

Comment les pilotes de détonateur et de contacteur participent à renforcer la sécurité et l'efficacité des systèmes coupe-circuit



Dans les systèmes de gestion des batteries (BMS), l'unité de distribution d'énergie alimente les principales fonctions des véhicules hybrides et électriques, tout en garantissant des mécanismes de sectionnement sûr en cas de surtension ou de surintensité. Mais les niveaux de tension et d'intensité toujours plus élevés, ainsi que les exigences croissantes en termes d'efficacité et de fiabilité, rendent la tâche de plus en plus difficile pour les ingénieurs chargés de concevoir deux composants essentiels de cette unité, à savoir : les relais haute tension et les fusibles de coupure. La Figure 1 permet de visualiser ces composants.

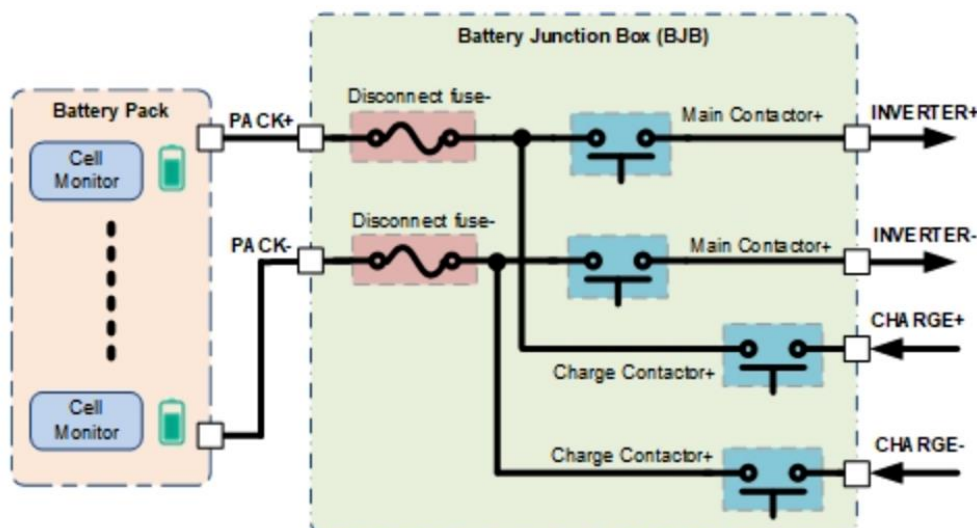


Figure 1 Battery disconnect fuse and high voltage relays in BMS power distribution

Figure 1 Fusible coupe-batterie et relais haute tension sur l'unité de distribution d'énergie d'un BMS

En cas d'urgence, le fusible coupe-batterie non réarmable s'active afin de déconnecter la batterie du reste du véhicule. Quant aux relais haute tension, également connus sous le nom de « contacteurs », ils établissent et interrompent le passage du courant dans les lignes d'alimentation d'un véhicule hybride ou électrique en fonctionnement normal. Le présent article évoque des technologies émergentes dans le domaine des pilotes de contacteurs et de fusibles de coupure, qui participent à rendre les BMS plus intelligents, plus sûrs et plus efficaces.

Proposer un système coupe-circuit rapide et fiable

En cas de collision, le courant doit être coupé sur les composants en aval afin d'éviter toute complication ou dommage supplémentaire. Pour cela, les deux solutions les plus couramment utilisées sont les fusibles thermiques et les pyrofusibles. Les premiers se déclenchent sous l'effet de la chaleur induite par une surintensité. Ils sont pré-réglés en usine. Les seconds nécessitent qu'un pilote électronique émette un signal ordonnant le sectionnement ; ils sont essentiellement gérés par des circuits discrets ou des pilotes de détonateur d'airbag classiques. À mesure que les véhicules hybrides et électriques gagnent en puissance, les fusibles pyrotechniques sont le gage de davantage de fiabilité et d'un déploiement plus rapide. Mais les solutions conventionnelles de pilotage de ces pyrofusibles se complexifient rapidement dès que l'on cherche à réduire le temps de réaction. Cette complexité est encore accrue par la nécessité de respecter les exigences fixées par Organisation internationale de normalisation dans la norme ISO 26262.

