



AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

Le Doyen de la Faculté des Sciences Dhar El Mahraz –Fès – annonce que

Mr **BOUMEDRA Ismail**

Soutiendra : le **Jeudi 18/07/2024 à 10H00**

Lieu : **FSDM – Centre Visioconférence**

Une thèse intitulée :

« Conception et réalisation d'un système intelligent et optimal pour la charge des batteries Li-ion aux véhicules électriques »

En vue d'obtenir le Doctorat

FD : Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication

Spécialité : Génie Electrique

Devant le jury composé comme suit :

Nom et prénom	Etablissement	Grade	Qualité
Pr SAYYOURI Mhamed	Ecole Nationale des Sciences Appliquées, Fès	PES	Président
Pr SEBBANE Mohamed	Faculté des Sciences, Meknès	PES	Rapporteur & Examineur
Pr CHERKAOUI Abdeljabbar	Ecole Nationale des Sciences Appliquées, Tanger	PES	Rapporteur & Examineur
Pr EL ALAMI Rachid	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	MCH	Rapporteur & Examineur
Pr EL KHADIRI Karim	Ecole Normale Supérieure, Fès	MCH	Examineur
Pr OUZZANI JAMIL Mohammed	Université Privé de Fès	PES	Examineur
Pr OUREMCHI Mounir	Ecole Supérieure de Technologie, Fès	MC	Invité
Pr QJIDAA Hassan	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PES	Directeur de thèse



Résumé :

Les batteries Li-ion sont devenues la tendance du stockage d'énergie et l'alimentation des véhicules électriques ainsi les dispositifs électroniques et médicaux. La dominance de ce type de batterie est due à la réactivité qui répond aux besoins du marché industriel. Cette réactivité des batteries Li-ion en terme de composition chimique, méthodes de charge, temps de charge et durée de vie est produite à l'aide des recherches scientifiques et l'attention de plusieurs secteurs.

L'intérêt de cette thèse vise sur les trois axes (méthodes de charge, temps de charge, durée de vie) en produisant des solutions réelles dédiées aux véhicules électriques et pouvant être appliquées à d'autres applications industrielles. Nous avons pu concevoir et implémenter un système de charge intelligent et optimal pouvant répondre aux besoins et tendances du marché des véhicules électriques appropriés aux trois axes déjà cités.

Dans ce travail, nous avons commencé tout d'abord par l'étude des batteries Li-ion et leur caractéristiques et évolutions selon les besoins du marché. Ensuite, nous avons analysé la réaction de la batterie avec les méthodes de charge qui existent dans la littérature pour garantir une charge optimale et intelligente en résolvant les problèmes de performance de charge avec le vieillissement de la batterie. Notre première solution est dédiée aux stations de charges fonctionnant avec des sources d'énergies multiples, dont nous avons développé un système de charge à grande efficacité en utilisant la méthode CC/CV avec une gestion intelligente des trois sources selon leur existence et priorité de classification. Avec une propre conception mixte du circuit de charge, nous avons pu atteindre un taux d'efficacité énergétique allant jusqu'à 95% avec une faible ondulation de sortie. Ensuite, nous avons visé les stations de charge des VE par la conception et la réalisation d'une solution intelligente de chargeur rapide et intelligent de batterie Li-ion contrôlé par une application mobile. Le chargeur est adapté à différents modèles et fournit une charge efficace en utilisant les modes CC/CV pour plus de durabilité, de surveillance à distance, et de contrôle avec une application mobile sophistiquée.

L'intérêt principal de nos recherches est le chargeur intelligent avec un contrôle numérique compatible avec plusieurs batteries, nous avons conçu et implémenté deux solutions intelligentes et optimales mais différées selon les méthodes de charge ainsi le rendement en terme du temps de charge, température et cycle de vie. La solution du chargeur intelligent se présente dans la recherche du courant optimal de charge pour les batteries vieillissantes selon l'état de santé en utilisant une combinaison de deux protocoles PCM et CC/CV, nous avons pu optimiser le temps de charge à 10% ainsi la température par rapport aux résultats de la méthode CC/CV classique. Une autre implémentation a été conçue en visant toujours le cycle de vie de la batterie à l'aide d'un chargeur intelligent basé sur la combinaison du protocole PCM et MSSC. Une comparaison à l'aide des tests réelles a approuvé que la combinaison PCM+MSSC a pu réduire le temps de charge à 16,8% et la température à 20% par rapport à la combinaison PCM+CC/CV.

Mots clés :

Batterie Li-ion, chargeur intelligent à contrôle numérique (MCU), charge des véhicules électriques, Optimisation des méthodes de charge (PCM, CC/CV, MSSC).



DESIGN AND IMPLEMENTATION OF AN INTELLIGENT, OPTIMAL SYSTEM FOR CHARGING LI-ION BATTERIES IN ELECTRIC VEHICLES

Abstract :

Li-ion batteries have become the trend in energy storage and power of electric vehicles as well as electronic and medical devices. The dominance of this type of battery is due to its reactivity, which meets the needs of the industrial market. This reactivity of Li-ion batteries in terms of chemical composition, charging methods and time, and lifetime is produced with the help of scientific research and the attention of several sectors.

The focus of this thesis is on the three axes (charging time and methods, and service life), producing real solutions dedicated to electric vehicles that can also be applied to other industrial applications. We have been able to design and implement an intelligent and optimal charging system that can meet the needs and trends of the electric vehicle market appropriate to the three axes already mentioned.

In this work, we began by studying Li-ion batteries and their characteristics and evolutions according to market needs. Then, we analyzed the battery's reaction to the charging methods that exist in the literature to guarantee optimal, intelligent charging by resolving charge performance problems as the battery ages. Our first solution is dedicated to charging stations operating with multiple energy sources, for which we have developed a high-efficiency charging system using the CC/CV method with intelligent management of the three sources according to their existence and priority classification. With our own mixed charging circuit design, we were able to achieve energy efficiencies of up to 95% with low output ripple. Next, we set our sights on EV charging stations by designing and building an intelligent, fast Li-ion battery charger controlled by a mobile app. The charger is adapted to different models and provides efficient charging using DC/CV modes for greater durability, remote monitoring, and control with a sophisticated mobile app.

The main focus of our research is on intelligent chargers with digital control compatible with multiple batteries, and we have designed and implemented two intelligent and optimal solutions that differ in terms of charging methods and performance in terms of charging time, temperature, and life cycle. By searching for the optimum charging current for standby batteries depending on their state of health, using a combination of two protocols, PCM and CC/CV, we were able to optimize the charging time to 10%, as well as the temperature, compared with the conventional CC/CV method. Another implementation was designed with the battery life cycle in mind, using an intelligent charger based on a combination of PCM and MSSC protocols. A comparison using real-life tests approved that the PCM+MSSC combination was able to reduce charging time to 16.8% and temperature to 20% compared to the PCM+CC/CV combination.

Key Words:

Li-ion battery, intelligent charger with digital control (MCU), electric vehicle charging, Optimization of charging methods (PCM, CC/CV, MSSC).