

Une technologie d'électrification avancée pour accélérer l'adoption du transport durable

Par Patrick Morgan, vice-président, Electrification automobile et Energie durable, Analog Devices

Le portefeuille de solutions d'électrification proposé par Analog Devices (ADI), ADI Recharge™, redéfinit aujourd'hui le concept même de mobilité électrique et l'écosystème de l'énergie durable, en offrant une valeur ajoutée aux propriétaires de véhicules électriques. Les solutions d'ADI permettent une meilleure opérationnalité de ces véhicules, mais aussi de conserver la valeur des batteries tout au long de leur cycle de vie, améliorant ainsi le coût total de possession des véhicules électriques. ADI travaille avec des OEM, des fournisseurs de rang 1, des fabricants de batteries, des producteurs d'électricité et d'autres parties prenantes pour offrir un écosystème d'information à partir des données collectées sur les batteries – une première dans ce domaine.

La montée en puissance des véhicules électriques

Les politiques gouvernementales orientées vers l'avenir, combinées aux avancées technologiques et aux engagements des industriels de l'automobile en matière de durabilité, sont de puissants accélérateurs permettant l'adoption d'un marché de masse pour les véhicules électriques. Ces véhicules restent néanmoins financièrement hors de portée pour de nombreuses personnes. Pour d'autres, il est compliqué de percevoir clairement la valeur de ce type de véhicules. Les politiques gouvernementales ne peuvent soutenir, à elles seules, l'agenda établi pour le véhicule électrique. Une innovation disruptive dans les technologies d'électrification est nécessaire, qu'il s'agisse du transport en général ou du réseau électrique. Elle doit s'accompagner de services commerciaux capables de supprimer les derniers freins à l'adoption des véhicules électriques.

Les entreprises technologiques ont ici un rôle important à jouer. Un facteur majeur pour faciliter l'accès financier aux véhicules électriques consiste à disposer de packs batteries et de systèmes de transmission plus intelligents et plus efficaces. Ces systèmes doivent être sûrs et robustes pour fournir à l'utilisateur un haut niveau de performance, tout au long de la durée de vie du véhicule. Des technologies avancées sont nécessaires pour développer les meilleures cellules de batteries, permettre un assemblage robotisé des packs, soutenir l'adoption des chimies sans cobalt comme le lithium-fer-phosphate (LFP), et instaurer un cycle de vie circulaire permettant de recycler ou de réutiliser les systèmes de stockage d'énergie.

Quand les semiconducteurs et les logiciels ouvrent la voie à un transport durable

Le portefeuille des solutions d'électrification développées par ADI, ADI Recharge™, permet à l'ensemble de la chaîne de valeur automobile – propriétaires de voitures/flottes, OEM et

fournisseurs de rang 1 –, de bénéficier de capacités disruptives. ADI Recharge™ offre notamment des solutions de pointe pour les technologies de batteries, les chargeurs embarqués, la gestion des alimentations ainsi que les technologies d'isolation. Ces solutions transforment la batterie et le système de transmission en une partie technologiquement avancée parmi toutes les capacités qu'offre un véhicule. Au cœur de ces technologies : le système de gestion de la batterie (BMS - Battery Management System) d'ADI – un système complet qui inclut non seulement le matériel, mais aussi les pilotes logiciels et les divers outils associés permettant des mises à jour dynamiques (« over-the-air »). Le BMS d'ADI a obtenu le plus haut niveau de qualification en termes de cybersécurité appliquée à l'industrie automobile (ISO 21434 CAL-4). Le mode de communication, pour les systèmes filaires et sans fil, est entièrement assuré par le protocole de réseau propriétaire d'ADI. Cette solution permet non seulement aux OEM de faire évoluer la conception des véhicules électriques, mais elle apporte aussi des capacités d'intelligence et de fiabilité au niveau des cellules de la batterie. Le pack batterie devient ainsi une plateforme définie par logicielle, et le véhicule un nœud périphérique connecté et sûr.

