

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 Noureddine EL MOUHI

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

Le Samedi 25 Février 2023 à 11H au Grand amphi à l'ENSAM de Rabat

Intitulé de la thèse

CONTRIBUTION AU CONTRÔLE ROBUSTE D'UN SYSTÈME ÉOLIEN BASÉ SUR LA MADA INTÉGRANT LE DIAGNOSTIC ET LA DÉTECTION DES DÉFAUTS DE CAPTEURS DE COURANT

Devant le Jury composé de :

Président :

Pr. Malika ZAZI, PES, ENSAM, Université Mohammed V de Rabat

Directeur de thèse :

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

Rapporteurs :

Pr. Hassan EL FADIL, PES, ENSA, Université Ibn Tofail, Kenitra

Pr. Mourad ZEGRARI, PH, ENSAM, Université Hassan II, Casablanca

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

Examineurs :

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

Pr. Abdelhafid AIT ELMAHJOUR, PH, ENSAM, Université Hassan II, Casablanca



Résumé : Pour atteindre les objectifs climatiques liés à la décarbonisation des économies, à la réduction du réchauffement climatique ou pour faire face à la dépendance énergétique et se prémunir contre les perturbations du marché causées par les prix élevés et les événements géopolitiques, le développement de l'énergie éolienne ne peut plus être retardé pour atteindre les capacités éoliennes nécessaires. Cependant, une forte intégration de ce type d'énergie, avec le caractère intermittent de la production a un impact très négatif sur la qualité de l'énergie qui est une caractéristique très importante des systèmes électriques. Ainsi, le besoin de techniques innovantes pour l'amélioration de la qualité de l'énergie devient inévitable en raison des nouvelles exigences liées à l'intégration des énergies renouvelables dans les réseaux électriques. Les travaux établis dans cette thèse s'inscrivent dans le cadre d'une contribution au développement d'une stratégie de contrôle robuste du système éolien, basé sur la machine asynchrone à double alimentation, pour sa participation au réglage de la fréquence et la tenue aux creux de tension.

Une étude comparative entre le contrôle par Backstepping et le contrôle actif par rejet des perturbations (ADRC) est réalisée mettre en évidence les performances de ces deux commandes largement utilisées pour les systèmes éoliens. Un algorithme génétique est utilisé pour l'optimisation des différents paramètres des contrôleurs utilisés. Afin de garantir la continuité de service en cas de creux de tension, une stratégie de contrôle basée sur l'ADRC est établie. Le principe de cette approche consiste à prendre en considération la dynamique du flux statorique lors de l'apparition d'un creux de tension dans le réseau électrique. Une stratégie de contrôle tolérant aux défauts est établie pour assurer et maintenir un fonctionnement stable en cas de défauts de capteurs de courant statorique. Cette stratégie permet la détection, l'identification et la reconfiguration de la commande lors de l'apparition de ces défauts.

Enfin, la participation de l'éolienne au réglage de la fréquence pour le rétablissement de l'équilibre production-consommation est assuré par l'élaboration d'une approche de commande basée sur la réponse inertielle et le réglage primaire en utilisant la réserve primaire.

Mots-clés : Défauts de capteurs, Contrôle par Backstepping, Contrôle actif par rejet des perturbations ADRC, Contrôle tolérant aux défauts, Creux de tension, Machine asynchrone à double alimentation MADA, Réglage primaire de la fréquence, Réponse inertielle, Turbine éolienne.



Abstract: To achieve climate goals related to the decarbonization of economies, reduce global warming, cope with energy dependency and guard against market disruptions caused by high prices and geopolitical events, the development of wind energy to reach the necessary wind power capacities can no longer be delayed. However, the strong integration of this type of energy has a very negative impact on energy quality due to the intermittent character of its production. Thus, new requirements regarding the integration of renewable energies into power systems make the need for innovative techniques to improve power quality unavoidable.

The work established in this thesis is part of a contribution to the development of a robust control strategy for wind power systems based on a dual-feed asynchronous machine to ensure participation in frequency control and voltage dip resistance. A comparative study between backstepping control and active disturbance rejection control (ADRC) is conducted to highlight the performance of these two widely used controls for wind power systems. A genetic algorithm is employed to optimize the different parameters of the controllers used. In order to guarantee service continuity in the case of voltage dips, a control strategy based on ADRC is established. The principle of this approach consists of taking into consideration the dynamics of the stator flow when a voltage dip occurs in the electrical network. A fault-tolerant control strategy is established to ensure and maintain stable operation in the case of stator current sensor faults. This strategy allows the detection, identification, and reconfiguration of the control system when such faults occur. Finally, the participation of the wind turbine in the frequency control for the restoration of the production–consumption balance is ensured by the development of a control approach based on the inertial response and the primary control using the primary reserve.

Keywords: Active disturbances rejection control, Backstepping control, Doubly fed induction generator, Voltage dips, Fault tolerant control, Inertial response, Primary frequency control, Sensor faults, Wind turbine.