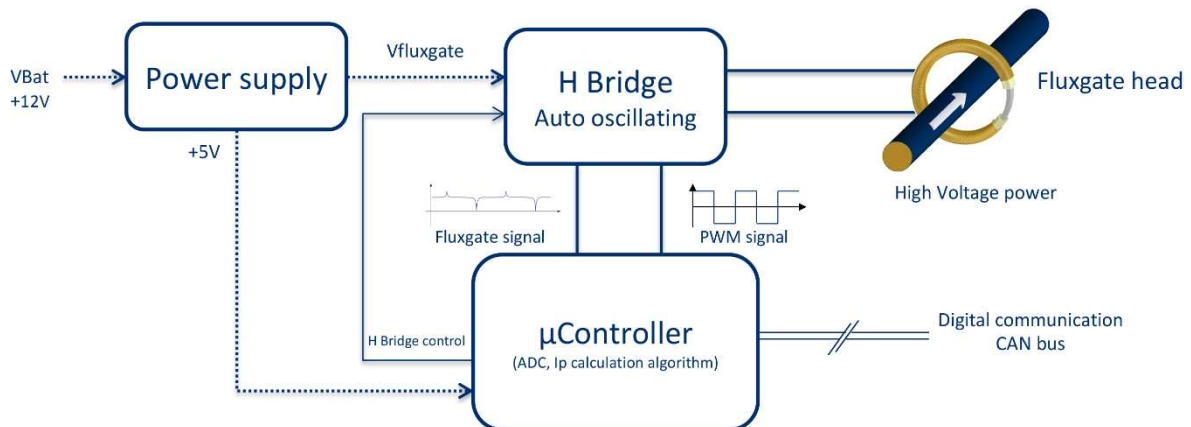


L'impact du capteur de courant sur l'autonomie et la sécurité des véhicules électriques

Auteur : Jérémie Piro, Global Product Manager BMS chez LEM

Les capteurs de courant les plus innovants aujourd'hui servent non seulement à prévenir les départs de feu plus efficacement que jamais, mais ont également un rôle à jouer pour relever les défis de l'autonomie cruciaux pour le développement du marché des véhicules électriques. Et les nouvelles tendances laissent entrevoir un usage encore plus large à l'avenir.



Il est difficile d'évoquer les véhicules électriques (VE) sans mentionner l'autonomie maximale sur une charge complète. Car si la distance parcourue avec un plein ne fait pas partie des préoccupations majeures des acheteurs de véhicules à essence ou diesel, elle est en tête de liste pour les VE.

Le paradoxe est que si le trajet moyen est estimé à 15 km, la plupart des conducteurs, selon une étude récente, estiment qu'un VE doit pouvoir parcourir près de 600 Km sur une charge complète. Or, à la rédaction de cet article, rares sont les véhicules qui y parviennent avec une batterie Lithium-Ion (Li-Ion) à pleine charge.

Le secteur automobile est confronté à un dilemme : les comparaisons entre les VE et les véhicules à moteur thermique (ICE) auxquels les clients sont habitués sont inévitables, mais sont erronées car ces technologies sont complètement différentes.

La sécurité a également une influence capitale sur le choix du véhicule électrique et devrait devenir un critère encore plus important dans les années venir.

Pourquoi la sécurité est-elle devenue un enjeu majeur ? Parce que les VE modernes sont conçus pour se charger plus rapidement, afin de répondre aux attentes d'autonomie. Par conséquent, les systèmes embarqués doivent faire face à la fois à une tension et un courant plus élevés qui appellent des mesures renforcées d'isolation. La sécurité est une priorité absolue dans le secteur automobile, que ce soit au niveau des fabricants de véhicules, de bornes de recharge ou des opérateurs de réseaux de recharge, car s'il est vital de répondre aux attentes des automobilistes, il est encore plus important de prévenir les risques de courant de fuite ou d'embrasement des véhicules.

Ainsi, l'un des principaux défis du secteur automobile à partir de 2023 sera de faire la quadrature du cercle en alliant performances, précision, faible empreinte carbone et sécurité.

