

Introduction générale

L'électronique de puissance est le domaine d'énergie électrique ou s'intéressant aux circuits capables de transformer les formes du flux de puissance, pour l'adapter aux besoins des différentes charges. De ce fait, un convertisseur de puissance est un circuit électrique constitué d'éléments semi-conducteurs et d'éléments passifs permettant de transformer la forme du flux de puissance entre deux sources. Cette transformation se fait grâce à un circuit externe qui doit agir sur les semi-conducteurs avec précision.

Les structures de convertisseurs et les techniques de conversion de puissance dépendent essentiellement de la nature des sources reliées au convertisseur. Il existe quatre types de convertisseurs : les redresseurs (AC/CC), les hacheurs (CC/CC), les onduleurs (CC/AC) et les convertisseurs de fréquence directs (AC/AC).

La conversion alternative-alternative (AC/AC) est largement utilisée dans le secteur industriel du fait qu'il est le principal consommateur d'énergie électrique de type alternatif; les charges industrielles sont, pour l'essentiel, des machines électriques à courant alternatif et de nombreuses applications en dépendent.

Et on peut citer comme exemples d'application [1] :

- Les variateurs à courant alternatif;
- L'interconnexion de réseaux électriques;
- L'amélioration du rendement des systèmes éoliens;
- La régulation de l'alimentation électrique des avions;
- Les systèmes de transmission de courant alternatif flexible (FACTS).

Actuellement, au niveau industriel, les convertisseurs CA/CA les plus communs sont les convertisseurs indirects dont la structure est composée d'un redresseur, d'un onduleur et d'un

circuit intermédiaire (condensateur) jouant le rôle d'élément de stockage. Ce type de circuit, très répandu, est utilisé depuis les années 1970.

Un inconvénient du convertisseur indirect est la présence d'un ou plusieurs éléments passifs (condensateur ou inductances). Par leurs poids et leurs volumes, ces éléments hypothèquent l'utilisation de ces convertisseurs particulièrement dans le domaine du transport [1]. Les convertisseurs directs ne possèdent pas de lien à courant continu et sont constitués d'un seul étage. Ils connectent les phases d'entrées aux phases de sorties au travers d'éléments semi-conducteurs uniquement [1].

Le convertisseur AC/AC le plus commun est le gradateur. Constitué d'une paire de semi-conducteurs montés en tête-bêche, il permet d'ajuster l'amplitude de la tension de sortie mais non sa fréquence. Plusieurs structures pour différentes applications tant en monophasé qu'en triphasé existent [2]. Un autre convertisseur AC/AC est le cycloconvertisseur qu'est un convertisseur de fréquence à commutation naturelle. Il est utilisé dans des applications à grande puissance nécessitant de basses fréquences d'opération. Il sert essentiellement à la commande de vitesse de grandes machines à courant alternatif [3].

Le convertisseur matriciel, l'objet de cette étude, c'est un convertisseur direct de fréquence à commutation forcée qui ne possède théoriquement pas de limite d'adaptation en fréquence entre ses ports d'entrée et de sortie [1]. Aujourd'hui le convertisseur matriciel de puissance est devenu un axe de recherche important et plus attractif pour beaucoup de chercheurs dans le domaine d'entraînement ou de génération à vitesse variable grâce aux avantages présentés par celui-ci par rapport aux convertisseurs classiques comme le cycloconvertisseur et le cascade redresseur/bus continu/ onduleur. Il permet notamment [4],[5] :

- La commande découplée de l'amplitude et la fréquence de la sortie;
- Un courant sinusoïdal à l'entrée avec un déphasage ajustable donc la possibilité de fonctionnement à facteur de puissance unitaire pour n'importe quelle charge;
- Le rapport entre la tension de sortie et celle de l'entrée est maximisée au possible;
- La possibilité d'avoir un écoulement de puissance bidirectionnel et par conséquent d'obtenir un fonctionnement dans les quatre quadrants;
- L'absence d'un grand condensateur pour le stockage de l'énergie comme dans le cas d'une cascade AC/DC/AC ce qui permet de réduire le coût et le dimensionnement.

L'objectif principal de ce mémoire est le réglage flou d'une machine synchrone à aimants permanents alimentée par un convertisseur matriciel direct. Pour ce faire le manuscrit est réparti en trois chapitres :

Le premier chapitre sera consacré à l'étude générale du convertisseur matriciel direct en se basant sur sa structure et son principe de fonctionnement en donnant les différents types d'interrupteurs couramment utilisés dans sa constitution. Les trois stratégies de commande du convertisseur à savoir les méthodes de Venturini, Roy, ISVM seront également détaillées.

Dans le deuxième chapitre, nous présenterons, d'une part la modélisation de la machine synchrone à aimants permanents (MSAP) en vue de sa commande et d'autre part nous présenterons la commande vectorielle d'une MSAP alimentée par un convertisseur matriciel direct utilisant des régulateurs classiques de type PI.

Le troisième chapitre a pour but de présenter les aspects théoriques de la logique floue et son application dans les systèmes de commande. Les régulateurs flous seront principalement utilisés pour remplacer les régulateurs classiques de vitesse et des courants. A la fin de ce chapitre, une étude comparative entre le régulateur PI et le régulateur flou sera également présentée.