Résoudre le problème de l'incompatibilité de recharge rapide 400 V/800 V des VE

Auteur : Haris Muhedinovic, Ingénieur Applications Terrain Senior Automobile, EMEA, Vicor

La révolution de l'électrification automobile se poursuit avec le lancement par les équipementiers de nouveaux véhicules alimentés par des batteries 800 V, qui permettent non seulement d'alimenter des groupes motopropulseurs plus puissants et d'obtenir des véhicules plus performants, mais aussi de profiter de recharges plus rapides. Cependant, il existe des problèmes d'incompatibilité pour la charge rapide en courant continu. Pour pouvoir charger ces VE 800 V rapidement, les propriétaires doivent utiliser des stations de charge compatibles, et non les stations de recharge 400 V continu qui sont les plus répandues aujourd'hui. Non seulement ces stations ne sont pas compatibles avec ces VE plus récents, mais elles présentent également des limites considérables en termes de courant maximum, de gestion thermique des câbles, et de plage de tension.

Ces incompatibilités entre l'infrastructure de recharge existante et les véhicules 800 V est une source majeure d'angoisse liée à l'autonomie aujourd'hui, et il est essentiel de résoudre ce problème pour permettre aux équipementiers de poursuivre leur effort d'électrification des véhicules. Heureusement, des solutions existent. Si l'une des solutions consiste à étendre ou modifier le réseau de stations de recharge existantes, le moyen le plus sûr d'éviter toute angoisse aux consommateurs par rapport à l'autonomie, est de rendre les chargeurs à bord de leurs véhicules compatibles avec n'importe quelle station de recharge rapide à courant continu.

Le problème croissant de l'incompatibilité de recharge rapide en courant continu

Le problème d'incompatibilité se concentre sur la recharge en courant continu, qui est couramment utilisée pour la conduite longue distance lorsque le temps et l'accès sont limités. La recharge en courant alternatif au quotidien ne pose pas de problème car l'infrastructure existante du réseau de recharge en courant alternatif est assez pratique. Ce type de recharge est facilement accessible aux personnes qui possèdent un VE et qui souhaitent le recharger à la maison (pendant la nuit) ou au travail (pendant la journée) où la vitesse de recharge n'est pas critique. La recharge en courant alternatif est idéale pour l'utilisation quotidienne et les trajets de courte distance. C'est la solution la plus économique et la plus pratique pour les trajets quotidiens jusqu'à 300 km.

Cependant, lorsque les gens voyagent sur de longues distances, ils ont besoin de recharger leur véhicule rapidement dans des lieux publics, comme une aire d'autoroute. Dans ce cas, ils peuvent utiliser des stations de recharge rapide à courant continu. De telles stations proposent une puissance supérieure à 50 kW, qui peut atteindre 150 kW, voire 350 kW en pointe. Même si la recharge en courant continu est utilisée moins fréquemment que la recharge en courant alternatif, il est très important de disposer d'un réseau de recharge solide de ce type pour réduire l'anxiété des conducteurs liée à l'autonomie. En 2020, le réseau de recharge en courant continu comptait environ 400 000 chargeurs rapides accessibles au public, mais peu d'entre eux prennent en charge les véhicules 800 V. Par exemple, en Europe, seules 400 des 40 000 stations de recharge présentes prennent en charge les véhicules 800 V.

Ce déséquilibre entre les stations de recharge 400 V et 800 V constitue un problème majeur à l'heure où les équipementiers commencent à déployer de nouveaux véhicules 800 V : l'infrastructure publique de recharge est inadéquate.

Explorer les solutions de recharge rapide en courant continu
De manière générale, il y a deux approches pour résoudre le problème de la recharge rapide en courant continu : modifier les stations de recharge, ou modifier les véhicules.