État de charge, état de santé

Le système de gestion de batterie (BMS) présent dans tous les véhicules électriques tient un rôle central. Principal composant de la batterie du véhicule, le BMS a deux grandes fonctions. Premièrement, il évalue l'état de charge de la batterie, à savoir le niveau de charge de la batterie par rapport à sa capacité, ce qui est déterminant pour l'autonomie du véhicule. Deuxièmement, il gère

l'état de santé de la batterie via une fonction de sécurité embarquée, conçue pour prévenir les courants de fuite ou l'incendie. Plus ces évaluations sont précises, et il est essentiel qu'elles soient aussi précises que possibles, plus l'automobiliste sera rassuré concernant l'autonomie et la sécurité de son véhicule.

Pour que le BMS assure ces fonctions vitales, il doit intégrer des éléments de contrôle des paramètres de courant et de détection fiables. Sans surprise, les capteurs de courant, qui sont des éléments clés du BMS, ont beaucoup évolué pour s'adapter aux exigences accrues du secteur des VE.

Afin d'aider ses clients à atteindre leurs objectifs, LEM a récemment développé la troisième génération de la famille de transducteurs CAB afin de mesurer encore plus précisément l'état de charge. Le développement de cette famille de transducteurs pour BMS a commencé il y a 12 ans et a évolué en fonction des attentes des clients. Le premier modèle a représenté une véritable percée technologique en termes de précision de la mesure du courant, en éliminant le décalage magnétique et présentant également l'avantage de réaliser les mesures de courant sans contact. Le modèle suivant a été remarqué pour sa plage de courant plus étendue (de 300 à 500 A) et son niveau de sécurité renforcé.

CAB 1500 – Le nouveau membre de la famille CAB de LEM

Le CAB 1500 vient maintenant compléter la gamme CAB avec une plage de courant de $\pm 1\,500\text{ A}$. En termes de sécurité fonctionnelle, ce dispositif ASIL (Automotive Safety Integrity Level) C est conforme à la norme ISO26262 et permet de réaliser des mesures de courant redondantes à partir d'un seul capteur de courant intégré au BMS et non plus de deux, grâce à ses deux canaux internes indépendants. Les fonctionnalités électriques intégrées dans le CAB 1500 pour la gestion de la sécurité incluent la détection des surintensités, avec un indicateur d'erreur interne défini sur 1 dès que le courant dépasse $1\,600\text{ A}$. Il comporte également un indicateur de sécurité défini sur 1 (selon les résultats d'un test de plausibilité portant sur les canaux analogiques et numériques), un compteur de séquences et une vérification CRC pour la protection des communications de bout en bout (E2E).

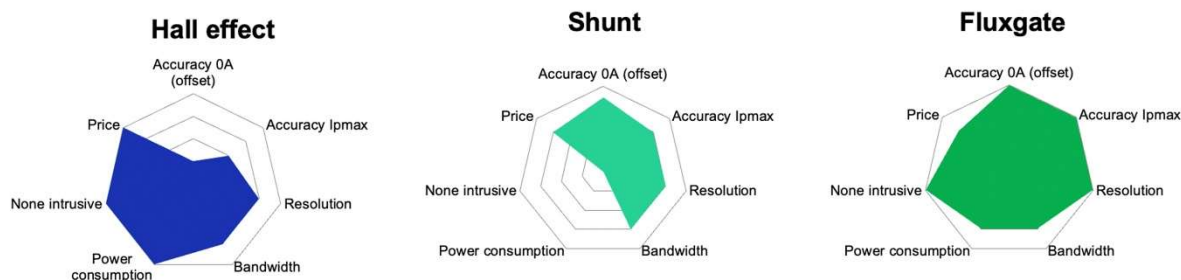
Le capteur de courant CAB 1500 est plug-and-play et permet de tripler la plage de courant sans pour autant prendre plus de place. Il offre une précision exceptionnelle de $0,5\%$ pour une plage de températures de -40 °C à $+85\text{ °C}$. Outre son très faible décalage, qui autorise une mesure précise des coulombs pour les estimations d'état de charge, ce nouveau capteur reprend le principe de mesure non intrusive tout en assurant la séparation galvanique et la compatibilité avec les applications 800 V . Les autres fonctionnalités clés du CAB 1500 incluent la possibilité de montage sur busbar ou tableau et une alimentation unipolaire par batterie $+12\text{ V}$. La tête de détection fluxgate du CAB 1500 est composée d'une bobine à induction qui allie une très haute perméabilité à une faible rémanence (H_c), afin d'assurer une transition rapide entre les états linéaire et saturé. La technologie Fluxgate est particulièrement pertinente pour les BMS hautes performances, car elle offre une résolution exceptionnelle de $0,1\%$, une précision, I_p max et décalage optimaux, des mesures non intrusives et l'isolement jusqu'à $2,5\text{ kV}$, sans oublier une faible consommation par rapport aux technologies avec shunt.