Pour réduire le délai de réaction, le pilote de pyrofusible [DRV3901-Q1](#) met en place une interface matérielle directe à deux broches, capable de contourner l'interface série périphérique (SPI). Le pilote DRV3901-Q1 peut être appairé à un capteur de tension, de courant et de résistance (UIR) afin d'accélérer encore davantage le déploiement. Un tel capteur, tel que le [BQ79631-Q1](#), est capable de communiquer directement avec le pilote DRV3901-Q1 via les broches, ce qui permet de se passer d'un microcontrôleur.

L'une des principales fonctions d'un fusible pyrotechnique consiste à couper la batterie du reste du système en cas de collision ou autre défaillance critique. Les concepteurs de systèmes doivent s'assurer que ce fusible est fonctionnel et s'activera correctement. Les diagnostics

intégrés au DRV3901-Q1 surveillent donc l'état du pilote et du pyrofusible, ainsi que la disponibilité de l'alimentation de secours. Pour ce dernier point, la tension de décharge du condensateur de réservoir est mesurée. C'est en effet ce condensateur qui tient lieu de source d'énergie de secours lorsque l'alimentation principale, à savoir la batterie, n'est plus disponible. Le pilote DRV3901-Q1 et le microcontrôleur procèdent à des vérifications régulières de la tension de décharge du condensateur afin de détecter en amont toute défaillance de cette alimentation d'urgence, et d'émettre un signal d'alerte.

Il est important que le pyrofusible se déclenche si nécessaire, mais aussi qu'il ne s'active pas par erreur. Des diagnostics de sécurité intégrés au pilote DRV3901-Q1 empêchent donc toute activation non intentionnelle, et ce de diverses manières : présence de pilotes distincts côté haute tension et côté basse tension, broches redondantes pour le déclenchement direct du matériel, et protection par contrôle de redondance cyclique (CRC) de l'interface série périphérique.

Améliorer la distribution du courant dans tout le véhicule

Les contacteurs les plus courants sur les lignes d'alimentation d'un véhicule hybride ou électrique sont les contacteurs principaux, qui relient la batterie haute tension à l'onduleur de traction. Mais d'autres dispositifs d'alimentation peuvent également être présents, notamment des contacteurs de charge CA-CC, qui assurent la jonction entre une station de recharge et la batterie, ou encore des contacteurs auxiliaires destinés à d'autres charges électriques, par exemple les éclairages ou les radiateurs à l'intérieur de l'habitacle.

Un contacteur est un solénoïde basse tension qui commande un commutateur mécanique capable de fournir un courant de haute intensité et de haute tension. Les contacteurs des véhicules hybrides et électriques évoluent pour s'adapter à des systèmes toujours plus puissants. Le solénoïde basse tension est souvent géré par un circuit de commande, appelé « économiseur ». À mesure que les exigences d'efficacité, de fiabilité et de sécurité se sont renforcées, ce circuit a gagné en importance et en complexité afin d'améliorer l'efficacité énergétique à haute puissance. Il participe à réduire la consommation de courant nécessaire pour maintenir le contacteur en position fermée. L'économiseur peut être intégré directement au contacteur, ou constituer un dispositif externe ajouté. Dans le second cas, les objectifs de sécurité au niveau du système peuvent rapidement induire une grande complexité.

Un pilote de contacteur haute puissance entièrement intégré tel que le [DRV3946-Q1](#) peut remplacer des circuits d'économiseur complexes. Le contacteur est ainsi activé efficacement et désactivé en toute sécurité. Pour encore plus d'efficacité, le pilote DRV3946-Q1 dispose d'un système programmable de contrôle du courant de crête et du courant de maintien. La [Figure 2](#) représente cette fonctionnalité en action. Il est possible de fournir davantage de courant au démarrage pour assurer la connexion initiale. Ensuite, le courant est ramené à un niveau inférieur dans la phase de maintien. La possibilité de programmer les phases de crête et de maintien facilite le bon fonctionnement du contacteur.

