif est utile lorsque le véhicule est garé pendant de longues périodes dans un garage ou sur une place de stationnement, tandis que la recharge rapide en courant continu est utilisée lorsque le véhicule est garé pendant de courts instants dans des magasins, des aires de repos et des stations de recharge dédiées (Figure 1).

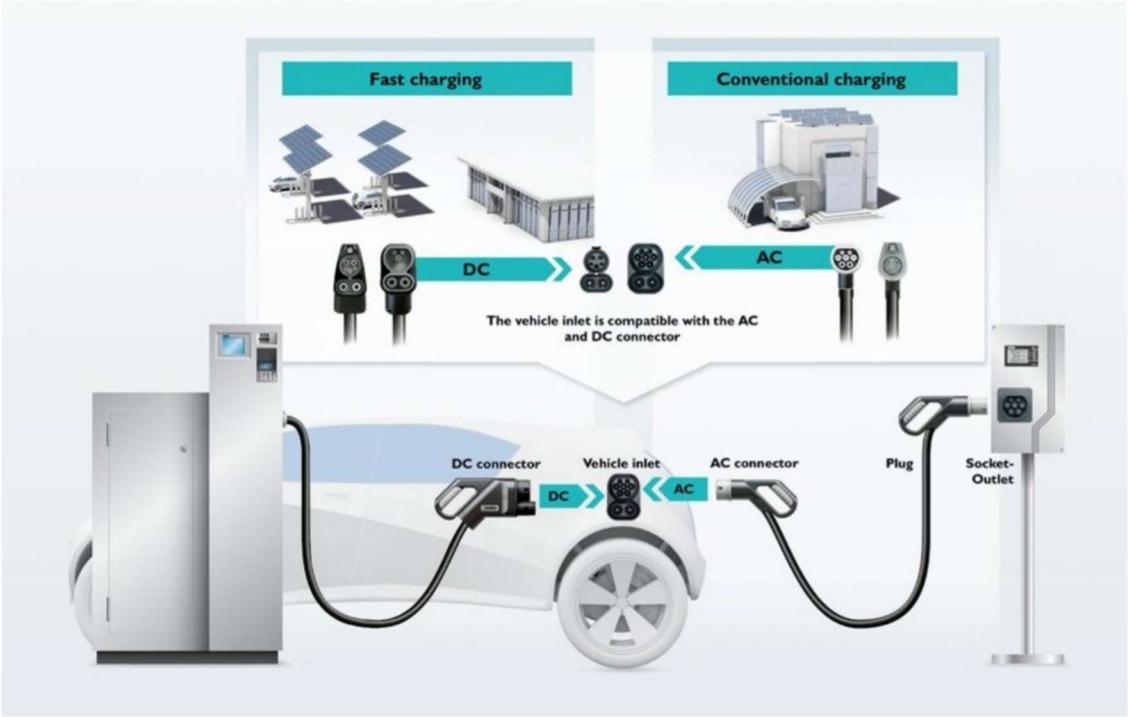

Figure 1 : Une seule prise d'alimentation de véhicule CCS peut supporter une recharge rapide en CA et CC. (Source de l'image : Phoenix Contact)

Niveaux et modes de charge des véhicules électriques

Les classifications de charge des véhicules électriques comprennent les catégories suivantes : niveaux de charge, modes de charge, cas de câblage et, dans le cas du CCS, types de connecteurs de charge. Aux États-Unis, la norme SAE J1772 reconnaît trois niveaux de charge :

- Le niveau 1 utilise une alimentation résidentielle de 120 V_{CA} et est limité à environ 1,9 kW. Le niveau 1 est lent.
- La charge de niveau 2 utilise une alimentation monophasée de 208/240 V_{CA}. Elle peut fournir jusqu'à environ 19 kW avec une source de 240 V_{CA}. Le niveau 2 correspond à une « recharge rapide en courant alternatif » et procède à la charge trois à sept fois plus rapidement que le niveau 1. Les niveaux 1 et 2 alimentent le chargeur embarqué du véhicule électrique.
- Le niveau 3 est une charge rapide en courant continu qui utilise un chargeur externe en courant continu pour fournir 600 V_{CC} à 400 ampères (A) pour une puissance totale de 240 kW. Les chargeurs rapides CC avancés peuvent fournir 500 kW (1000 V_{CC} à 500 A).

