

Introduction générale

Les machines asynchrones, de part leur robustesse et leur rapport poids/puissance, sont largement utilisées dans l'industrie. Assurer leur continuité de fonctionnement nécessite la mise en place de programmes de maintenance préventive et corrective. En effet, la fiabilité et la sûreté de leur fonctionnement permettent en partie d'assurer la sécurité des personnes, la qualité du service et la rentabilité des installations [CAS 03].

Malheureusement, les contraintes nouvelles et l'intégration de ces machines dans des systèmes de conversion d'énergie de plus en plus complexes rendent le diagnostic plus difficile. Le choix d'une approche est lié à la connaissance que l'on souhaite acquérir sur le système, mais aussi à la complexité de ce système. Ainsi, deux grandes familles de procédures sont utilisées dans le domaine du diagnostic en génie électrique : les méthodes de diagnostic à base de modèles analytiques et les méthodes sans modèle [CAS 03] [BOU 01].

Les méthodes à base de modèles analytiques reposent sur le suivi des paramètres et des grandeurs de la machine, au moyen d'algorithmes d'observation. Elles détectent les défaillances en comparant l'évolution de l'écart entre le modèle et le processus réel. Le principal avantage de ces méthodes réside dans l'intégration d'une connaissance à priori du système et donc un filtrage de l'information [CAS 03].

Les méthodes sans modèle sont basées sur l'extraction d'informations par le biais du traitement des signaux mesurés. Les signaux mesurables (les courants, les tensions, la vitesse, les vibrations, la température) peuvent fournir des informations significatives sur les défauts.

A partir de ces grandeurs caractéristiques du fonctionnement des machines électriques, la mise en oeuvre de méthodes décisionnelles permet de concevoir des systèmes de surveillance ou des algorithmes performants au service du diagnostic [BOU 01].

Les performances de ces méthodes sont étroitement liées à la pertinence des indicateurs de défauts retenus et à la finesse d'analyse des mesures.

Les entraînements électriques asynchrones se trouvent assez souvent au cœur des processus industriels. Leur défaillance peut donc entraîner de graves conséquences sur la sécurité des matériels et des personnes surtout dans le cas d'une défaillance critique.

Introduction générale

Les défauts qui apparaissent dans la machine électrique ont des causes variées. Ils peuvent être dûs au vieillissement des constituants du moteur ou bien aux conditions d'utilisation ou tout simplement à un défaut de fabrication dont l'effet serait imperceptible lors de la mise en service [BAG 99].

Certaines utilisations des moteurs asynchrones ne tolèrent pas les pannes intempestives. Ces pannes peuvent être liées à la structure du moteur et d'origine mécanique (excentricité du rotor, défaut sur accouplement, usure des roulements ...) ou électrique et magnétique (court circuit du bobinage statorique, rupture de barre ou d'anneau, cassure de dents ...).

Les imperfections peuvent aussi être dues à d'autres éléments de l'entraînement. Citons par exemple des défauts d'alimentation, de la charge à entraîner ou dans les réducteurs mécaniques [ABE02] [SCH 99].

Afin d'éviter des arrêts intempestifs, il est possible d'effectuer une maintenance périodique durant laquelle les éléments de la chaîne sont remplacés après une durée d'utilisation finie. L'inconvénient est que les éléments d'un système ne sont pas à l'abri d'une panne et que leurs durées de vie ne peuvent être définies au préalable. D'autre part, cette méthode paraît coûteuse en temps d'arrêt et en produits. Le développement d'outils ou de capteurs de surveillance et de détection de pannes paraît une solution coûteuse à l'investissement [SCH 99].

L'algorithme de commande classique est la commande vectorielle (FOC). Le FOC a permis à la commande de la machine asynchrone de connaître une véritable révolution. L'idée de base du FOC est de rendre le comportement du moteur asynchrone identique à celui de la machine à courant continu. Cette méthode se base sur la transformation des variables électriques vers un référentiel qui tourne avec le vecteur du flux rotorique [BEN 98].

Par conséquent, les dynamiques du flux rotorique sont linéaires d'où l'utilisation d'un simple régulateur PI pour réguler le flux. Quand les dynamiques du flux rotorique ont atteint une consigne constante, la dynamique de la vitesse devient linéaire et peut être régulée par un PI [BEN 98].

De nombreux systèmes réels et notamment des machines électriques présentent, en plus des perturbations extérieures, des non linéarités et des variations paramétriques.

Le recours à des algorithmes de commande robuste est donc souhaitable aussi bien en stabilisation qu'en poursuite de trajectoire [TZA98] [BEN 98].

Introduction générale

La commande par mode glissant qui, par sa nature, est une commande non linéaire, possède cette robustesse [TZA98]. Elle est basée sur la commutation de fonctions de variables d'état, utilisées pour créer une variété de glissements, dont le but est de forcer la dynamique du système à correspondre avec celle définie par l'équation de surface. Quand l'état est maintenu sur cette surface, le système se trouve en régime glissant. Sa dynamique est alors insensible aux perturbations extérieures et paramétriques tant que les conditions du régime glissant sont assurées [TZA 98].

Dans ce contexte, le mémoire comporte cinq chapitres. Le premier chapitre traite les différents défauts qui peuvent apparaître dans les machines asynchrones ainsi que les différentes méthodes de diagnostic.

Le deuxième chapitre est consacré à la présentation des modèles de la machine asynchrone pour la simulation des ruptures de barres. En premier lieu, nous présentons le développement du modèle multi enroulements dans une approche analytique. Par l'intermédiaire d'une transformation généralisée, nous introduisons ensuite le modèle diphasé.

Pour le troisième chapitre on présente les résultats de simulation pour le cas du modèle global multi enroulements et réduit de la machine à l'état sain et avec défaut. L'analyse du défaut est réalisée à travers l'analyse spectrale du courant, de la vitesse et du couple en utilisant la transformation de Fourier rapide FFT.

Dans le quatrième chapitre, nous présentons l'effet de rupture de barre sur le contrôle et le fonctionnement de la machine. .

On obtient les résultats de simulation pour les deux cas (sain, défaillant). L'effet du défaut est étudié à travers l'analyse du courant statorique par la transformation de Fourier (FFT).

Le dernier chapitre représente la commande par mode glissant appliquée à la machine asynchrone en tenant compte du défaut rotorique.

Nous terminons par une conclusion sur l'ensemble de cette étude, ainsi que par des perspectives à envisager pour d'éventuelles suites à ce travail.