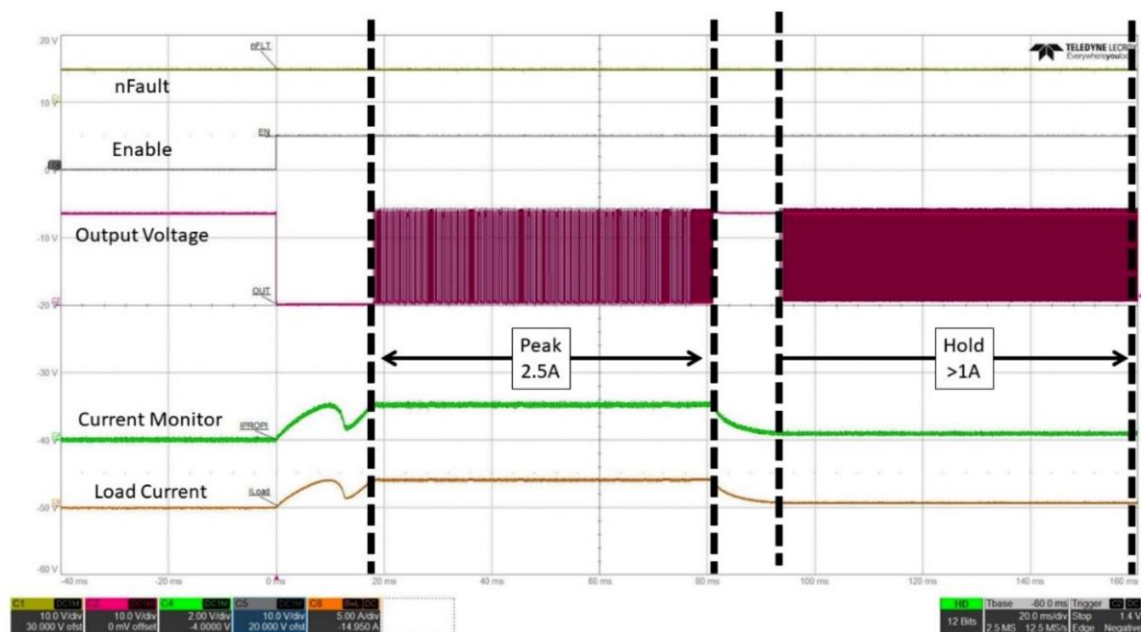


Figure 2 Peak and Hold Current Control in the DRV3946-Q1

Figure 2 Contrôle du courant de crête et du courant de maintien sur le DRV3946-Q1

Il est également essentiel de pouvoir désactiver le contacteur rapidement afin d'éviter tout phénomène de soudage par contact et d'assurer une première ligne de défense pour le reste des systèmes du véhicule en cas de problème. Les solutions habituellement mises en œuvre pour contrôler le courant de crête et le courant de maintien avec une capacité de décharge rapide nécessitent des circuits complexes. Le pilote DRV3946-Q1, quant à lui, rassemble ces deux fonctions sur une seule puce afin de simplifier ces systèmes et d'en renforcer l'efficacité et la sécurité.

Conclusion

Améliorer l'efficacité et la fiabilité des contacteurs participe à augmenter l'autonomie et à renforcer la sécurité des véhicules hybrides ou électriques au quotidien. L'intégration d'un pilote de pyrofusible à une solution monopuce permet de prendre des décisions plus pertinentes, plus rapidement, en matière de coupure de la batterie. Avec le pilote de pyrofusible DRV3901-Q1 et le pilote de contacteur DRV3946-Q1, les ingénieurs disposent de nouvelles options pour concevoir des véhicules plus intelligents et plus sûrs.