L'extension du réseau de bornes de recharge rapide en courant continu peut atténuer le problème, mais ce ne saurait être la solution la plus rapide, ni la plus rentable. Il existe deux façons d'étendre le réseau de recharge rapide en courant continu :

> **Ajout de stations 800 V :** L'installation de nouvelles stations de recharge rapide en courant continu avec une capacité de tension élevée (250 à 920 V) est une solution, mais cela nécessite un investissement considérable en temps et en capital. Aujourd'hui, environ 1 000 stations de recharge seulement en Europe et aux États-Unis proposent de la recharge 800 V. Ces stations ne représentent qu'environ 2% de toutes les stations de recharge en courant continu disponibles. Pour faire face à la croissance des VE 800 V, ce réseau doit s'étendre à des centaines de stations supplémentaires. L'installation de toutes ces nouvelles stations prendra des années et sera d'un coût prohibitif.
>
> **Utilisation de stations 400V :** Une autre approche consiste à exploiter les stations 400 V et à les mettre à niveau pour qu'elles puissent également prendre en charge le 800 V, mais cela pose un certain nombre de problèmes. La charge à très haute puissance (>150 kW) n'est pas toujours disponible, et n’est pas toujours possible (température, dégradation de la batterie, etc.). De plus, les temps de charge seraient plus lents que souhaités en 800 V.

La charge embarquée avec batterie virtuelle modulaire continu-continu offre une grande souplesse et permet un rendement de 99%
Contrairement à l'extension du réseau de recharge, les solutions de conversion embarquée constituent une approche plus globale pour assurer la compatibilité avec le 400 V et le 800 V. Cette approche peut être adoptée beaucoup plus rapidement et sans investissement en capital dans l'infrastructure de recharge.

L'incompatibilité entre les batteries 800 V et les chargeurs 400 V peut être résolue par la « virtualisation des batteries » Grâce à la virtualisation de la batterie, le chargeur « voit » une batterie 400 V d'un côté du chargeur embarqué, même si c’est une batterie 800 V qui est connectée de l'autre côté. Cette approche part de la tension de la batterie, et l'adapte à la plage de tension acceptable par la station de charge. (Figure 1)

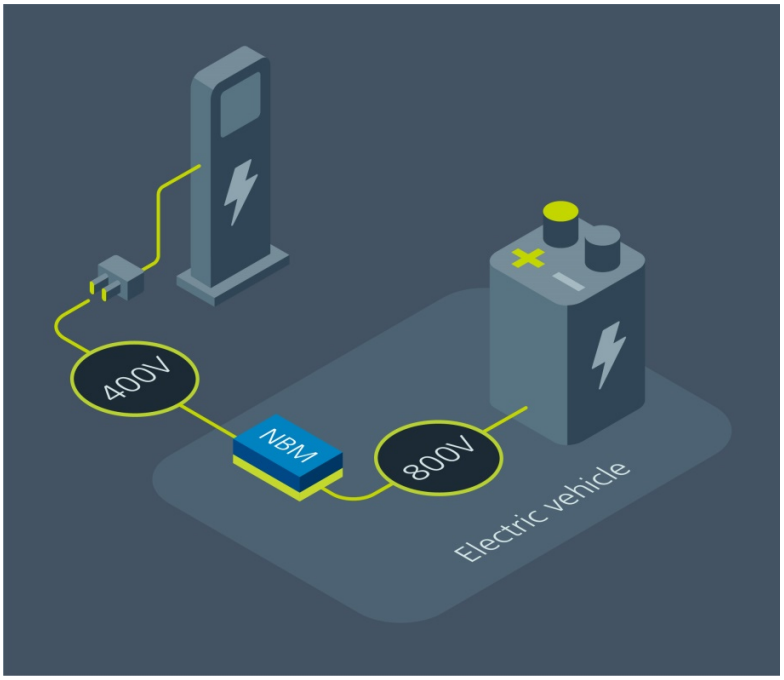

Figure 1 : L'incompatibilité entre les batteries 800 V et les chargeurs 400 V peut être résolue par une « virtualisation de la batterie » à bord du VE Grâce à la virtualisation de la batterie, le chargeur « voit » une batterie 400 V d'un côté du chargeur embarqué, même si c'est une batterie 800 V qui est connectée de l'autre côté. Cette approche part de la tension de la batterie et l'adapte à la plage de tension acceptable par la station de charge.

