



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

Avis de Soutenance

THESE DE DOCTORAT

Présentée par

Madame JAWAHRA EL HMIDI

Discipline : Génie électrique

Spécialité : Systèmes embarqués et Intelligence artificielle

Sujet de la thèse

Architecture et optimisation des stratégies de commande intelligentes des chargeurs embarqués pour véhicules électriques

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

Thèse présentée et soutenue **le samedi 20 Juin 2026 à 09h** au Centre des Conférences à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès, devant le jury composé de :

NOM ET PRÉNOM	TITRE	ETABLISSEMENT	
ALI AHAILOUF	PES	Ecole Normale Supérieure de Fès	Président
TARIK JAROU	PES	Ecole Nationale des Sciences Appliquées de Kenitra	Rapporteur
YOUSSEF ROCHDI	MCH	Ecole Nationale des Sciences Appliquées de Kenitra	Rapporteur
MALIKA ALAMI MARKTANI	MCH	Ecole Nationale des Sciences Appliquées de Fès	Rapporteur
HASSAN EL MARKHI	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Examineur
YASSINE SALI ALJ	PES	Université Al Akhawayn d'Ifrane	Examineur
ANASS MANSOURI	PES	Ecole Nationale des Sciences Appliquées de Fès	Directeur de Thèse

Laboratoire de recherche : Laboratoire de Recherche en Sciences et Ingénierie

Etablissement : Faculté des Sciences et Techniques de Fès



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

Résumé de la thèse

La transition vers la mobilité électrique impose des exigences croissantes sur les systèmes de conversion d'énergie embarqués, en particulier sur les chargeurs embarqués (On-Board Chargers, OBC) qui assurent l'interface entre le réseau électrique et la batterie de traction des véhicules électriques. Ces systèmes doivent simultanément satisfaire des contraintes de rendement élevé, de densité de puissance maximale, de qualité de l'énergie et de robustesse face aux variations des conditions de fonctionnement. Les architectures modernes intègrent en outre des fonctionnalités bidirectionnelles telles que le Vehicle-to Grid (V2G), imposant des exigences supplémentaires sur la conception des convertisseurs DC/DC isolés. Face à ces défis, les approches conventionnelles de commande et de dimensionnement montrent des limites qui motivent le développement de nouvelles méthodologies. Cette thèse propose une approche globale articulée autour de quatre contributions complémentaires. La première contribution concerne l'optimisation des paramètres du réservoir résonant d'un convertisseur LLC bidirectionnel destiné à l'étage DC/DC des OBC. Une méthode basée sur l'algorithme du point intérieur est développée afin de déterminer simultanément les valeurs optimales de l'inductance résonante, de la capacité résonante et de l'inductance magnétisante, en tenant compte des modes de fonctionnement Grid-to Vehicle et Vehicle-to-Grid dans un cadre d'optimisation unifié. Les résultats obtenus montrent un élargissement significatif de la plage de commutation douce et une amélioration du rendement énergétique global du système. La deuxième contribution porte sur le développement d'une stratégie de commande prédictive (Model Predictive Control, MPC) appliquée au convertisseur Boost de l'étage de correction du facteur de puissance (PFC). La principale limitation des approches MPC conventionnelles résidant dans la variabilité de la fréquence de commutation, une fonction de coût auto-adaptative est proposée. Celle-ci intègre un mécanisme d'ajustement automatique du facteur de pondération à partir de l'ondulation analytique du courant d'inductance, permettant de stabiliser la fréquence de commutation tout en conservant de bonnes performances dynamiques. La stratégie est validée sur une plateforme Hardware-in-the-Loop basée sur un processeur ARM Cortex-A9. La troisième contribution introduit une stratégie hybride dénommée Fixed-Switching Frequency Passivity-Based Model Predictive Control (FSF-PBMPC), combinant les avantages de la commande prédictive et de la commande basée sur la passivité. Cette approche permet d'imposer une fréquence de commutation strictement fixe tout en garantissant la stabilité énergétique du système en boucle fermée, démontrée par une analyse de Lyapunov. La validation expérimentale, réalisée sur une plateforme Hardware-in-the-Loop basée sur un microcontrôleur STM32F4, confirme une réduction significative du Logo dépassement transitoire et une robustesse accrue face aux variations paramétriques des composants passifs. La quatrième contribution introduit une approche de commande sans modèle basée sur l'apprentissage par renforcement profond (Deep Reinforcement Learning, DRL). Les algorithmes Twin Delayed Deep Deterministic Policy Gradient (TD3) et sa variante contrainte (C-TD3) sont développés et appliqués à la commande du convertisseur Boost,

