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

Avis de Soutenance

THESE DE DOCTORAT

Présentée par

Monsieur YAHIA MAZZI

Discipline : Génie Electrique
Spécialité : Génie Electrique / Systèmes embarqués

Sujet de la thèse

Advanced AI-Based Strategies for Electric Vehicle Energy and Battery Management Systems

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

Thèse présentée et soutenue **le samedi 28 octobre 2023 à 10h** au centre de Conférence à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès, devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Titre	Etablissement	
Ali AHAITOUF	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Président
ABDESLAM LACHHAB	PES	Ecole Supérieure de Technologie de Meknès	Rapporteur
Hassane EL MARKHI	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Rapporteur
Malika ALAMI MARKTANI	PH	Ecole Nationale des Sciences Appliquées de Fès	Rapporteur
Najia- ES-SBAI	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Examinateur
Hicham HIHI	PES	Ecole Nationale des Sciences Appliquées de Fès	Examinateur
Fatima ERRAHIMI	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Directeur de Thèse

Laboratoire de recherche : Systèmes Intelligents, Géoressources et Energies Renouvelables
Etablissement : Faculté des Sciences et Techniques de Fès

Résumé de la thèse

À l'ère de la mobilité durable, la technologie des véhicules électriques (EVs) s'est imposée comme une force essentielle pour remodeler les paradigmes de transport. L'évolution rapide de la technologie des EVs a suscité le besoin d'une exploration exhaustive visant à améliorer leurs performances, leur efficacité et leur durabilité. Cette thèse présente une investigation globale dans des domaines clés du développement des EVs, englobant l'architecture de la chaîne de traction, les systèmes de stockage d'énergie (ESS), les stratégies de contrôle avancées et les techniques d'estimation d'état.

L'étude explore en profondeur la chaîne de traction des EVs, y compris sa configuration générale, les différentes technologies de moteur utilisées et les dernières avancées dans les ESSs et la gestion de la batterie. Compte tenu du rôle critique de la batterie en tant que composant à la fois coûteux et essentiel d'un EV, son fonctionnement sûr nécessite une surveillance en temps réel de ses états clés, notamment l'état de charge (SOC) et l'état de santé (SOH). Une attention particulière est portée à l'estimation en du SOC, tout en examinant méticuleusement diverses techniques, y compris des méthodes basées sur des modèles et des approches orientées données, particulièrement, les algorithmes d'apprentissage profond. Étant donné que ces méthodes sont souvent destinées à être implémentés dans des systèmes embarqués à ressources limitées, leur faisabilité de mise en œuvre est examinée. Alors que le SOC fournit des données instantanées sur la capacité de la batterie restante, évitant l'épuisement, le SOH sert à évaluer la dégradation au fil des cycles, déclenchant des alertes de remplacement. Ainsi, une nouvelle technique hybride, fusionnant deux algorithmes DL est présentée pour parvenir à une estimation précise du SOH. Des tests rigoureux ont été menés couvrant différents aspects pour évaluer les performances de la technique. Du côté de la chaîne de traction, des stratégies de contrôle avancées sont développées, exemplifiées par la combinaison d'un contrôleur de mode glissant terminal non singulier et d'un réseau de neurones à fonctions de base radiale pour une régulation de vitesse affinée et un rejet des perturbations d'un moteur synchrone à aimant permanent (PMSM). De plus, un contrôleur à double mode glissant intégral supervise le transfert de puissance via un convertisseur à double pont actif isolé bidirectionnel, reliant la batterie et le PMSM. Par ailleurs, afin de prolonger la durée de vie de la batterie, un ESS hybride (HESS) est envisagé. Néanmoins, assurer une répartition efficace de la puissance au sein du HESS représente un défi. Par suite, un système de gestion d'énergie robuste basée sur un algorithme d'apprentissage par renforcement est proposé, qui révèle une adaptabilité et une efficacité remarquable dans divers scénarios de conduite, permettant d'obtenir des performances considérables en termes d'allocation d'énergie.

En résumé, cette thèse offre une perspective globale sur le développement des EVs en explorant le contrôle de la chaîne de traction, la gestion de l'énergie et l'estimation d'état. Les méthodologies avancées proposées contribuent de manière significative à l'amélioration des performances, de l'efficacité et de la durabilité des EVs dans le contexte automobile moderne.

Mots clés : Véhicules électriques ; Intelligence artificielle, État de charge ; État de santé ; Apprentissage profond ; Apprentissage par renforcement ; Système de gestion de l'énergie ; Système de stockage d'énergie hybride ; Moteur synchrone à aimant permanent ; Régulation de vitesse ; systèmes embarqués ; Contrôle en mode glissant non singulier.