

Introduction

La machine asynchrone, de par sa simplicité de conception et d'entretien, a la faveur des industriels depuis son invention par NICOLA TESLA à la fin du siècle dernier, quand il découvrit les champs magnétiques tournants engendrés par un système de courants polyphasés.

Cette simplicité s'accompagne toutefois d'une grande complexité physique, liée aux interactions électromagnétiques entre le stator et le rotor.

D'autre part, à la différence du moteur à courant continu où il suffit de faire varier la tension d'alimentation de l'induit pour faire varier la vitesse, le moteur asynchrone nécessite l'utilisation de courants alternatifs de fréquence variable. L'un des principaux blocages était constitué par l'onduleur devant fonctionner en commutation forcée. Si l'on cherche des performances optimales, il convient donc d'estimer avec précision les états, voire les paramètres de la machine. Ces derniers ont donc été un point de départ important pour la commande et la détection de défauts en temps réel de la machine asynchrone. En modèle moyen, nous pouvons adopter le modèle de Park, pour la commande et l'observation, sur lequel les dysfonctionnements peuvent être d'origine interne (échauffements excessifs dans les bobinages, ruptures de barre au rotor excentricité de l'axe de rotation...) ou externe (capteur défaillant, bras de pont défectueux, variation importante de charge sur l'arbre...). Ces dysfonctionnements entraînent des variations anormales d'état ou des paramètres qu'il faut alors détecter.

Les modèles de la machine asynchrone font traditionnellement partie de deux familles :

- Des modèles de régime permanent, tenant compte éventuellement de la saturation magnétique, des pertes fer, des fuites au stator et au rotor ont été développés par les concepteurs. Ils sont le reflet des recherches destinées à optimiser la machine ; notamment de lui conférer un bon rendement.
- Des modèles dynamiques simple (4 états et 4 paramètres), ont été développés pour la commande. Ils ont permis la mise au point de contrôles vectoriels performants (contrôle par flux rotorique orienté, contrôle direct du couple).

Introduction

Cependant, lorsque l'on envisage des commandes performantes, on souhaite allier de bonnes performances dynamiques à des pertes réduites.

Toutefois, la commande de la machine asynchrone reste complexe par les développements théoriques mis en œuvre et la difficulté à identifier certains paramètres en temps réel (observateur en boucle fermée). Les observateurs ont comme objectif principal de reconstruire principalement le flux magnétique (rotor et/ou stator) et/ou la vitesse (application particulière) des machines asynchrones à pour but dans le domaine d'industriel la suppression du capteur mécanique de vitesse, contrainte d'exploitation.

L'objet de notre travail est d'illustrer les différentes techniques d'observation et de contrôle dynamique du flux rotorique avec une application dans une commande directe par flux orienté dans un environnement MATLAB.

Le présent mémoire est organisé de la façon suivante :

Le premier chapitre présente la modélisation de la machine asynchrone dans différents repères. Le choix de la présentation complexe et le modèle vectoriel permet une simplification de l'écriture et du calcul. Le modèle d'état dynamique de Park est dans un premier temps formulé afin de poser un certain nombre de notations utiles à la compréhension de la suite de document. Ensuite le modèle d'état utilisé dans les différents algorithmes d'estimation est réduit au deuxième ordre.

Le deuxième chapitre concerne les techniques d'estimation de flux rotorique, des estimateurs fonctionnent naturellement en boucle ouverte et pour cette raison, on les appelle « estimateur », et des estimateurs en boucle fermée « observateur », d'ordre complet et réduit. Le choix envisagé ici au problème d'estimation est un choix déterministe, comme pour l'observateur de Luenberger et un choix récursif, comme pour le filtre de Kalman.

Dans troisième chapitre, nous aborderons l'étude d'une commande à flux rotorique orienté. Le découplage est assuré par la méthode de compensation. Un calcul des différents régulateurs (flux, couple, vitesse) est présenté. Une nouvelle technique transformation par coordonnées non linéaire du flux est adoptée où la dynamique de la machine asynchrone présentée dans un repère fixe lié au stator, peut se transformer au modèle d'état continu lié au champ tournant.

Le quatrième et le dernier chapitre présente l'application des observateurs proposés dans le deuxième chapitre, dans la commande vectorielle directe à flux orienté et l'intérêt de mettre la technique d'observation pour garantir une commande plus performante. Des résultats de simulation, avec des tests de robustesse sont présentés afin de montrer la stabilité d'observation

Introduction

dans les différents types de fonctionnement. Enfin les résultats d'estimation d'état par filtrage de Kalman et l'estimation de Luenberger sont comparés.

La conclusion dresse un bilan des travaux qui ont été effectués et liste les points qui peuvent donner lieu à de nouveaux travaux et qui ouvrent des perspectives de recherche.