L'état de l'art en matière de capteur de courant pour BMS

En s'appuyant sur sa longue expérience de la détection du courant au sein du BMS, LEM propose un éventail de solutions optimisées tant du point de vue technique qu'économique. L'équipe R&D de LEM repousse constamment les barrières technologiques pour permettre aux fabricants de véhicules, et aux autres intervenants du secteur des VE, de développer des solutions qui non seulement répondent aux attentes actuelles, mais permettent de les faire évoluer pour favoriser l'adoption de véhicules ayant un faible impact sur l'environnement.

LEM réunit l'expertise et l'expérience indispensables pour aider les développeurs de BMS à surmonter les défis auxquels ils font face. Ceux qui intégreront les capteurs de courant de dernière génération à leur système prendront sans aucun doute une longueur d'avance. Les progrès considérables au niveau des capteurs de courant permettent aux développeurs d'incorporer des logiciels plus avancés, facilitant la collecte et le traitement de volumes de données croissants sur un

seul dispositif. Les concepteurs permettront ainsi à leurs clients finaux de disposer de VE optimisés en termes de performances, de coût et de sécurité.



Anticipant la nécessité d'une sécurité renforcée, LEM travaille activement sur deux nouveaux concepts résultant de discussions intenses avec les fabricants et de son anticipation des tendances du marché. Le premier concept consiste à ajouter des fonctionnalités, proposer des capteurs multifonction, qui suivent davantage de paramètres au niveau de l'unité de déconnexion de la batterie. Le capteur de courant, qui était jusqu'à présent cantonné à la mesure du courant de la batterie, devra contrôler aussi sa tension en différents points et signaler les points chauds. Des fonctionnalités supplémentaires, telles que le déclenchement du pyrofuse en cas de surintensité ou la surveillance de l'isolement du bloc batterie haute tension pour assurer la séparation entre la batterie et la masse du châssis de la voiture seront de plus en plus courantes. Dans la pratique, cette tendance revient à transformer les capteurs classiques en centrale de détection assujettie au BMS.

Le second concept sur lequel les ingénieurs de LEM planchent repose sur deux technologies différentes de détection du courant. Réunir les technologies « shunt + hall » dans un seul produit n'est pas révolutionnaire, mais permettra d'obtenir une solution très compétitive bénéficiant de la conjonction des 50 ans d'expérience de l'entreprise dans la conception de capteurs basés sur la technologie à boucle ouverte et d'un tout nouvel ASIC, ce qui permettra d'atteindre une précision inédite pour la voie redondante. Ce concept, décliné en différentes versions, pourra être utilisé comme module autonome ou en complément du module de détection multi-point, car il offre une tête de capteur optimisée et robuste tout à fait compatible avec le niveau de sécurité maximal, ASIL D.

A pas de géants

En résumé, les demandes du secteur automobile incitent à l'innovation et les acteurs de ce marché font tout leur possible pour s'adapter. Ces demandes vont devenir de plus en plus pressantes ; il est donc vital d'adopter les nouvelles technologies permettant de réaliser des avancées décisives. Les capteurs de courant associés aux systèmes de gestion de batterie avancés seront au cœur de ces évolutions et permettront aux véhicules électriques de passer à la vitesse supérieure.

À l'avenir, le capteur de courant est appelé à former une partie essentielle du module de calcul du BMS, où les données doivent être transmises en un seul bloc. Le coût et l'intégration mécanique sont également appelés à devenir des facteurs clés, car le BMS comme la batterie doivent devenir plus compacts et légers. LEM dispose d'une expertise et d'un savoir-faire considérables dans le domaine des capteurs de courant et des technologies associées pour offrir des solutions fiables qui optimisent les performances des systèmes de gestion de batterie sur un marché des VE en plein essor.