En Europe, la norme CEI 61851-1 définit quatre modes de charge des véhicules électriques :

- La recharge en mode 1 se fait à l'aide d'un simple câble branché directement sur une prise secteur. Ce mode à faible consommation est peu utilisé.
- Le mode 2 se branche également directement sur une prise du secteur, mais ajoute une protection intégrée, appelée dispositif de contrôle et de protection intégré au câble (IC-CPD). Le mode 2 est plus sûr que le mode 1, mais ne supporte que la recharge jusqu'à environ 15 kW avec une alimentation triphasée.

Les modes 3 et 4 sont des modes de charge rapide :

- Le mode 3 utilise une borne de recharge dédiée (également appelée équipement de recharge des véhicules électriques, ou EVSE) pour fournir jusqu'à 120 kW CA. Les modes 1, 2 et 3 utilisent tous le chargeur embarqué du véhicule électrique pour contrôler la charge de la batterie.
- Le mode 4 correspond à la charge rapide en courant continu. Le chargeur embarqué du véhicule électrique est contourné et l'équipement EVSE alimente directement la batterie via un connecteur CC. Plusieurs centaines de kW peuvent être fournis avec le mode 4. Si un retour d'information sur l'énergie au moyen d'un protocole de communication de haut niveau (HLC) et un contrôle de la charge sont possibles en mode 3, ils sont nécessaires en mode 4.

Types, modes et cas de connexion

Le CCS est standardisé dans la norme SAE 1772 avec le connecteur de type 1 en Amérique du Nord, et dans la norme CEI 62196 avec le connecteur de type 2 en Europe. L'interface HCL entre le véhicule électrique et l'équipement EVSE est basée sur les normes ISO/CEI 15118 et DIN SPEC 70121. Il existe trois connexions possibles entre le véhicule électrique et le réseau électrique : cas A, B et C.

Dans le cas A, le câble est connecté en permanence au véhicule électrique, et il est branché à la source d'alimentation selon les besoins. Le cas A n'est pas utilisé dans le CCS. Les cas B et C sont utilisés avec le CCS, ainsi qu'avec la norme chinoise correspondante appelée GB/T (Figure 2). Lorsque le câble d'alimentation peut être retiré aux deux extrémités, il s'agit du cas B. Si le câble est connecté en permanence à l'équipement EVSE, il s'agit du cas C. Le mode de charge 3 peut utiliser le cas B ou le cas C. Le mode de charge 4 n'utilise que le cas C.

