

**École Nationale Supérieure d'Informatique et d'Analyse des Systèmes**  
Centre d'Études Doctorales en Sciences des Technologies de l'Information et de l'Ingénieur

## **AVIS DE SOUTENANCE DE THÈSE DE DOCTORAT**

**Monsieur Abdiddaim KATKOUT**

Soutiendra publiquement sa thèse de Doctorat en Sciences de l'ingénieur

**Le Samedi 29 Octobre 2022 à 15H au Grand amphi à l'ENSAM de Rabat**

**Intitulé de la thèse**

**ALGORITHMES DE CONCEPTION DES LOIS DE COMMANDES AVANCÉES  
POUR LES STRUCTURES MULTINIVEAUX DES CONVERTISSEURS DE  
PUISSANCE : APPLICATIONS AUX VÉHICULES ÉLECTRIQUES ET LES  
SYSTÈMES DE PRODUCTION D'ÉNERGIE**

**Devant le Jury composé de :**

**Président :**

Pr. Khalid EL BIKRI, PES, ENSAM, Université Mohammed V de Rabat

**Directeur de thèse :**

Pr. Tamou NASSER, PES, ENSIAS, Université Mohammed V de Rabat

**Co-Directeur de thèse :**

Pr. Ahmed ESSADKI, PES, ENSAM, Université Mohammed V de Rabat

**Rapporteurs :**

Pr. Ahmed ABOU, PES, EMI, Université Mohammed V de Rabat

Pr. Lamiaâ EL MENZHI, PES, ENSA-Tanger, Université Abdelmalek Essaadi

Pr. Abdelmounime EL MAGRI, PH, ENSET de Mohammedia - Université Hassan II, Casablanca

**Examineurs :**

Pr. Hassan EL FADIL, PES, Ecole Nationale des Sciences Appliquées, Université  
Ibn Tofail, Kenitra

Pr. Abdelhadi RAIHANI, PH, ENSAM, Université Mohammed V de Rabat



**Résumé :** Dans le cadre de cette thèse, des nouveaux algorithmes de commandes avancées sont proposés pour les structures multiniveaux des convertisseurs de puissances dans les applications spécifiques liées aux Véhicules Electriques (EVAs) et les Systèmes de Production d'Énergie (SPEs). Trois structures multiniveaux de convertisseurs de puissance sont détaillées : 3L-NPC, 3L-SNPC et 3L-T-type. L'avantage principal des structures multiniveaux des convertisseurs de puissance est de réduire les ondulations liées au découpage des grandeurs électriques d'entrées/Sorties.

Les contributions principales de cette thèse visent à proposer plusieurs principes pour développer : la robustesse, la compensation de temps de calcul, l'optimisation, la stabilité et le choix des coefficients de pondération des lois de commandes avancées proposées. Les principes proposés sont inclus implicitement dans une seule loi de commande multiobjective incorpore plusieurs objectifs de contrôle sans sacrifier la simplicité des contrôleurs avancés proposés dans ce travail de recherche. Les performances statiques, dynamiques, taux des distorsions harmoniques, temps d'exécution et la fréquence de commutation sont évaluées et comparées entre les différents algorithmes des commandes proposées sur l'environnement numérique Matlab/Simulink. Les algorithmes de conception des lois de commandes avancées et les algorithmes d'évaluation des performances sont détaillés et générés pour la communauté scientifique. Un taux d'amélioration des performances est proposé et calculé pour chaque contribution pour quantifier l'amélioration des performances de chaque algorithme de commande proposé. Les taux d'amélioration calculés et présentés dans chaque chapitre montrent l'efficacité et l'excellence des algorithmes des commandes avancés proposés.

**Mots-clés :** Applications des véhicules électrique, compensation de temps du calcul, convertisseurs de puissance multiniveaux, facteur de pondération, système de production d'énergie, robustesse, optimisation, stabilité, taux d'amélioration.

**Abstract:** This thesis presents unique control strategies for multilayer power converters used in Electric Vehicle Applications and Energy Production Systems. Three configurations of multilevel power converters (MPCs) are given and developed, namely 3L-NPC, 3L-SNPC, and 3L-T-type. The main advantage of the



MPC is the elimination of harmonic distortion in electrical input/output values. The main contributions of this thesis are aimed at developing many principles such as robustness, delay compensation, computational efficiency, stability, and weighting factor determination. The aforementioned principles are merged as additional constraints in the multiobjective control problem formulation without affecting the simplicity and performance of the controller structure. The suggested control's dynamic and steady-state performance, execution time, total harmonic distortion, and switching frequency are compared and assessed. Furthermore, their dynamic and steady-state performances, execution time, total harmonic distortion, and switching frequency are compared and assessed using Matlab/Simulink software. To quantify the performance improvement of each suggested control algorithm, a performance improvement rate (IRs) is proposed and computed for each contribution. The estimated and reported IRs throughout the thesis demonstrate the efficiency and perfection of the suggested control algorithms.

**Keywords:** Computational efficiency, delay compensation, electric vehicle applications, energy production systems, improvement rate, multilevel power converters, robustness, stability, weighting factors.

