

Projet de Maitrise, 2016-2018

— Méthodologie de caractérisation du vieillissement des cellules Li-Ion pour application véhiculaire —

e-TEC-UdeS : Prof. João P. TROVÃO, Joao.Trovao@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 optimaux, 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 batteries Li-Ion se dégradent en relation avec les effets thermiques (vieillesse) [1]. De ce fait, la quantité d'énergie et la puissance extractibles des éléments de stockage seront également réduites, entraînant perte d'autonomie et perte de puissance dans les accélérations. Il est nécessaire de développer des modèles de batterie, lesquels incluent notamment la prédiction de la capacité, tension et résistance interne des blocs batterie en fonction de la température, de l'état de charge, du vieillissement en statique (courant constant), mais également en dynamique (impulsion de courant). De nombreux auteurs ont présenté des modèles électriques équivalents de cellules électrochimiques, lesquels analysent l'effet de la résistance interne [2, 3, 4]. En outre, les principaux modèles présentés dans la littérature ne font que reproduire les comportements de batterie de faible capacité ou pour des applications stationnaires [1, 4], mal adaptés pour les applications où un grand bloc batterie est nécessaire, avec plusieurs associations séries et parallèles. L'une des innovations prévues est précisément le développement de modèles électrothermiques, considérant l'influence de la géométrie des cellules, de leur dégradation, du boîtier, de l'influence du refroidissement sur chaque cellule (qui ne sera pas uniforme), de la variation des températures externe et interne de la batterie.

Objectifs

Définir une méthodologie de caractérisation des effets interne et externe aux cellules Li-Ion utilisées dans un bloc batterie d'un véhicule électrique. Cette méthodologie servira à modéliser l'évolution thermique et l'accumulation de chaleur dans un bloc-batterie amalgamé à un matériau à changement de phase avec validation expérimentale de la méthodologie développée. Deux cas spécifiques seront pris en considération :

- le bloc-batterie est soumis au cycle de charge-décharge typique du véhicule;
- emballage thermique de l'ensemble du bloc-batterie;

Tests expérimentaux à plusieurs cellules Li-Ion avec différentes capacités.

Cyclage de cellules, de modules et bloc de batteries pour différentes températures et états de charge;

Comparaison des performances des différentes cellules en fonction des paramètres thermiques et du profil temporel de charge/décharge avec validation expérimentale du modèle développé.



Exemple de véhicules rétractifs CTA-BRP-UdeS

- [1] Chen M., Rincon-Mora G.A. (2006) Accurate electrical battery model capable of predicting runtime and I-V performance, IEEE Transactions on Energy Conversion, vol. 21, no 2, p. 504 – 511.
- [2] Zhao S., Wu F., Yang L., Gao L., Burke A.F. (2010) A measurement method for determination of dc internal resistance of batteries and supercapacitors, Electrochemistry Communications, vol. 12, no 2, p. 242–5.
- [3] Gao L., Liu S., Dougal R.A. (2002) Dynamic lithium-ion battery model for system simulation, IEEE Transactions on Components and Packaging Technologies, vol. 25, no 3, p. 495–505.
- [4] Jaguemont, J.; Boulon, L.; Dube, Y., (2016) Characterization and Modeling of a Hybrid-Electric-Vehicle Lithium-Ion Battery Pack at Low Temperatures, IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol.65, no.1, pp.1-14, Jan. 2016