



UNIVERSITE DE CORSE-PASCAL PAOLI
ECOLE DOCTORALE ENVIRONNEMENT ET SOCIETE



UNIVERSITE D'ANTSIRANANA
ECOLE DOCTORALE THEMATIQUE
ENERGIE RENOUVELABLE ET ENVIRONNEMENT

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

TSIVALALAINA DAVID RAZAFIMAHEFA

Le 12 décembre 2016

Diagnostic des systèmes de production d'énergie à source éolienne

Directeurs :

Mr Nicolas Heraud, Dr-HDR, Université de Corse Pascal Paoli

Mr Eric Jean Roy Sambatra, Dr-HDR, Université de d'Antsirananana

Rapporteurs :

Mr Dominique Sauter, Professeur, Université de Lorraine

Mr Yvon Andrianaharison, Professeur, Université d'Antananarivo

Jury

Mr Dominique SAUTER, Professeur, Université de Lorraine

Mr Yvon ANDRIANAHARISON, Professeur, Université d'Antananarivo

Mr Charles Bernard Andrianirina, Professeur, Université de d'Antsirananana

Mr Christian CRISTOFARI, Professeur, Université de Corse Pascal Paoli

Mr Nirinarison Jean RAZAFINJAKA, Professeur, Université d'Antsirananana

Mr Nicolas HERAUD, Dr-HDR, Université de Corse Pascal Paoli

Mr Eric Jean Roy SAMBATRA, Dr-HDR, Université de d'Antsirananana

Mr Olivier WAILLY, Dr, Université de Corse Pascal Paoli

RESUME

Afin de décliner le problème environnemental lié à la production d'énergie électrique à partir de l'énergie fossile et nucléaire, il existe des alternatives qui permettent la production d'énergie électrique à partir d'aérogénérateur. Ces derniers sont considérés comme de premier choix dans un milieu favorisé par la présence du vent. Leur utilisation est donc privilégiée et vulgarisée pour diminuer l'émission de CO₂ dans l'atmosphère. Après la COP21, il est clair que les problèmes environnementaux et écologiques concernent tous les secteurs d'activités et tous les territoires même les plus petites régions, quelles qu'elles soient. Ces dernières, représentent parfois un petit échantillon de population, mais peuvent bénéficier d'un lieu caractérisé par un fort potentiel à promouvoir une production d'énergie à source renouvelable tel que les éoliennes. La contrainte liée à la taille de ces localités, mène à l'utilisation d'aérogénérateur de faible puissance, pour assurer un équilibre énergétique.

Actuellement, ces aérogénérateurs sont omni présents dans le monde et sont devenus des composants indispensables pour l'approvisionnement en énergie électrique. Ils sont généralement fabriqués en très grandes séries et comme tout autre type de matériels, sont sujets à des défauts de différentes natures. Nous nous intéressons plus spécifiquement au court-circuit entre spires et son évolution au sein de l'élément principal de la chaîne de conversion de l'énergie qui est une génératrice asynchrone à double alimentation. Ce type de défaut est considéré comme très évolutif et très néfaste. En conséquence, les industries se sont mises en concurrence pour développer le mécanisme le plus efficace. Ainsi, l'objectif visé par ce travail de recherche est de mettre en place une méthode de détection efficace (efficace, rapide et à faible coût) des défauts.

L'analyse des courants statoriques est l'une des méthodes les plus utilisées pour la détection de défauts dans les machines électriques. Elle se base sur l'analyse des harmoniques et la signature de défauts qui apparaissent dans les courants statoriques. Cependant, elle n'est efficace qu'en présence d'un réseau non pollué, ce qui ne reflète pas la réalité. En effet, le réseau auquel sont connectées directement ces machines est souvent pollué en harmoniques et présente parfois des déséquilibres importants entre les différentes phases. De plus, les caractéristiques internes comme la faible inertie de la machine, l'a rend vulnérable aux perturbations externes. Tout ceci engendre une détection de défauts complexe.

Afin de résoudre ces différentes problématiques liées à la détection de défauts, nous proposons un procédé de détection basé sur la transformée de Hilbert. Cette approche nous a permis la suppression des harmoniques présents dans le réseau, tout en maintenant, tous les indices nécessaires à l'identification d'un défaut de court-circuit entre spires. Dans le but d'accroître la fiabilité de cette méthode, elle est combinée à une méthode dite « Multi input signal analysis » qui permet de prendre en compte les informations nécessaires venant directement des trois phases de l'aérogénérateur. Une étude sur l'évolution de ce défaut, basée sur la dégradation des isolants est présentée dans ce travail. Puis, nous avons mis en place un système de surveillance qui détecte le défaut dès son apparition, basé sur l'analyse de l'empreinte acoustique du défaut. Les approches proposées dans ce travail, ont été simulées sous l'environnement Matlab, puis validées sur un dispositif réel qui est développé à partir d'une machine asynchrone à rotor bobiné de 0.25kW.

Mots clés : Aérogénérateur, faible puissance, diagnostic, détection de défaut, court-circuit entre spires, dégradation des isolants.

ABSTRACT

To decline the environmental problem related to the production of electricity from fossil fuels and nuclear, one of the solution is to generate electricity from wind generators. Their use is therefore preferred and vulgarized to reduce the emissions of CO₂. After COP21, it is clear that the environmental and ecological problems concern the whole industry and all territories even smaller regions as they are. These last represent a small sample population, but sometimes have a strong potential to promote a renewable energy source such as wind turbines. The constraints related to the size of these areas leads to exploit low-power wind turbines to ensure electrical network stability.

Currently, these wind generators are present in the world and have become indispensable components for the electrical energy supply. They are generally manufactured in very large series, and like any other type of equipment, are subject to various defects. We are focused specifically on inter turns short-circuit faults of induction generator, which is an asynchronous machine with double feed. This type of defaults will lead to stop the electricity production. So, industries want to find a solution to this problem. Thus, the objective of this research is to establish an efficient detection method.

Motor Current Signature Analysis is one of the most used method for fault detection in electrical machines. It is based on harmonic analysis of the stator currents. However, it is effective when there is no harmonic pollution in the network. But, the network that is directly connected to these machines is often polluted by harmonics and sometimes it presents imbalances between the different phases. In addition, the internal features like the the inertia of the machine makes it, vulnerable to external disturbances. These make a more difficult and complex detection.

A response of this problem is the detection method based on the Hilbert transform. This proposed approach allows the suppression of the harmonics from the network while keeping all possible clues to the presence of winding fault in the induction machine. And in order to increase the reliability of this method, it is combined with a method called "Multi input signal analysis" which allows us to take into account relevant information directly from the three phases of the wind turbine. A study on the evolution of this defect based on the degradation of insulation based on acoustic analysis is also presented in this work. The approaches in this work were simulated on Matlab environment and validated experimentally on an asynchronous wound-rotor machine of 0.25kW.

Keywords: Wind generator, low power, diagnostic, fault detection, inter turn short-circuit, degradation of insulation.