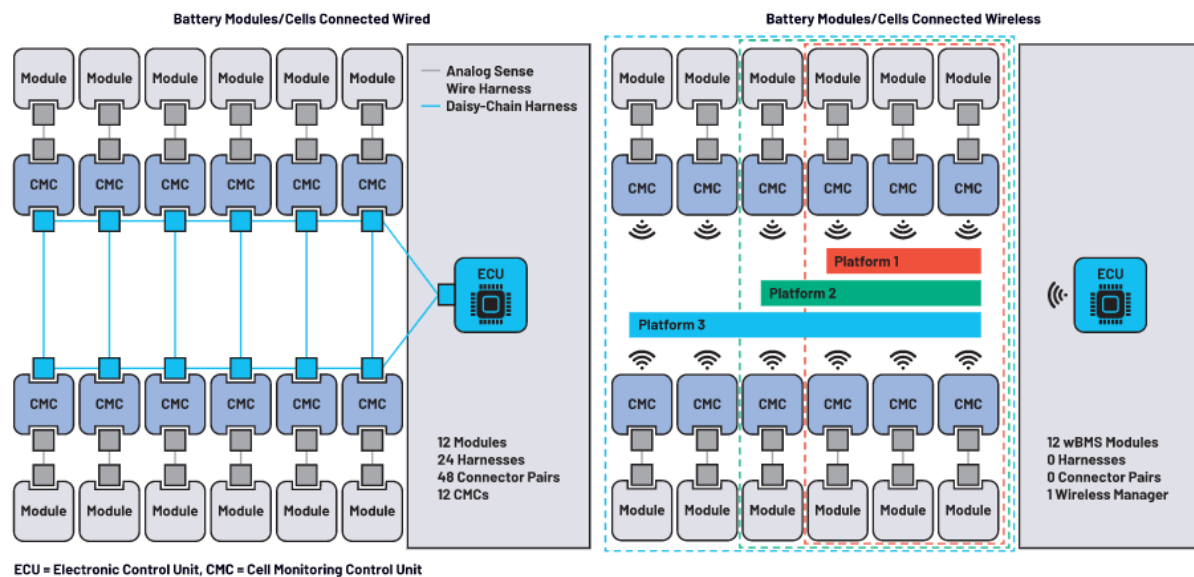


Fig. 1 – Réseau BMS câblé type (à gauche) et configuration simplifiée permise par la technologie wBMS (à droite)

Une plateforme d'informations robuste sur la batterie

ADI contribue à bâtir un nouvel écosystème où la chaîne de valeur peut tirer parti des informations relatives à la batterie, obtenues en temps réel, et déployer des solutions innovantes qui conduisent à de meilleurs résultats pour les propriétaires de véhicules/flottes, en améliorant la durée de vie de la batterie et les performances opérationnelles du véhicule électrique. En s'appuyant sur des capacités éprouvées, pionnières et précises de mesure des cellules, la solution d'ADI fournit des données en temps réel, en utilisant une intelligence sécurisée, un logiciel embarqué et des liens de communication sans fil qui sont fondamentaux pour développer de nouveaux systèmes et services couvrant l'ensemble du cycle de vie des batteries. Ces technologies offrent de nouvelles opportunités aux propriétaires de véhicules/flottes, avec une structure tarifaire basée sur la valeur et, pour les fabricants et les fournisseurs, la possibilité de

bénéficier de coûts variables plus intéressants et de réduire leurs frais généraux, avec un délai de commercialisation raccourci et une plus grande efficacité des lignes de production. Ces avancées contribuent également à créer des opportunités pour une convergence plus fiable de la mobilité électrique et des réseaux d'énergie renouvelable.

Quelles sont les principales caractéristiques de la plateforme d'information d'ADI ?