Les modules haute densité et haute puissance Vicor permettent de mettre en œuvre une solution de charge embarquée basée sur un convertisseur CC-CC pour la virtualisation des batteries, sans augmenter la taille, ni le poids, ni la complexité de conception.

Les modules bidirectionnels Vicor NBM™ convertissent des dizaines de kilowatts à raison de 550 kW/litre et 130 kW/kg en densité de puissance, grâce à des convertisseurs de puissance plus de 2 fois plus petits et plus légers que les solutions discrètes. La topologie SAC™ (Sine Amplitude Converter), exclusivité Vicor, assure une commutation douce au primaire comme au secondaire, et atteint un rendement de 99%. Ces caractéristiques impliquent une conception CEM simple, et

permettent une gestion très souple du refroidissement.

Figure 2 : **Les modules bidirectionnels Vicor NBM™ convertissent des dizaines de kilowatts à raison de 550 kW/litre et 130 kW/kg en densité de puissance, grâce à des convertisseurs de puissance plus de 2 fois plus petits et plus légers que les solutions discrètes. En connectant une batterie d'un côté d'un module NBM on obtient immédiatement une batterie virtuelle de l'autre côté, en divisant ou multipliant la tension ou le courant par un facteur constant.**

En connectant une batterie d'un côté d'un module NBM on obtient immédiatement une batterie virtuelle de l'autre côté, en divisant ou multipliant la tension ou le courant par un facteur constant. Au bout du compte, les modules NBM étendent la plage de tension des stations de recharge (de 250 à 460 V, à 500 à 920 V), augmentant ainsi le nombre de points de recharge disponibles, et rendant tout VE compatible avec toutes les stations de recharge à courant continu.

Une conception minutieuse du groupe motopropulseur et un contrôleur à large bande passante permettent cette virtualisation de la batterie. De plus, la technologie de conditionnement Vicor ne simplifie pas seulement l'assemblage et la fabrication, mais permet aussi une souplesse et une évolutivité de la puissance. Les équipementiers peuvent configurer des ensembles évolutifs de puissance de charge de 50 à 150 kW avec le même module, sans avoir besoin de qualifications ni de certifications supplémentaires.

Une raison de plus d'utiliser des modules de puissance

Non seulement les NBM sont capables d’assurer la virtualisation de la batterie pour la charge, mais ils peuvent aussi être intégrés à la batterie de traction pour offrir un meilleur rendement lors de la conduite à bas régime. Par exemple, la conduite en ville nécessite des régimes moteur plus bas, qui font chuter de plus de 15% le rendement de l'onduleur de traction 800 V. Les NBM permettent alors d’alimenter l'onduleur avec une tension de batterie réduite de moitié, ce qui permet de réduire d’autant les pertes de commutation tout en augmentant l'autonomie. C’est là un autre avantage, qui illustre bien comment une approche intégrée et modulaire de l'alimentation peut optimiser le circuit de distribution d’énergie, en permettant une utilisation partielle du convertisseur CC-CC pour maintenir un rendement maximal.

Éliminez l'angoisse de l'autonomie avant de partir, grâce à la conversion embarquée à bord
L'infrastructure des bornes de recharge va certainement se développer pour soutenir la croissance des VE, mais cette expansion ne résoudra pas à elle seule les problèmes de compatibilité 400 V/800 V. La meilleure solution pour réduire l'angoisse liée à l'autonomie consiste à concevoir des chargeurs embarqués compatibles avec tout chargeur rapide à courant continu.

La solution embarquée Vicor à base de modules d'alimentation haute performance permet une compatibilité totale entre les véhicules 800 V et les réseaux de recharge en courant continu, avec un investissement minimal et un bénéfice maximal. En moyenne, la solution Vicor est deux fois plus petite et plus légère que la plupart des solutions discrètes, tout en assurant un rendement et une évolutivité très élevées. Cette solution est capable de convertir des dizaines de kilowatts pour atteindre 550 kW/litre et 130 kW/kg en densité de puissance. La combinaison de leur densité de puissance record, de leur flexibilité, et de leur rendement élevé, font des modules de puissance Vicor la solution embarquée idéale pour résoudre les problèmes de compatibilité de recharge 400 V/800 V des VE.

www.vicorpower.com