

Thèse de Doctorat

Jérémie JOUSSE

Mémoire présenté en vue de l'obtention
du grade de Docteur de l'Université de Nantes
Sous le label de l'Université Nantes Angers Le Mans

Discipline : Electronique
Spécialité : Stockage électrochimique de l'énergie
Laboratoire : IETR UMR 6164

Soutenance le 16 octobre 2014

École doctorale Sciences et Technologies de l'Information et Mathématiques (STIM)

INTÉGRATION D'UN ACCUMULATEUR LITHIUM ION COMMUNICANT DANS UN SYSTÈME PHOTOVOLTAÏQUE AUTONOME

JURY

Président	M. Philippe LEMOIGNE , Professeur, Ecole Centrale de Lille
Rapporteurs	M. François COSTA , Professeur, Université Paris Est Créteil (UPEC) / ESPE M. Pascal VENET , Professeur, Université Lyon 1
Examineurs	M. Jean-François DIOURIS , Professeur, Ecole polytechnique de l'université de Nantes M. Djamel MOURZAGH , Ingénieur R&D, CEA Grenoble
Directeur de Thèse	M. Nicolas GINOT , Maître de Conférences/HDR, IUT de Nantes
Co-encadrants	M. Christophe BATARD , Maître de Conférences, IUT de Nantes Mme Elisabeth LEMAIRE , Chercheur, CEA/INES, Le Bourget du Lac
Invité	M. Jean-Pierre BELLARD , Responsable Technique, Novea Energies, Beaucauzé

Travaux réalisés dans le cadre d'un CTCI avec le CEA et la société Novéa Energies.

Confidentialité du manuscrit jusqu'au 16/10/2019

Thèse de Doctorat

Jérémie JOUSSE

INTÉGRATION D'UN ACCUMULATEUR LITHIUM ION COMMUNICANT DANS UN SYSTÈME PHOTOVOLTAÏQUE AUTONOME
INTEGRATION OF A COMMUNICATING LITHIUM ION BATTERY IN AN AUTONOMOUS PHOTOVOLTAIC SYSTEM

Résumé

Le projet de recherche présenté explore les problématiques liées à l'introduction de la technologie d'accumulateur lithium ion (Li-ion) au sein des produits d'éclairage autonome de la société Novéa Énergies, partenaire du projet. Aujourd'hui, les batteries plomb-acide sont encore majoritairement utilisées pour ce type d'application. Cependant leur durée de vie limitée nécessite plusieurs remplacements du système de stockage dans la vie du produit.

Du fait de sa longévité, de son faible coût et de sa sécurité, la technologie Li-ion LFP est étudiée dans ce projet pour remplacer le système de stockage plomb-acide. Les tests de caractérisation réalisés confirment l'adéquation de cette technologie avec l'application étudiée tandis que les tests de vieillissement montrent un net avantage par rapport aux batteries plomb-acide étanches utilisées.

Un système de stockage modulaire constitué de plusieurs batteries Li-ion en parallèle est proposé pour conserver la flexibilité de la technologie plomb-acide. La technologie Li-ion nécessite cependant un Battery Management System (BMS) au plus près des cellules de chaque batterie afin d'assurer la fiabilité et la sécurité du système de stockage. Pour permettre la communication entre ces BMS et l'électronique de gestion de l'application, une solution de communication par courant porteur utilisant le bus de puissance DC est développée. Le prototype réalisé est compatible avec le protocole CAN et permet d'atteindre un débit de données utile de 97 kbits/s. Ce projet doctoral a été mené dans le cadre d'un Contrat de Thèse CEA – Industrie (CTCI) sous la tutelle du laboratoire IETR et en partenariat avec la société Novéa Énergies.

Mots clés

Li-ion ; Vieillissement ; LiFePO_4 ; Courant Porteur en Ligne ; CAN ; Éclairage urbain ; DEL.

Abstract

This doctoral research project aims at designing a lithium ion (Li-ion) secondary battery for the autonomous lighting products of the company Novéa Énergies. Nowadays, lead-acid batteries are still mainly used in this kind of systems. However, frequent replacements of the energy storage system are needed due to the limited shelf life of this technology.

Thanks to its long lifespan, low cost and enhanced security, Li-ion LFP batteries are studied in this work in order to replace the existing lead-acid storage system. Stress tests conducted on Li-ion LFP cells show the adequacy of this technology with the studied application. Accelerated aging tests also show a clear advantage of this technology compared to valve regulated lead-acid batteries.

In order to retain the flexibility of the lead-acid solution, a modular energy storage system built from several Li-ion batteries is studied. However Li-ion batteries need an electronic battery management system (BMS) close to their cells to ensure reliable and safe operation. In order to enable a communication between the various BMS and the main application controller, a new communication system compatible with the CAN protocol and using power line communication over the DC power bus is developed. A prototype is built and allows useful data rates up to 97 kbits/s.

This doctoral project was ruled by a contract issued by the CEA, a French government-funded technological research organization. It was conducted under the supervision of the IETR laboratory and in partnership with the company Novéa Énergies.

Key Words

Li-ion ; Aging ; LiFePO_4 ; Power Line Communication ; CAN ; Urban lighting ; LED.