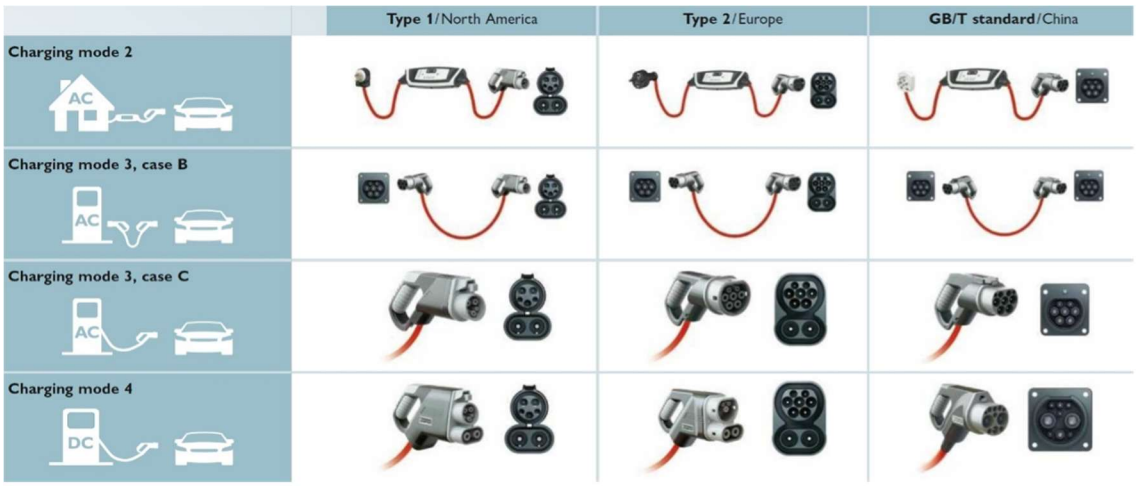

Figure 2 : Comparaison des types, des modes et des cas de connecteurs CCS de type 1 (Amérique du Nord), de type 2 (Europe) et GB/T (Chine). (Source de l'image : Phoenix Contact)

Surveillance de la température et refroidissement actif

La surveillance de la température des contacts est importante dans les systèmes de charge rapide. Selon la norme CEI 62196, l'élévation de température au niveau des contacts ne doit pas dépasser 50°C. L'interface HCL entre le véhicule électrique et l'équipement EVSE permet de communiquer les données de température. Si la température augmente trop, l'équipement EVSE ralentit ou interrompt la charge. Dans le cas des connecteurs CCS pour une charge en courant alternatif, des thermistances à coefficient de température positif (CTP) surveillent la température,

conformément à la norme DIN 60738. Si le connecteur devient trop chaud, la charge s'arrête (Figure 3). Pour la charge rapide en CC, la norme DIN 60751 prévoit deux capteurs Pt1000, un sur chaque contact. Un capteur Pt1000 présente une résistance qui augmente linéairement avec l'augmentation de la température.

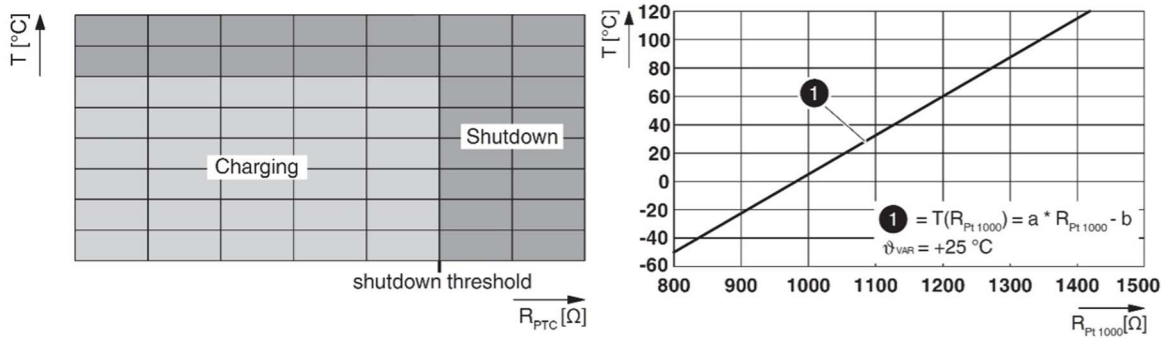

Figure 3 : Un capteur de température CTP interrompt la charge CA pour empêcher la température de dépasser les niveaux de sécurité (à gauche). Pour la charge rapide en CC, un capteur Pt1000 permet de surveiller en permanence la température (à droite). (Source de l'image : Phoenix Contact)

La surveillance de la température, associée à un refroidissement actif, est nécessaire dans les systèmes qui fournissent des courants de charge supérieurs à 250 A (Figure 4). Grâce à un système de refroidissement actif, les connecteurs CCS peuvent fournir jusqu'à 500 kW (500 A à 1000 V_{CC}). Dans le cas où la température ambiante augmente de façon inattendue ou qu'une condition de surcharge apparaît, la surveillance de la température permet au système d'augmenter le taux de refroidissement ou de diminuer le taux de charge afin de maintenir l'augmentation de température des contacts du connecteur en dessous de la limite de spécification de +50°C.