- **Données collectées à la source** – Les capteurs intelligents situés au niveau des cellules de la batterie collectent des données et les transmettent, via une liaison sans fil, à une plateforme de gestion centrale qui fournit les informations traitées à l'ECU du BMS. ADI fournit un logiciel de grade production qui permet d'accéder aux informations. La plateforme peut être reconfigurée très simplement via de simples API.
- **Informations élargies et plus précises** – Développés par ADI, les circuits intégrés de 7^e génération utilisés pour superviser les éléments de la batterie sont les composants les plus importants du système. Bénéficiant des capacités de mesure éprouvées d'ADI, ils offrent de nouvelles fonctionnalités permettant d'obtenir des informations élargies et plus précises. Ils peuvent analyser précisément le niveau de charge de la batterie, ainsi que son état de santé avec le plus haut niveau de précision du marché. Cette précision est garantie sur l'ensemble de la durée de vie du composant. Ces circuits consomment vingt fois moins d'énergie que la précédente génération. Une partie de l'énergie économisée permet ainsi de traiter des données localement. Un seul circuit intégré peut superviser un module jusqu'à 100 V ou 24 cellules en série. Il s'agit donc d'un composant à haut niveau d'intégration, particulièrement économe en énergie.
- **Microcontrôleur RF sécurisé** – Le logiciel embarqué contrôle le fonctionnement du circuit et traite les données qui alimenteront les algorithmes d'ADI. Ces derniers génèrent des informations qui peuvent être utilisées pour diverses applications, comme la charge rapide et l'augmentation d'autonomie, grâce à une estimation plus précise de l'état de charge. Le radio ultra robuste du microcontrôleur (MCU) RF et le logiciel réseau embarqué transfèrent les informations vers l'ECU du BMS. Chaque MCU RF comprend un sous-système de sécurité complet, conforme à la norme ISO 21434 CAL-4. L'une des fonctionnalités clés est l'identité sécurisée unique de chaque circuit intégré, qui peut être utilisée pour établir un historique de fonctionnement de chaque batterie.
- **Traitement centralisé** – Les algorithmes d'ADI fusionnent les données traitées depuis les multiples nœuds périphériques afin de fournir des informations pertinentes sur le pack batterie et sur le véhicule lui-même.

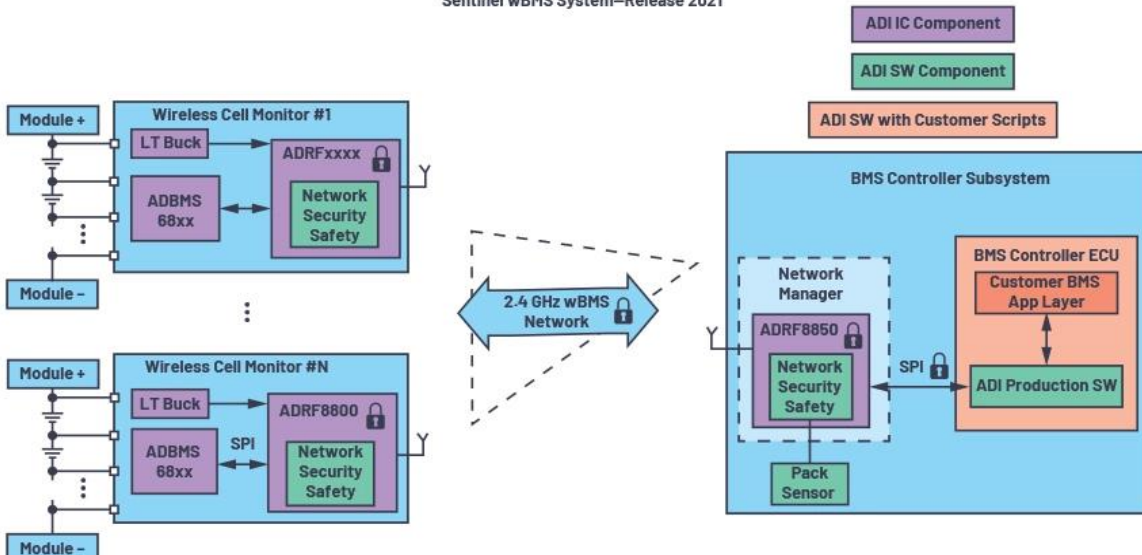


Fig. 2 – Un système sans fil wBMS robuste et sûr

Une valeur durable tout au long du cycle de vie de la batterie

Les OEM s'orientent aujourd'hui très rapidement vers l'électrification de leurs flottes de véhicules, ce qui ouvre la voie à des opportunités majeures offrant une valeur durable.

Production robotisée des véhicules électriques

L'offre ADI Recharge™ permet de s'affranchir des faisceaux de câbles. Les OEM peuvent ainsi déployer plus facilement leurs outils de fabrication robotisés, accroître l'efficacité de leurs lignes de production en renforçant la fiabilité globale et en améliorant l'assemblage des packs batterie et réduire les coûts de production. Le système d'ADI est compatible avec toutes les chimies de batteries, y compris les technologies low-cost. La plus grande modularité apportée aux packs batterie permet de disposer de la flexibilité nécessaire à la production de différents modèles de véhicules électriques – de l'entrée de gamme jusqu'au premium. Grâce à la robustesse de l'architecture sans fil, les mises à jour logicielles, et celles du réseau, permettent de réduire les besoins en matériaux pour la batterie. En comparaison avec un réseau câblé, le réseau sans fil est mis en œuvre rapidement et facilement, ce qui réduit d'autant la durée du cycle de développement. Des économies sont également faites au niveau de l'architecture grâce à la 7^e génération de circuit supervision des cellules : la possibilité d'adresser jusqu'à 24 canaux avec un seul circuit intégré réduit le nombre de composants nécessaires à la connexion entre circuits, et les performances améliorées en termes de compatibilité électromagnétique (EMC) permettent de se passer de divers composants externes tels que certains condensateurs.

