



UNIVERSITE DE CORSE-PASCAL PAOLI
ECOLE DOCTORALE ENVIRONNEMENT ET SOCIETE
UMR CNRS 6134 SPE



Thèse présentée pour l'obtention du grade de
DOCTEUR EN INFORMATIQUE

Soutenu publiquement par

Samuel TOMA

le 8 septembre 2014

**Méthodologie de détection et d'identification des défauts multiples
dans les systèmes complexes à partir d'évènements discrets et de
réseaux de neurones : Applications aux aérogénérateurs**

Directeur :

M Dominique Federici, PRU, Université de Corse « Pasquale Paoli »
M Laurent Capocchi, Dr, Université de Corse « Pasquale Paoli »

Rapporteurs :

M Humberto Henao, PRU, Université de Picardie « Jules Verne »
M Mamadou Kaba Traoré, PRU, Université Blaise Pascal Clermont-Ferrand 2

Jury

M Humberto Henao, PRU, Université de Picardie « Jules Verne »
M Mamadou Kaba Traoré, PRU, Université Blaise Pascal Clermont-Ferrand 2
M Gérard-André Capolino, PRU, Université de Picardie « Jules Verne »
M Bernard Zeigler, PRU émérite, Université de l'Arizona
M Jean-François Santucci, PRU, Université de Corse « Pasquale Paoli »
M Dominique Federici, PRU, Université de Corse « Pasquale Paoli »
M Laurent Capocchi, Dr, Université de Corse « Pasquale Paoli »

RESUME

L'étude présentée dans ce mémoire concerne le diagnostic des machines électriques à l'aide d'une association innovante entre la modélisation à événements discrets, la Simulation Comparative et Concurrente (SCC) et les Réseaux de Neurones Artificiels (RNAs). Le diagnostic des machines électriques est effectué à partir d'une analyse temporelle des signaux statoriques et rotoriques à l'aide de réseaux de neurones de type Feed-Forward. Afin de comparer les différentes configurations de ces réseaux de neurones, l'approche proposée dans ce document utilise la simulation comparative et concurrente implémentée grâce au formalisme à événements discrets DEVS (Discrete Event system Specification). L'intégration des algorithmes de la SCC et des RNAs au sein du formalisme DEVS a été effectuée de manière générique et indépendamment du simulateur en développant des extensions et une librairie de modèles dans l'environnement de modélisation et de simulation à événements discrets DEVSIMPy. L'application de cette nouvelle solution pour le diagnostic des machines électriques permet de détecter les défauts à partir d'une architecture logiciel facilement portable sur des systèmes embarqués de type FPGA.

Mots clés : Machines électriques, diagnostique, simulation à événements discrets, DEVS, réseaux de neurones artificiels, simulation concurrente.

SUMMARY

This thesis deals with the time-domain analysis of the electrical machines fault diagnosis due to early short-circuits detection in both stator and rotor windings. It also introduces to the Discrete Event system Specification (DEVS) a generic solution to enable concurrent and comparative simulations (CCS). The DEVS-based CCS is an extension introduced using an aspect-oriented programming (AOP) to interact with the classic DEVS simulator. A new DEVS-based artificial neural network (ANN) is also introduced with a separation between learning and calculation models. The DEVS-based CCS is validated on the proposed ANN DEVS library inside the DEVSIMPy environment. The concurrent ANN contributes in the time-domains analysis for the electrical machine fault diagnosis. This new method is based on data coming directly from the sensors without any computation but with a new dedicated preprocessing technique. Later, some enhancements are brought to the artificial neural network based on a new multistage architecture reducing the training time and errors compared to the single ANN. The new architecture and techniques has been validated on real data sixteen non-destructive windings faults analysis and localization.

Keywords : Electrical machines, Diagnosis, Discrete-event simulation, DEVS, Artificial neural network, Concurrent simulation.