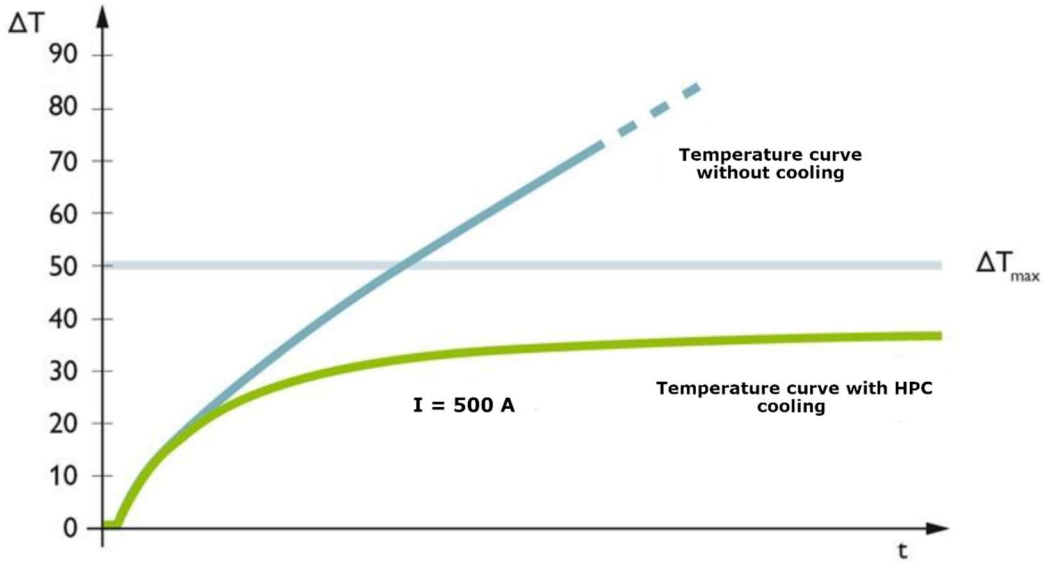

Figure 4 : Le refroidissement actif combiné à la détection de la température peut supporter une charge complète de 500 A et maintenir l'élévation de température du connecteur en dessous de +50°C. (Source de l'image : Phoenix Contact (modifiée par l'auteur))

Mécanismes de verrouillage intégrés

Des mécanismes de verrouillage sont intégrés dans les systèmes de connecteurs CCS. Le mécanisme de verrouillage des connecteurs de type 1 se présente sous la forme d'un mécanisme d'écrêtage manuel. Dans les connecteurs de type 2, le verrouillage s'effectue à l'aide d'un boulon métallique à activation électromagnétique (Figure 5). Le verrouillage est contrôlé et son état est communiqué à l'équipement EVSE par une connexion distincte.

