

Projet de Thèse Ph.D, Automne 2016-2019

— *Équilibrage actifs de cellules Li-Ion pour véhicule électrique à haut rendement* —

e-TESS-UdeS : Prof. João P. TROVÃO, Joao.Trovao@Usherbrooke.ca

e-TESS-UdeS : Prof. Maxime DUBOIS, Maxime.Dubois@Usherbrooke.ca

CTA - BRP – UdeS : Éric MENARD, eric.menard@cta-brp-udes.com

Contexte

Pour des produits récréatifs, le véhicule électrique doit garder des ratios de poids/puissance optimums, une puissance élevée et une autonomie raisonnable à un coût d'achat comparable à celui des véhicules avec moteurs à combustion. Le bloc-batterie doit être conçu spécifiquement pour une architecture de produits récréatifs, avec ses contraintes ergonomiques, tout en maximisant l'énergie embarquée, l'échelonnabilité, la durée de vie, les coûts et l'utilisation sur différents modèles de véhicule.

Les différences de capacité entre des cellules qui sont placées en série dans une même chaîne réduisent l'énergie disponible au plus faible élément de cette chaîne [1, 2]. Ainsi, ces non-uniformités condamnent 10-15 % de l'énergie totale utilisable sur la batterie entière, en plus de réduire la vie utile des cellules. La surveillance et l'équilibrage des cellules par le biais d'un système de gestion (BMS) permettent de compenser les variations inter-cellules afin de maximiser l'autonomie du véhicule [1, 2]. La majorité des BMS sur le marché utilisent un équilibrage passif, composé de transistors et de résistances qui dissipent l'énergie excédentaire contenue dans les cellules les plus fortes. Cette méthode a l'avantage d'être simple et de minimiser le coût des composantes électroniques associées à l'équilibrage. Elle garantira que les cellules les plus faibles ne seront jamais surchargées. Néanmoins, cette méthode sacrifie environ 10% de l'énergie utilisable par le bloc batterie, ce qui force à augmenter sa taille, sa masse et son coût du même pourcentage pour atteindre l'objectif d'autonomie donnée.

D'autres types de circuits électroniques d'équilibrage récupératifs ont été présentés dans la littérature [3], permettant de transférer la charge excédentaire d'une cellule vers une autre, sans que celle-ci ne soit perdue en dissipation thermique. Toutefois, ces circuits utilisent un nombre élevé de petits transformateurs et inductances, soit le même nombre que le nombre total de cellules dans le bloc batterie. Or, le coût de ces transformateurs/inductances est du même ordre de grandeur que le coût des cellules. L'une des innovations prévues à cette demande vise l'utilisation d'un circuit d'équilibrage novateur, incluant l'utilisation d'un seul transformateur pour une chaîne complète de cellules.

Objectifs

- Étude et mise en œuvre du circuit d'équilibrage récupératif à un transformateur par branche ;
- Les modules d'équilibrages récupératifs développés devront pouvoir facilement remplacer les systèmes d'équilibrage conventionnelle, ce qui permettra de valider les avantages d'un équilibrage récupératif dans les prototypes finaux de bloc-batterie;
- Développement d'un BMS compatible avec le circuit d'équilibrage développé;
- Tests e validation sur différents prototypes et sous différente conditions.



Exemple de véhicules rétractifs CTA-BRP-UdeS

- [1] X.M. Xu, R. He, Review on the heat dissipation performance of battery pack with different structures and operation conditions, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 29, January 2014, Pages 301-315
- [2] Tessier, A., "Analyse des dispersions des résistances internes de cellules au Lithium-Ion", mémoire de Maîtrise, Université de Sherbrooke, oct. 2015.
- [3] David R. Pendergast, Edward P. DeMauro, Michael Fletcher, Eric Stimson, Joseph C. Mollendorf, A rechargeable lithium-ion battery module for underwater use, Journal of Power Sources, Volume 196, Issue 2, 15 January 2011.