



UNIVERSITE DE CORSE-PASCAL PAOLI

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES

LABORATOIRE SPE UMR CNRS 6134

ET

ECOLE SUPERIEURE POLYTECHNIQUE D'ANTSIKANDRANO MADAGASCAR

THÈSE

En Convention de Cotutelle Internationale

Présentée pour l'obtention du grade de

DOCTEUR EN AUTOMATIQUE, SIGNAL, PRODUCTIQUE, ROBOTIQUE

Mention : **Génie informatique, automatique et traitement du signal**

Soutenue publiquement par

Fanjason Jacques RAMAHLEOMIARANTSOA

Le 18 juillet 2013

**DIAGNOSTIC DES SYSTEMES A ENERGIES RENOUVELABLES DE TYPE
EOLIEN**

Directeurs :

M. Nicolas HERAUD, Dr - HDR, Université de Corse, France

Pr. Jean Marie RAZAFIMAHENINA, Professeur, E. S. P. Antsirana, Madagascar

Rapporteurs :

Pr. Dominique SAUTER, Professeur, Centre de Recherche en Automatique de Nancy, Université de Lorraine, France

Pr. Mariette Sahondra RAZANAJATOVO, Professeur, Université d'Antananarivo, Madagascar

JURY

M. Nicolas HERAUD, Dr - HDR, Université de Corse, France

Pr. Jean Marie RAZAFIMAHENINA, Professeur, E. S. P. Antsirana, Madagascar

Pr. Dominique SAUTER, Professeur, Centre de Recherche en Automatique de Nancy, Université de Lorraine, France

Pr. Mariette Sahondra RAZANAJATOVO, Professeur, Université d'Antananarivo, Madagascar

Pr. Christian CHRISTOFARI, Professeur, Université de Corse, France

M. Eric Jean Roy SAMBATRA, Maître des Conférences, I. S. T. D'Antsirana, Madagascar

Résumé

Avec l'évolution technologique, le progrès de l'électronique de puissance et surtout l'enjeu économique, l'utilisation des machines asynchrones à cages ou à rotor bobiné occupe de plus en plus de place dans tous les domaines comme les entraînements électriques et la production d'énergie, leur robustesse, leur fiabilité et leur coût moins élevé sont particulièrement appréciés. Ces deux types d'actionneur en fonctionnement générateur sont la base des éoliennes actuelles.

Néanmoins, malgré les travaux de recherches effectués ainsi que les améliorations apportées, ces machines demeurent des sièges potentiels de défaillances aussi bien au niveau stator que rotor. Les défauts les plus courants qui peuvent se produire dans la génératrice asynchrone à rotor bobiné du système éolien, au niveau rotor et stator sont : a) le court circuit sur les enroulements rotoriques et statoriques, b) les défaillances de roulements, c) les irrégularités statiques ou dynamiques de l'entrefer, d) les problèmes au niveau des balais et collecteurs. Ces types de défauts doivent être détectés, localisés à temps car ils peuvent endommager gravement le système.

Durant ces dernières années, le diagnostic des défauts affectant les systèmes éoliens a été largement étudié. Un grand nombre de méthodes est disponible visant à améliorer la conception du système, à augmenter la qualité et la production d'énergie électrique et d'en diminuer les coûts. Malgré les résultats de la recherche, ces systèmes multi-complexes restent encore les sièges de réflexions de plusieurs laboratoires tant qu'industriels qu'académiques.

Ce rapport de thèse présente une nouvelle méthodologie de diagnostic de défauts combinant la méthode à base de modèle utilisant les équations mathématiques explicites du processus et la méthode sans modèle. Les machines électriques sont modélisées analytiquement par la méthode des circuits électriques magnétiquement couplés. L'objectif est de générer des données en fonctionnement sain et en fonctionnement défaillant de ses variables d'état. Tandis que la méthode sans modèle utilisée est l'analyse en composantes principales (ACP). Les deux méthodes sont implémentées sous Matlab/ Simulink. Les données de la machine acquises sont traitées et analysées par des méthodes statistiques pour générer des résidus. La détection et la localisation de défauts sur la machine sont obtenues par l'analyse des résidus de ses variables d'état. Les résidus sont des indicateurs de défaillance ou non du système étudié.

L'analyse des grandeurs caractéristiques de la machine étudiée dans ce rapport de thèse par le biais de plusieurs résultats de simulation montre l'efficacité de la méthode ACP, aussi bien sur le plan de la détection que de la localisation, par rapport aux autres méthodes de diagnostic des machines électriques.

Abstract

With the technological evolution, due to the progress of power electronics and the economic issue, the use of induction machines with squirrel cage rotor or wound rotor induction machine occupies more and more places in all areas such as electric drive system and power production due to their robustness, their reliability and their lower cost which are highly appreciated. These two types of actuator in generator operation are the basis of the current wind turbine.

Nevertheless, in spite of those different researches as well as those improvements, these machines remain still the potential faults both in stator and rotor levels.

The most current default which may occur in the wound rotor asynchronous generator of the wind system at the rotor and stator levels are: a) Inter-turn short circuit on the rotor and stator windings; b) The bearings failures; c) Static or dynamic irregularities of the air-gap; d) Brushes and collectors ring problems;

These types of faults must be detected and localized in time because they may damage the whole system. During these last years, the faults diagnosis affecting the wind systems was widely studied.

A large number of methods are available to improve the system design, to increase the quality and quantity of the electrical energy produced and to decrease this energy production costs.

In spite of the literatures research results, these multi-complex systems still remain the reflections seats of several industrial and academic laboratories. This thesis report presents a new faults diagnosis methodology combining the method using the explicit mathematical equations model of the process and the method without a prior model of the system which is the data statistical analysis. The electrical machines are analytically modeled by the method of magnetically coupled electric circuits.

The objective is to generate data in healthy and faults functioning of its variable state. Whereas the method without model used is of the principal components analysis (PCA).

Both methods are implemented under Matlab /Simulink. The data of the acquired machines are handled and analyzed through the statistical method in order to generate the residues.

The detection and the localization of the machine faults are obtained by the residues analysis of its variable state. Residues are faults indicators or healthy on the studied system.

The analysis of the characteristic size of the machine studied in this thesis report through several simulation results shows the efficiency of the method PCA, as well as in detection and localization, when compared with other diagnosis methods of electrical machines.