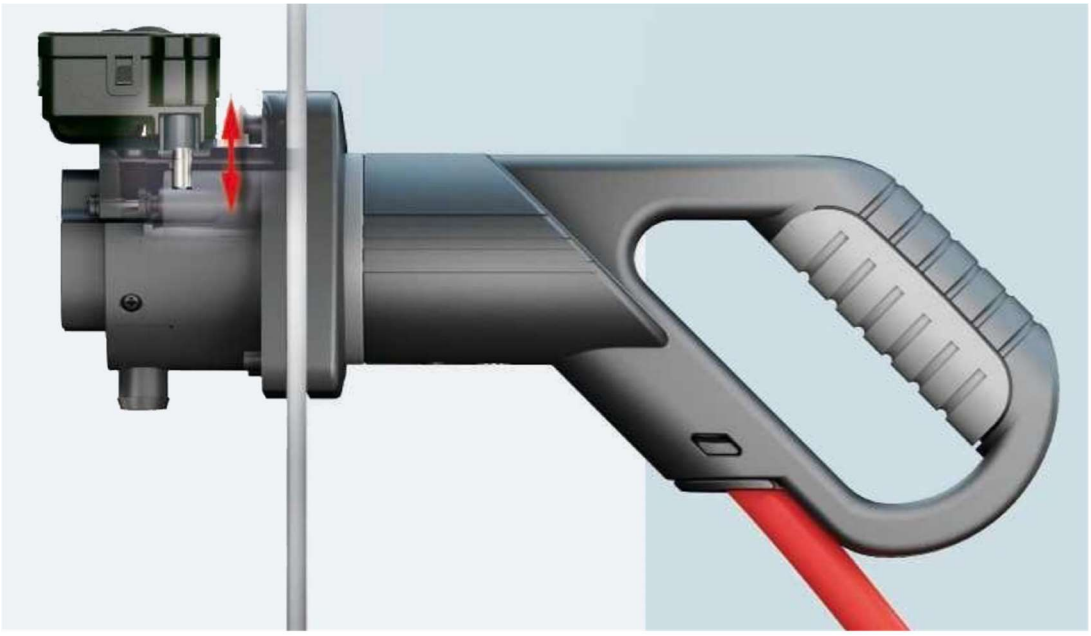

Figure 5 : La prise d'alimentation des véhicules CSC est équipée d'un boulon de verrouillage à commande électromécanique (à côté des flèches rouges, en haut à gauche), conçu pour résister à des forces d'arrachement élevées. (Source de l'image : Phoenix Contact)

Prises d'alimentation et connecteurs de type 1 et de type 2

Les prises de charge CCS CHARX de Phoenix Contact présentent des sections de câble CC allant jusqu'à 95 millimètres carrés et peuvent supporter des taux de charge atteignant 500 kW. Le modèle 1194398 peut fournir 125 kW de charge en fonctionnement normal et jusqu'à 250 kW en mode d'amplification (Figure 6). Cette prise d'alimentation CCS de type 1 est conçue pour être utilisée dans les modes de charge 2, 3 et 4. Elle comprend un capteur de température à chaîne CTP sur les contacts CA et des capteurs Pt1000 sur les contacts CC.

Figure 6 : La prise de charge de véhicule CCS de type 1 modèle 1194398 pour la recharge en courant alternatif ou continu peut fournir 125 kW en fonctionnement normal, et jusqu'à 250 kW en mode d'amplification. (Source de l'image : Phoenix Contact)

Pour des besoins en puissance plus élevés, la prise de charge de véhicule 1162148 de Phoenix Contact supporte des taux de charge de 500 kW en mode rafale et de 250 kW en fonctionnement normal. La transmission de signaux numériques à l'aide de la modulation de largeur d'impulsion (PWM) est mise en œuvre avec les courants porteurs en ligne conformément aux normes ISO/CEI 15118 et DIN SPEC 70121. Elle affiche une plage de températures ambiantes de fonctionnement de -40°C à +60°C.

Les applications qui nécessitent une fiche CCS de type 1 pour la charge de niveau 2 peuvent utiliser le modèle 2267220-3 de TE Connectivity AMP Connectors (Figure 7). Prévu pour 240 V_{CA} et 32 A, ce connecteur comporte trois contacts d'alimentation et deux contacts de signal. Sa plage de températures de fonctionnement étendue est comprise entre -55°C et +105°C. Il est prévu pour 10 000 cycles de raccordement.

