

Introduction générale

De nos jours, de nombreux actionneurs associant des machines à courant alternatif et des convertisseurs statiques manifestent de nouvelles perspectives dans le domaine de l'entraînement à vitesse variable. Les progrès conjoints de l'électronique de puissance et de l'électronique numérique permettent aujourd'hui d'aborder la commande à vitesse variable dans des applications des faibles puissances. Avec l'apparition de composants interrupteurs rapides et le développement des technologies numériques de commande, il est possible de choisir une structure de commande beaucoup plus évoluée. Ainsi, on peut mettre en exergue des principes de contrôle permettant d'obtenir des performances équivalentes à celles de la machine à courant continu.

La commande vectorielle par orientation du flux se base sur un contrôle effectif de l'état magnétique. Cependant cette structure nécessite, en générale, la mise en place de capteur sur l'arbre pour la connaissance d'une grandeur mécanique. De plus, elle reste très sensible aux variations des paramètres de la machine. Cependant, la recherche des autres algorithmes n'a pas cessée et de nouvelles techniques de contrôle sont apparues.

La commande dite directe du couple (DTC), est Initialement développé pour les machines asynchrones dans les années 1986 et 1988 par TAKAHASHI et DEPENBROCK. Ce type de commande considère le convertisseur associé à la machine comme un ensemble où le vecteur de commande est constitué par les états de commutation. Ses principaux avantages sont la rapidité de la réponse dynamique de couple et la faible dépendance vis-à-vis des paramètres de la machine. Cependant, deux inconvénients majeurs se présentent. D'une part la détermination des états de commutation se base sur des informations des tendances d'évolution du flux et du couple issues des éléments non linéaires de type hystérésis, d'autre part, comme la durée des commutations est variable, cela conduit à des oscillations de couple et de flux. Afin de s'affranchir des contraintes sévères de temps de calcul et d'améliorer les performances de la commande DTC classique, une autre technique est développé, en imposant une fréquence de modulation constante. Cette technique est appelée DTC à fréquence de modulation constante (DTC-SVM).

La commande non-linéaire basée sur la théorie de la géométrie différentielle, a été introduite principalement pour remédier aux problèmes rencontrés avec la commande linéaire.

Parmi ces méthodes, on trouve la technique de linéarisation au sens des entrées-sorties. Son principe consiste à trouver une transformation qui permet de compenser les non-linéarités du modèle et rendre ainsi la relation entre la sortie d'un système et son entrée complètement linéaire. La combinaison de cette dernière commande avec la commande prédictive est appelée « La commande prédictive directe du couple basée sur la linéarisation entrée-sortie ». Elle est basée sur la minimisation d'un critère quadratique au sens d'un horizon fuyant et dépend de quatre paramètres qui sont deux horizons de prédiction minimum et maximum, l'horizon de commande et le facteur de pondération de la commande, dont l'ajustement optimal ne peut être garanti.

Cette approche qui permet non seulement de réduire les ondulations de couple et du flux de stator, ce qui est sa vocation première dans notre étude, mais aussi d'améliorer la dynamique de l'entraînement en le rendant moins sensible aux perturbations de couple de charge et garantir la stabilité de système.

Ce mémoire est subdivisé en quatre chapitres :

Le premier chapitre sera consacré à l'étude et la modélisation de l'association convertisseur-moteur asynchrone. Dans sa première partie on présentera le modèle mathématique du moteur basé sur des hypothèses simplificatrices. La deuxième partie sera consacrée à un exposé détaillé de la modélisation de l'association convertisseur statique-moteur asynchrone et sa commande.

Le deuxième chapitre sera consacré à l'étude du contrôle direct du couple (DTC) qui ne nécessite pas l'utilisation du convertisseur MLI, ce qui représente en soi un avantage et ayant pour objectif de contourner les problèmes de sensibilité aux variations paramétriques, en utilisant comme boucle, un régulateur PI classique dans la régulation de la vitesse.

Dans le troisième chapitre, nous nous proposons de concevoir une méthode modifiée de contrôle direct du couple pour MAS. Cette commande diffère de la commande DTC classique par l'utilisation d'une modulation vectorielle qui assure ainsi un fonctionnement à fréquence de modulation constante pour le convertisseur. Nous utiliserons un algorithme pour lequel le couple et le flux sont régulés chacun par un régulateur **PI**, puis un algorithme qui sert à l'estimation du flux du rotor et le contrôle de l'angle de charge par un régulateur PI, où la table de vérité et les hystérésis sont éliminées pour les deux cas.

Dans le dernier chapitre, nous présenterons une autre stratégie de commande de la machine asynchrone, on parle de la commande prédictive qui sera traitée en deux parties.

Pour la première partie de ce chapitre on présente la philosophie et le principe de la commande prédictive, on exploite pour cela les connaissances explicites sur l'évolution de la trajectoire à suivre dans le futur, par la suite nous faisons une application à la machine asynchrone en régulant la vitesse de rotation.

Dans la deuxième partie de ce chapitre nous montrerons l'application de la commande prédictive à la MAS, afin de minimiser les pulsations de couple et du flux ainsi que la diminution de la fréquence de commutation de l'onduleur qui alimente la machine. On utilisera les notions de la géométrie différentielle pour obtenir un modèle linéarisé et découplé de la machine asynchrone par la technique de la linéarisation entrée-sortie. Ce modèle est implanté à l'intérieur du contrôleur prédictif afin d'anticiper le futur comportement du procédé.

Enfin Nous terminerons par une conclusion générale et nous proposerons quelques perspectives pour la continuation future de ce travail.