



## AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

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

Mr : **FARAH Fouad**

Soutiendra : **le 16/12/2021 à 10H**

Lieu : **Centre de Visioconférence**

**Une thèse intitulée :**

*Conception optimale des interfaces de charge des batteries Li -Ion à base d'un DC-DC Buck-Boost  
et d'un régulateur LDO pour des applications hautes et basses tensions*

**En vue d'obtenir le Doctorat**

**FD :** Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (STIC)

**Spécialité :** Génie Electrique.

	NOM ET PRENOM	GRADE	ETABLISSEMENT
<b>Président</b>	Pr CHENOUNI Driss	PES	Ecole Normale Supérieure - Fès
<b>Directeur de thèse</b>	Pr QJIDAA Hassan	PES	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès
<b>Rapporteurs</b>	Pr EL ALAMI Rachid	PH	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès
	Pr AKSSASSE Brahim	PES	Faculté des Sciences - Meknès
	Pr EL ANSARI Mohamed	PES	Faculté des Sciences - Meknès
<b>Membre</b>	Pr LAKHLIAI Zakia	PES	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès
<b>Invité</b>	Pr EL KHADIRI Karim	PA	Ecole Normale Supérieure - Fès

## **Résumé :**

Réduire le temps de charge d'un dispositif à batterie, voire s'en passer, est aujourd'hui devenu une obligation pour les interfaces de charge. Ainsi, conformément à la politique mondiale d'application des énergies renouvelables ou alternatives, le domaine de stockage d'énergie, notamment les batteries Li-ion représentent un large axe de recherche, que ce soit au niveau de la durée de charge, de cycle de vie et aussi de l'interface de charge utilisée.

La motivation de cette thèse est l'étude et la conception analogique d'une interface de charge dédiée à la batterie Li-ion, pour des applications à basses et à hautes tensions. Pour ce faire, nous avons étudié d'une manière indépendante chaque partie du système (batteries, régulateurs linéaires, convertisseurs à découpage et gestion d'énergie ...), tout en pensant à leur intégration au sein du système afin que celui-ci soit le plus performant possible.

Dans ce travail, nous avons tout d'abord étudié profondément les différents types de batteries existant sur le marché, les besoins et les évolutions. Ensuite, nous avons étudié et modélisé les interfaces de charge qui figurent dans la littérature, afin d'extraire les problèmes conduisant à : l'abaissement du rendement de ces systèmes, le risque d'endommagement des chargeurs suite à l'élévation de la température durant la procédure de charge, la surface de l'interface afin de la rendre beaucoup plus intégrable dans les microsystèmes.

La première contribution consiste à concevoir une interface de charge basée sur un régulateur de type LDO dédié à l'application des téléphones portables. Nous avons développé un circuit de sélection de mode de charge qui nous a permis d'atteindre un rendement élevé de 90% avec une surface totale de  $1.5 \text{ mm}^2$ . En intégrant un circuit de détection de température, nous avons pu protéger le système contre les hautes températures.

La deuxième contribution consiste également à concevoir une interface de charge mais basée sur un convertisseur DC-DC Buck-Boost dédiée à l'application des véhicules électriques. Pour atteindre les performances requises, des circuits ont été développés, notamment le circuit de démarrage progressif qui permet d'assurer la stabilité de la tension de sortie. Nous avons ainsi cherché à améliorer le rendement du système. Pour cela, nous avons proposé un circuit de sélection de mode. Toutes ces optimisations ont permis au système de fonctionner sur une large plage de tension avec un rendement de l'ordre de 97,6%.

## **Mots clés :**

Interface de charge de la batterie Li-Ion, Circuit de démarrage progressif, Circuit sélection de mode de charge, Détection de température, Interface de charge basée sur un LDO, Interface de charge basée sur un convertisseur DC-DC Buck-Boost.

# **OPTIMAL DESIGN OF LI-ION BATTERY CHARGING INTERFACES BASED ON DC-DC BUCK-BOOST AND LDO REGULATOR FOR HIGH AND LOW VOLTAGE APPLICATIONS**

## **Abstract:**

Reducing the charging time of a battery-powered device, or even doing without it, has now become an obligation for charging interfaces. Thus, in accordance with the global policy of application of renewable or alternative energies, the field of energy storage, in particular Li-ion batteries represent a large axis of research, whether it is at the level of the duration of charge, life cycle and also the interface of charge used.

The purpose of this thesis is the study and the analogical design of a charging interface dedicated to the Li-Ion battery, for both low and high voltage applications. To do so, we have worked independently on each part of the system (batteries, linear regulators, switching converters and energy management ...), while considering their integration within the system so that it is as efficient as possible.

In this work, we first thoroughly studied the different types of batteries existing on the market, the needs, and the evolutions. Then, we studied and modeled the charging interfaces found in literature, in order to identify the issues leading to: the lowering of the efficiency of these systems, the risk of damage of the chargers following the rise in temperature during the charging procedure, the surface of the interface in order to make it much more integrable in the microsystems.

The first contribution consists in designing a charging interface based on an LDO type controller dedicated to cell phone applications. We have developed a charging mode selection circuit which allowed us to reach a high efficiency of 90% with a total surface of 1.5 mm<sup>2</sup>. By integrating a temperature detection circuit, we were able to protect the system from high temperatures.

The second contribution is also to design a charging interface but based on a Buck-Boost DCDC converter dedicated to electric vehicles applications. In order to achieve the required performances, circuits have been developed, in particular the soft-start circuit which ensures the stability of the output voltage. We have thus sought to improve the efficiency of the system. To this end, we have proposed a mode selection circuit. All these optimizations have allowed the system to operate over a wide voltage range with an efficiency of about 97.6%.

## **Key Words:**

Li-Ion battery charging interface, soft start circuit, charge mode selection circuit, temperature detection, LDO based charging interface, Buck-Boost DC-DC converter-based charging interface.