



جامعة محمد الخامس بالرباط
Université Mohammed V de Rabat

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 Youssef AKARNE

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

Spécialité : Génie Électrique

Le Samedi 27 Juillet 2024 à 10h30 au Grand Amphi à l'ENSAM de Rabat

Intitulé de la thèse

Contribution to the Smart Microgrid Performance: Advanced Strategies in Modelling, Control, and Optimization for Efficient and Reliable Energy Systems

Président :

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

Directeur de thèse :

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

Co-Directeur de thèse :

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

Rapporteurs :

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

Pr. Raihani Abdelhadi, PES , ENSET-Mohamadia, Université Hassan II, Casablanca

Pr. Zegrari mourad, PES , ENSAM, Université Hassan II, Casablanca

Examineurs :

Pr. Abdelhafid Ait ElMahjoub, PES, ENSAM, Université Hassan II, Casablanca

Pr. Abdelilah Ghammaz, PES , FST, Université Cadi Ayyad, Marrakech



Résumé: Face à la demande énergétique mondiale croissante et aux préoccupations environnementales pressantes, la nécessité des sources d'énergie renouvelables est devenue primordiale. Cette thèse, intitulée "Contribution à la performance des micro-réseaux intelligents : stratégies avancées en modélisation, contrôle et optimisation pour des systèmes énergétiques efficaces et fiables", aborde le besoin urgent de solutions énergétiques durables en explorant le potentiel d'intégration des énergies renouvelables au sein des micro-réseaux intelligents. Les sources renouvelables telles que le solaire et l'éolien présentent des alternatives viables aux combustibles fossiles traditionnels, offrant une réduction des émissions de carbone et une sécurité énergétique améliorée. Cependant, leur intermittence inhérente introduit des défis substantiels dans la gestion de l'énergie et la stabilité du réseau.

Les micro-réseaux émergent comme une solution innovante à ces défis, facilitant l'intégration efficace de multiples sources d'énergie renouvelable tout en maintenant la fiabilité et l'efficacité opérationnelle du réseau. Cette thèse développe une approche de modélisation complète et des stratégies de contrôle robustes spécifiquement adaptées pour les micro-réseaux CA qui intègrent un éventail diversifié de ressources énergétiques distribuées, y compris des systèmes photovoltaïques, des éoliennes, des systèmes de stockage de batterie et l'intégration de véhicules électriques.

Au cœur de cette recherche se trouve la mise en œuvre d'un cadre dual sophistiqué qui combine une couche de contrôle avancée avec une couche innovante de système de gestion de l'énergie (EMS). Cette configuration améliore considérablement le contrôle basé sur des intervalles en temps réel grâce à l'utilisation de techniques d'optimisation avancées récentes. L'introduction de méthodes de pointe pour la planification simultanée de l'approvisionnement et de la demande en énergie vise à minimiser les coûts opérationnels et à gérer efficacement les charges de pointe, améliorant le confort des utilisateurs et la réactivité du système aux changements environnementaux.

L'efficacité de ces stratégies est rigoureusement testée et validée à travers des simulations complètes réalisées avec Matlab/Simulink, démontrant leur applicabilité pratique pour améliorer les opérations durables et la fiabilité du réseau. Cette thèse contribue théoriquement et pratiquement au domaine des systèmes énergétiques, fournissant un examen détaillé des technologies de micro-réseaux intelligents et offrant des stratégies réalisables qui soutiennent la transition mondiale vers un avenir énergétique plus durable. En répondant aux défis de l'intégration des énergies renouvelables et en fournissant des solutions robustes à travers des stratégies de modélisation et de contrôle avancées, cette recherche marque une étape significative vers l'atteinte d'une stabilité accrue du réseau et d'une durabilité énergétique.



جامعة محمد الخامس بالرباط
Université Mohammed V de Rabat

Mots-clés: Micro-réseau intelligent ; Système d'énergie renouvelable ; Systèmes de contrôle ; Système photovoltaïque ; Système d'éolienne ; Système de stockage de batterie ; Véhicule électrique ; Optimisation de microgrid ; Systèmes de gestion de l'énergie ; Gestion de la demande ; Optimisation multi-objectifs ; Algorithmes métaheuristiques.

Abstract: In response to the escalating global demand for energy and pressing environmental concerns, the necessity for renewable energy sources has become paramount. This thesis, titled "Contribution to the Smart Microgrid Performance: Advanced Strategies in Modeling, Control, and Optimization for Efficient and Reliable Energy Systems," addresses the urgent need for sustainable energy solutions by exploring the potential of renewable energy integration within smart microgrids. Renewable sources like solar and wind present viable alternatives to traditional fossil fuels, offering reductions in carbon emissions and enhanced energy security. However, their inherent intermittency introduces substantial challenges in energy management and grid stability. Microgrids emerge as an innovative solution to these challenges, facilitating the effective integration and management of multiple renewable energy sources while maintaining grid reliability and operational efficiency. This thesis develops a comprehensive modeling approach and robust control strategies tailored specifically for AC microgrids that incorporate a diverse array of distributed energy resources, including photovoltaic systems, wind turbines, battery storage, and the integration of electric vehicles.

Central to this research is the implementation of a sophisticated dual-layer framework that combines an advanced control layer with an innovative Energy Management System (EMS) layer. This setup significantly improves real-time, interval-based control through the use of recent advanced optimization techniques. The introduction of cutting-edge methods for the simultaneous scheduling of energy supply and demand aims to minimize operational costs and effectively manage peak loads, enhancing user comfort and system responsiveness to environmental changes.

The effectiveness of these strategies is rigorously tested and validated through comprehensive simulations conducted using Matlab/Simulink, demonstrating their practical applicability in enhancing sustainable operations and grid reliability. This thesis contributes both theoretically and practically to the field of energy systems, providing a detailed examination of smart microgrid technologies and offering actionable strategies that support the global transition towards a more sustainable energy future. By addressing the challenges of renewable energy integration and providing robust solutions through advanced modeling and control strategies, this research marks a significant step toward achieving enhanced grid stability and energy sustainability.

Keywords: Smart Microgrid ; Renewable Energy System ; Control Systems ; Photovoltaic System ; Wind Turbine System ; Battery Storage System ; Electric Vehicle ; Microgrid Optimization ; Energy Management Systems ; Demand-Side Management ; Multi-objective Optimization ; Metaheuristic Algorithms.