Modélisation RF des packs batterie

Nous sommes entrés dans l'ère du véhicule connecté. Le système développé par ADI permet de mettre en œuvre des services de modélisation RF de haute précision pour les packs batterie. Il est ainsi possible d'identifier, du premier coup, la conception du pack qui offre les performances RF les plus robustes, et ce bien avant que les prototypes ne soient disponibles. Cette approche

facilite la conception de batteries plus performantes, la planification de la fabrication et permet ainsi un retour sur investissement nettement supérieur lors des phases de développement.

Plus grande fiabilité des véhicules

La connectivité sans fil permet de s'affranchir du faisceau de câbles. C'est non seulement une économie de coût, mais aussi l'assurance d'éliminer des sources potentielles de défaillance du véhicule car les fils et les connecteurs se détériorent dans le temps. De surcroît, la plateforme peut réaliser, en toute autonomie, des tests batterie approfondis pendant la phase de fabrication et de fonctionnement du véhicule, afin de détecter les signes avant-coureurs de défauts/défaillances pouvant engendrer de graves problèmes de sécurité pour l'utilisateur.

Haut standard de cybersécurité et passeport batterie

Pour que l'écosystème puisse créer de nouveaux systèmes et offrir des services à forte valeur ajoutée autour des données relatives à la batterie, la transparence, la sécurité et la facilité de déploiement sont des caractéristiques critiques à prendre en compte. ADI apporte cette technologie jusqu'à la phase de production série, sous la forme d'une solution clés en mains avec sécurité intégrée à tous les niveaux. La plateforme wBMS est certifiée conforme au plus haut standard de cybersécurité automobile (ISO 21434 CAL 4). Chaque circuit du wBMS est doté d'une identité sécurisée – une brique vitale pour concrétiser les objectifs des industriels de l'automobile en termes de passeport batterie.

Opérations et performances améliorées

La plateforme wBMS bénéficie de la 7^e génération de circuits ADI pour la surveillance des cellules et des algorithmes associés. Elle permet une charge plus rapide, une plus grande autonomie et une durée de vie prolongée de la batterie, tout en garantissant une sûreté maximale à l'utilisateur. La possibilité de mettre facilement à jour le logiciel assure une amélioration régulière des performances de la batterie et de la transmission. La gestion sans fil sécurisée permet en outre de vérifier et d'analyser sans difficulté l'état de la batterie. En cas de détection d'un dysfonctionnement, la configuration sans fil simplifie grandement la dépose et le remplacement du module défectueux.

Transition simple vers une seconde vie des batteries

Les packs batteries représentant plus de 30 % du prix de vente d'un véhicule électrique, il existe une véritable incitation économique, à tous les niveaux de la chaîne de valeur, à alimenter un marché secondaire. La plateforme wBMS supervise l'état de la batterie tout au long de sa durée de vie, garantissant ainsi la valeur de revente du pack et permettant d'établir un climat de confiance entre acheteurs et vendeurs. Il convient donc de considérer les packs batterie comme des actifs permettant de récupérer une partie de l'investissement initial et de potentiellement faire bénéficier les propriétaires de véhicules/flottes de ces économies. La suppression du faisceau de câbles permet un démontage plus rapide et plus économique des packs, ce qui facilite la transition des batteries vers une seconde vie et des applications de recyclage.