Figure 7 : Connecteur de charge CCS de type 1 pour véhicule électrique montrant le système de verrouillage manuel intégré (côté gauche du connecteur). (Source de l'image : TE Connectivity)

Les assemblages de câbles de chargeurs de véhicules électriques d'Adam Tech comprennent des fiches de type 1 et de type 2 avec des longueurs de câbles de 3 mètres (m) ou de 5 m. Ils sont disponibles avec des indices de protection (IP) IP54 ou IP55. Par exemple, le modèle CA #EV03AT-004-5M est un connecteur de type 2 avec un câble de 5 m et un indice de protection IP55 (Figure 8). Il possède cinq contacts d'alimentation et deux contacts de signal et est conçu pour 480 V_{CA} à 16 A avec une plage de températures de fonctionnement de -30°C à +50°C.

Figure 8 : Les connecteurs CCS de type 2 CA #EV03AT-004-5M sont conçus pour 480 V_{CA} à 16 A. (Source de l'image : Adam Tech)

Éléments à prendre en compte concernant les spécifications CCS

Les caractéristiques mécaniques et électriques globales des prises et des connecteurs de charge des véhicules CCS sont normalisées, mais il existe quelques points que les concepteurs doivent connaître lorsqu'ils spécifient ces dispositifs :

Indices IP : Ces indices sont spécifiés de plusieurs façons : lorsque le connecteur est branché, lorsqu'il est débranché sans couvercle et lorsqu'il est débranché avec couvercle. Certaines fiches sans couvercle bénéficient de l'indice de protection IP20, ce qui signifie qu'elles sont protégées contre les contacts accidentels, et qu'elles résistent à la poussière et aux objets de plus de 12 mm. Cependant, elles ne confèrent aucune protection contre les liquides et sont susceptibles d'être endommagées si elles entrent en contact avec des jets d'eau. Les indices IP54, IP55 et IP65 sont courants pour les fiches CCS lorsqu'elles disposent d'un couvercle ou lorsqu'elles sont branchées. L'indice IP65 présente un degré d'étanchéité à l'eau supérieur à celui des unités IP54, mais le même degré d'étanchéité à l'eau que celui des unités IP55. Les unités IP54 et IP55 sont moins étanches à la poussière que les unités IP65.

Plage de températures de fonctionnement : Il n'existe pas de norme pour cette spécification. Les plages telles que -30°C à +50°C et -40°C à +60°C sont courantes, mais des plages étendues comme de -55°C à +105°C sont disponibles (voir le modèle 2267220-3 de TE Connectivity ci-dessus).

Composants de mesure de la température : Ils sont normalisés pour les contacts CA utilisant des dispositifs CTP et sur les contacts CC avec des capteurs Pt1000. Cependant, la formulation des fiches techniques peut prêter à confusion. Les unités CA mentionnent parfois l'utilisation de « CTP » ou de « chaîne CTP ». La désignation correcte est « chaîne CTP » car un CTP existe sur chaque contact. Si un simple « CTP » est mentionné dans la fiche technique, les concepteurs doivent confirmer qu'une « chaîne CTP » est utilisée. Dans le cas du capteur Pt1000, certaines fiches techniques mentionnent un capteur Pt100 qui est moins sensible et ne répond pas aux normes CCS. C'est une erreur courante d'appeler un capteur Pt1000 un dispositif Pt100, car le « 100 » est beaucoup plus largement utilisé que le « 1000 ». Les concepteurs doivent confirmer qu'il s'agit bien de Pt1000 et qu'il en existe un sur chaque contact.

Conclusion

La recharge rapide en courant alternatif et en courant continu des véhicules électriques à batterie répond à l'augmentation de la capacité des batteries des véhicules électriques et à la demande d'autonomie accrue. La recharge rapide en courant alternatif est utilisée avec les véhicules électriques qui parcourent des distances relativement réduites. Par ailleurs, la recharge rapide en courant continu à plus forte puissance, qui peut amener la batterie d'un véhicule électrique à 80 % d'une charge complète en quelques minutes, répond aux besoins de déplacement sur de longues distances. Le CCS offre aux concepteurs un moyen sûr, intelligent et efficace de combiner la recharge rapide en CA et en CC dans les applications automobiles et non automobiles.

www.digikey.fr