



**Centre d'Etudes Doctorales : Sciences et Techniques et Sciences Médicales**

## **Avis de Soutenance**

# **THESE DE DOCTORAT**

Présentée par

**Monsieur SAID EL MOUZOUADE**

Discipline : Physique  
Spécialité : Génie électrique

Sujet de la thèse

**Contributions à la conception de circuits pour l'unité de gestion d'alimentation dans les applications de l'internet des objets**

Formation Doctorale " Sciences de l'Ingénieur, Sciences Physiques, Mathématiques et informatique"

Thèse présentée et soutenue **le vendredi 26 avril 2024 à 09h** à l'Ecole Normale Supérieure de Fès, devant le jury composé de :

<b>NOM ET PRÉNOM</b>	<b>TITRE</b>	<b>ETABLISSEMENT</b>	
Hassan QJIDAA	PES	Faculté des Sciences Dhar El Mehraz de Fès	Président
Rachid SKOURI	PES	Ecole Supérieure de Technologie de Meknès	Rapporteur
Mohammed FATTAH	PH	Ecole Supérieure de Technologie de Meknès	Rapporteur
Bensalem BOUKILI	PH	Faculté des Sciences Dhar El Mehraz de Fès	Rapporteur
Hassane EL MARKHI	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Examineur
Wafae ELHAMDAOUI	PH	Ecole Supérieure de Technologie d'Oujda	Examineur
Ahmed TAHIRI	PES	Ecole Normale Supérieure de Fès	Directeur de Thèse
Karim EL KHADIRI	PA	Ecole Normale Supérieure de Fès	Invité

Laboratoire de recherche : laboratoire d'Informatique et de Physique Interdisciplinaire  
Etablissement : Ecole Normale Supérieure de Fès



**Centre d'Etudes Doctorales : Sciences et Techniques et Sciences Médicales**

## **Résumé de la thèse**

L'internet des objets (IoT), est un concept qui a pour ambition la connectivité de tous les objets physiques à Internet, leur permettant de collecter, d'échanger et de partager des données avec d'autres objets physiques, sans pour autant, nécessiter d'interactions ou d'interventions humaines directes. Cette technologie offre le potentiel de transformer et de révolutionner de nombreux secteurs, tels que l'industrie, les transports, la domotique... et bien d'autres encore, ouvrant de nouvelles opportunités d'automatisation, d'optimisation, et d'amélioration de la productivité ; ainsi de nouvelles expériences pour les utilisateurs sont désormais possible. Au cœur de cette transformation on retrouve l'unité de gestion de l'alimentation (UGA) comme élément primordiale dans tous dispositifs IoT, car elle détermine et conditionne les performances maximales du circuit ; responsable de l'alimentation des appareils IoT, elle permet de convertir la tension d'entrée en une tension exploitable et compatible avec les exigences de puissance requis. L'UGA peut être constitué de plusieurs éléments tels que des régulateurs à faible chute de tension (Low Drop Out, LDO) des régulateurs DC-DC des pompes de charge des références... etc.

Dans ce travail de thèse, dédié aux UGAs, nous nous sommes concentrés sur le module du régulateurs LDO, le module convertisseur DC-DC et le module tampon d'entrée/sortie numérique. Dans ce contexte, plusieurs contributions ont été développées et vérifiées avec l'outil industriel CADENCE VIRTUOSO dans la technologie TSMC 90 nm. Tout d'abord une revue exhaustive de la technologie de l'IoT et de l'UGA est faite, ensuite une première contribution a été proposée portant sur l'optimisation d'un régulateur LDO de type analogique spécifiquement adapté aux exigences des applications IoT. Compte tenu des limites et contraintes rencontrées avec cet approche un nouveau type de régulateur LDO dit hybride est proposé offrant de meilleures performances en matière de réponse transitoire, ce qui est essentiel pour les applications IoT dont les charges sont dynamiques est bascules rapidement entre plusieurs états de fonctionnement (état de veille : basse consommation- état actif : consommation max ...etc.). Les méthodes proposées permettent d'améliorer la stabilité et la réactivité de l'UGA dans ces situations dynamiques. Nous avons démontré la robustesse des performances obtenues grâce aux résultats de simulations et de routage effectués dans la technologie TSMC CMOS 90 nm. Le chapitre IV traite la conception de convertisseurs DC-DC dans le contexte des maisons intelligentes avec des systèmes à entrées multiples et sortie unique. Ces systèmes complexes exigent une gestion d'alimentation efficace pour fournir des tensions stables et optimisées à divers appareils connectés à l'IoT domestique. Dernièrement la conception d'un tampon d'entrée/sortie numérique, adapté aux applications à tensions mixtes, est proposée. Cette approche facilite



### **Centre d'Etudes Doctorales : Sciences et Techniques et Sciences Médicales**

l'interaction entre les parties analogiques et numériques des dispositifs IoT, en veillant à ce que les signaux soient correctement adaptés et isolés pour un fonctionnement fiable.

**Mots clés :** Internet des Objets (IoT), Unité de Gestion d'Alimentation (UGA), Gestion de Puissance (Power Management), Régulateur faible chute de tension (LDO), Régulateur LDO hybride, Convertisseur DC-DC, Tampon d'entrée/sortie numérique, Dessin des masques (layout).