



AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

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

Mr : **EL ALAOUI Mustapha**

Soutiendra : **le 26/06/2021 à 10H**

Lieu : **Centre de Visioconférence**

Une thèse intitulée :

Contributions à la conception intégrée des circuits d'interface de chargeur des batteries Li-Ion

En vue d'obtenir le Doctorat

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

Spécialité : Génie électrique

	NOM ET PRENOM	GRADE	ETABLISSEMENT
Président	Pr ABDI Farid	PES	FST - Fès
Directeur de thèse	Pr QJIDAA Hassan	PES	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès
Rapporteurs	Pr SABOR Jalal	PES	Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers -Meknès
	Pr SABBANE Mohammed	PES	Faculté des Sciences - Meknès
	Pr MAZER Said	PES	ENSA - Fès
Membres	Pr EL ALAMI Rachid	PH	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès
	Pr AARAB Abdellah	PES	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès
Invité	Pr EL KHADIRI Karim	PA	ENS - Fès

Résumé :

La conception de l'interface de chargeur de batterie Li-Ion utilisée dans les applications mobiles et automobiles requiert des exigences strictes de performance; notamment, celles relatives à la charge rapide de la batterie, à l'efficacité élevée et à la surface réduite. Cette thèse concerne la conception et l'optimisation de deux nouvelles interfaces de chargeur de batterie Li-Ion, l'une utilisant une technique basée sur la commutation et l'autre utilisant la technique de contrôle par impulsions.

La première partie de cette thèse traite l'intégration d'un nouveau décaleur de niveau associé à un pilote de grille dans l'architecture de l'interface de chargeur de batterie Li-Ion. Ils sont conçus pour passer de la basse tension du signal de commande à une tension plus élevée. D'autre part, le délai de propagation est considérablement réduit à 0,25ns. Ce circuit proposé est fixé à la grille du transistor PMOS de puissance pour alimenter la charge de la batterie par une action de commutation et pour réguler la valeur pratique du courant dans la batterie.

La deuxième partie de cette thèse traite la conception d'une nouvelle interface de chargeur de la batterie Li-Ion utilisant une technique basée sur la commutation. Ce nouveau chargeur de batterie permet d'avoir un chargement complet par des passages à chaque mode de charge (TC, CC et CV) en trente-trois minutes. Avec une tension d'entrée $V_{IN} = 4,5V$, la tension de sortie de la batterie V_{BAT} peut varier de 2,7V à 4,2V et le courant de charge maximal de la batterie I_{BAT} est égale à 1,7A. Le rendement maximal de la nouvelle interface du chargeur atteint 97% et sa surface totale est seulement de 0,03mm².

La troisième partie de cette thèse traite la conception d'une autre nouvelle interface du chargeur de batterie Li-Ion utilisant la technique de contrôle par impulsions. Ce nouveau chargeur de batterie permet d'avoir un chargement complet en quarante et une minutes en passant par le mode de charge à courant constant CC qui inclut également le mode de démarrage (Start-Up), et par le mode de charge à tension constante CV. Avec une tension d'entrée maximale V_{IN} égale à 5V, la tension de sortie de la batterie V_{BAT} peut varier de 2,9V à 4,35V et le courant de charge maximal de la batterie I_{BAT} est égale à 2,1A. Le rendement maximal de la nouvelle interface de chargeur atteint 98 % et sa surface totale est seulement de 0,1mm².

Les deux interfaces proposées du chargeur de la batterie Li-Ion, en utilisant la technique basée sur la commutation ou la technique de contrôle par impulsions, atteignent les normes les plus importantes qui sont : le haut rendement, la surface minimisée et la rapidité de charge. Elles sont conçues, simulées sous le logiciel Cadence Virtuoso en utilisant la technologie TSCM 180 nm CMOS.

Mots clés :

Chargeur de la batterie Li-Ion, Décaleur de niveau, Pilote de grille, Retard de propagation, Chargeur à faible perte LDO, Chargeur basé sur une alimentation à commutation, Technique de commande par impulsions, Commande en mode courant constant CC, Commande en mode tension constante CV, Détection de courant.

CONTRIBUTIONS TO THE INTEGRATED DESIGN OF LI-ION BATTERY CHARGER INTERFACE CIRCUITS

Abstract:

The design of Li-Ion battery charger interface used in mobile and automotive applications requires strict performance requirements; namely, those related to fast battery charging, high efficiency and small area. This thesis is concerned with the design and optimization of two new Li-Ion battery charger interfaces, one using a switching-based technique and the other using the pulse control technique.

The first part of this thesis deals with the integration of a new level shifter associated with a gate driver in the Li-Ion battery charger interface. They are designed to switch from the low voltage of the control signal to a higher voltage. On the other hand, the propagation delay is significantly reduced to 0.25ns. This proposed circuit is attached to the gate of the power PMOS transistor to supply the battery charge by switching action and to regulate the practical value of current in the battery.

The second part of this thesis deals with the design of a new Li-Ion battery charger interface using a switching-based technique. This new battery charger allows having a complete charge by switching to each charging mode (TC, CC, and CV) in thirty-three minutes. With an input voltage of $V_{IN} = 4.5V$, the output voltage of the V_{BAT} battery can vary from 2.7V to 4.2V and the maximum charging current of the I_{BAT} battery is equal to 1.7A. The maximum efficiency of the new charger interface is 97% and its total surface is only $0.03mm^2$.

The third part of this thesis deals with the design of another new Li-Ion battery charger interface using the pulse control technique. This new battery charger allows having a full charge in forty-one minutes by going through the DC constant current charging mode that also includes the start-up mode (Start-Up), and through the CV constant voltage-charging mode. With a maximum input voltage V_{IN} equal to 5V, the output voltage of the V_{BAT} battery can vary from 2.9V to 4.35V and the maximum charge current of the I_{BAT} is equal to 2.1A. The maximum efficiency of the new charger interface reaches 98% and its total surface is only $0.1mm^2$.

The two proposed interfaces of the Li-Ion battery charger, using the switching-based technology or the pulse control technology, achieve the most important standards of high efficiency, minimized surface area and fast charging. They are designed, simulated under Cadence Virtuoso software using TSCM 180 nm CMOS technology.

Key Words:

Li-Ion battery charger, Level shifter, Gate driver, Propagation delay, Low Drop Out based Charger, Switching power supply based charger, Pulse control technique, CC constant current mode control, CV constant voltage mode control, Current Sensing.