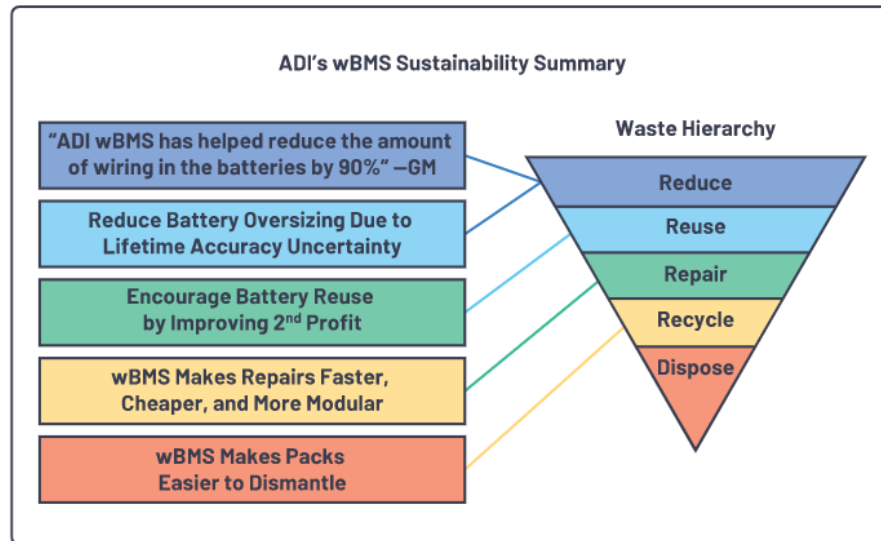


Fig. 3 – Les packs batterie peuvent être réparés, réutilisés et recyclés plus facilement.

Convergence du transport électrique et du réseau d'énergie renouvelable

La multiplication rapide des véhicules électriques engendre une forte demande de bornes de recharge et exerce une contrainte dynamique supplémentaire sur le réseau électrique, aussi bien dans le temps que dans l'espace. Le stockage de l'énergie et sa conversion, combinés aux capacités de gestion, vont transformer les véhicules électriques en un outil de stabilisation du réseau particulièrement précieux.

Le logiciel intelligent et la connectivité sans fil de la plateforme wBMS d'ADI, pour les véhicules électriques et les systèmes de stockage de l'énergie, contribuent à la coordination du flux d'électricité sur le réseau d'énergie renouvelable, afin de gérer plus efficacement, et en totale transparence, l'offre et la demande. Des taux de charge dynamiques peuvent être utilisés pour optimiser la fréquence des recharges et s'assurer des tarifs d'électricité plus intéressants.

En route vers un avenir plus durable

En nous tournant vers l'avenir, nous voyons que les véhicules électriques sont au tout début d'une transition massive vers la durabilité, à l'échelle de la planète. Des solutions technologiques avancées restent toutefois nécessaires des deux côtés du câble de recharge. Les batteries vont continuer à proliférer et à connaître de nouveaux développements avec différents types de chimies. De nouvelles perspectives sont désormais nécessaires pour permettre un cycle de vie circulaire de ces produits. L'objectif d'un avenir durable passe également par des pratiques éthiques, avec des chimies de batteries qui abandonnent les minerais dits « de conflit », pour s'orienter vers des solutions sûres et durables telles que le lithium-fer-phosphate (LFP) sans cobalt, qui auront de plus en plus la faveur des professionnels et des utilisateurs sur le marché. En tirant parti de ses innovations pour assurer une gestion et un contrôle précis des batteries, avec un traitement du signal en temps réel, ADI ajoute de l'intelligence à chaque nœud de

l'écosystème, contribuant ainsi à la convergence du transport d'électricité et des réseaux d'énergie renouvelable – en route vers un avenir plus durable.

À propos de l'auteur

Dr. Patrick Morgan est vice-président et directeur général de la division Automobile d'Analog Devices, l'un des premiers fournisseurs mondiaux de circuits intégrés analogiques/mixtes, de logiciels et de systèmes. Il affiche plus de 25 ans d'expérience dans le développement, l'essor et la gestion d'entreprises présentes sur les marchés de l'automobile, de l'électronique grand public et de l'industriel. Dans le cadre de précédentes expériences, il a établi et développé la position de NXP et Freescale Semiconductor dans le domaine des systèmes avancés d'aide à la conduite (ADAS). Avant de rejoindre Freescale, Patrick a occupé le poste de vice-président de Javelin Semiconductor, une start-up spécialisée dans les amplificateurs de puissance, dont il a accompagné la croissance quatre années durant, de sa création à son acquisition par Avago. Patrick Morgan a également dirigé l'activité Produits sans fil de Silicon Labs, passant de zéro à plus d'un milliard de dollars de combinés téléphoniques mobiles au début des années 2000. Patrick Morgan est titulaire de sept brevets et d'un doctorat en génie électrique de l'université de Stanford (Californie).