

Introduction

S'intéresser au diagnostic des machines asynchrones peut sembler paradoxal. Si cette machine tend effectivement à supplanter la machine à courant continu dans la plupart des entraînements à vitesse variable, c'est en raison de ses nombreuses qualités et principalement de sa robustesse. La problématique du diagnostic est en effet liée à celle de la maintenance, or celle-ci fait intervenir des facteurs; économiques (coût de la maintenance par rapport au gain espéré), humains (qualification, formation du personnel) et industriels. L'avance prise par les mécaniciens dans le domaine du diagnostic des machines tournantes (turbine, alternateurs, etc.) par analyse vibratoire. Les défauts ont souvent été étudiés dans le cadre d'applications industrielles à vitesse constante et par analyse des courants de ligne. Une défaillance d'une partie d'un processus peut s'aggraver et paralyser ou endommager tout le système de production ce qui peut entraîner des pertes en vies humaines et des dommages sur le plan écologique et économique, surtout s'il s'agit des systèmes se trouvant dans des usines de produits chimiques, les réacteurs nucléaires, les systèmes de transport à grande vitesse, les systèmes aéronautiques. Traditionnellement, on multiplie les éléments critiques de l'installation comme les actionneurs et les capteurs. Cette technique de surveillance est très pénalisante en matière de coût sans pour cela donner entière satisfaction, parce qu'il se peut que ces éléments eux mêmes soient défectueux, ce qui va engendrer des fausses alarmes ou bien pire si ces éléments n'arrivent pas à déceler un dysfonctionnement du système. Cette méthode est généralement connue sous le nom de « la redondance matérielle ». Selon le domaine d'application, le mot diagnostic peut avoir plusieurs sens. Pour les automaticiens, le diagnostic s'intéresse essentiellement aux procédés industriels, son objectif est de mettre en exergue la cause d'une défaillance ou d'un défaut ce qui nous ramène à donner la définition suivante du diagnostic :

Le diagnostic consiste à détecter, à localiser, et éventuellement à identifier les défaillances et/ou les défauts qui affectent le système et qui peuvent altérer son fonctionnement. Le diagnostic s'intègre dans le cadre plus général de la surveillance et de la supervision. Il permet d'améliorer la qualité et de réduire le coût en intervenant au cours de certaines phases du cycle de vie d'un système de production. Dans ce cadre, on peut également citer la définition du diagnostic adoptée par les instances internationales de normalisation (AFNOR, CEI) qu'est la suivante : le

diagnostic est l'identification de la cause probable de la (ou des) défaillance(s) à l'aide d'un raisonnement logique fondé sur un ensemble d'informations provenant d'une inspection, d'un contrôle ou d'un test. Le diagnostic regroupe un certain nombre d'opérations qui permettent la prise en compte et l'interprétation des mesures prélevées, en vue de détecter et de localiser les défauts pouvant altérer le fonctionnement d'un système. Si l'on dispose d'un modèle de fonctionnement normal du système, le diagnostic met en œuvre une étape de génération d'indicateurs de défauts puis une étape d'évaluation de ces indicateurs pour prendre une décision du bon ou mauvais fonctionnement. Généralement fondées sur l'analyse de Fourier, la plupart des méthodes proposées ne sont plus adaptées aux applications à vitesse variable, les signaux étant alors fortement non stationnaires. De nouveaux outils sont nécessaires, et quelques travaux ont été publiés dans ce sens. D'autres voies ont été explorées, comme l'approche paramétrique. Mais le bilan des premières années de l'action incitative a montré que la problématique du diagnostic des machines asynchrones nécessitait véritablement la réunion des compétences de communautés aussi diverses que l'Electrotechnique et la Mécanique pour leur connaissance des entraînements électriques, de l'Automatique pour les outils généraux de diagnostic et de commande de la machine, mais aussi de la Chimie et du Traitement du signal.

Par ailleurs, nous nous sommes particulièrement intéressé aux défaillances des moteurs asynchrones à cage d'écureuil vu, d'une part, la difficulté du diagnostic (armature tournante) et, d'autre part, la place qu'occupe cette machine à tous les niveaux de puissance. A cet effet, le présent travail s'articule sur quatre chapitres suivant :

Le premier chapitre présente l'étude bibliographique en matière de diagnostic et leurs méthodes envisagées. La constitution de la machine asynchrone et les différents défauts pouvant altérer leur fonctionnement. Nous exposons leurs natures, effets, répartitions sur les parties de la machine (stator, rotor).

Le deuxième chapitre est consacré à la modélisation de la machine asynchrone en régime sain. En effet, nous avons modélisé la machine dans le repère de Park, la modélisation sera détaillée depuis les équations du modèle triphasé jusqu'à l'obtention des équations finales. La simulation a l'aide du logiciel MATLAB/SIMULINK.

Le troisième chapitre sera consacré à la modélisation de la machine asynchrone en régime de défauts (défauts rotoriques). Le modèle multi-enroulement a été élaboré en considérant que le

rotor est constitué de plusieurs résistances, où chacune d'elles représente une barre de la cage d'écureuil.

Le quatrième chapitre a pour objectif de modéliser la machine asynchrone en présence de panne statorique en utilisant un nouveau modèle de machine asynchrone permettant de prendre en compte les déséquilibres au niveau du stator qui se produisent en présence par exemple de court-circuit de spires, une transformation mathématique est proposée et appliquée sur les équations du modèle triphasé équivalent de la machine. Tous les paramètres intervenant dans le nouveau modèle sont calculables. Ce modèle est donc directement utilisable pour la surveillance des machines à inductions et en particulier pour l'identification des défaillances (nombre de spires en court-circuit).

Une conclusion générale comportera une synthèse du travail effectué.