

Introduction générale

Depuis l'ère de l'industrialisation, les chercheurs ont été confrontés au "comment commander les machines électriques à des vitesses variables". Car les entraînements électriques exigent de plus en plus de hautes performances, une fiabilité accrue, et un coût réduit. Au 19^{ème} siècle, ce problème a été résolu avec les moteurs à courant continu, dont on peut modifier la vitesse de rotation de zéro à la vitesse maximale, et ceci en agissant sur la tension d'induit en gardant le flux d'induction constant. Cependant, la présence du système balais-collecteur les pénalise : ces machines ne peuvent servir ni dans le domaine des grandes puissances, ni en milieux corrosifs, s'y ajoute aussi l'entretien que nécessite le collecteur [43]. Ces contraintes ont donc orienté la recherche dans le domaine de la vitesse variable vers les machines à courant alternatif, et plus particulièrement vers les machines asynchrones. Celles-ci ont en effet de nombreux avantages: coût de fabrication réduit, construction relativement simple, support des surcharges, vitesse de rotation plus élevée et n'exigent pas d'entretien permanent. L'inconvénient de cette catégorie de machines réside dans la complexité de leur fonctionnement, car elles se comportent comme des systèmes multi-variables, non linéaires et fortement couplés, d'où la difficulté de leur commande [48].

Grâce à l'évolution technologique récente de l'électronique de puissance et de la micro-informatique, les problèmes inhérents aux commandes des machines alternatives ont été résolus, rendant ainsi les machines à courant continu de moins en moins utilisées. L'électronique de puissance permet de générer des grandeurs électriques de fréquence, de tension et de courant variable, tout en assurant un rendement élevé. Les convertisseurs sont associés à une électronique numérique de commande permettant l'implantation de puissants algorithmes de contrôle en temps réel. Il existe une nouvelle solution utilisant la machine alternative fonctionnant dans un mode un peu particulier, il s'agit de la machine asynchrone à double alimentation "MADA" : c'est une machine asynchrone triphasée avec un rotor bobiné qui peut être alimentée par deux sources de tensions l'un au stator et l'autre au rotor.

Un intérêt de plus en plus croissant est accordé à cette machine. Cet intérêt est dû aux degrés de liberté qu'elle offre du fait de l'accessibilité de son rotor et donc de la possibilité de l'alimenter par un convertisseur aussi bien du côté du stator que du côté du rotor et un élargissement de la plage de vitesse (hyposynchrone, synchrone, hypersynchrone) [48].

Pour un fonctionnement à des vitesses variables on doit insérer à la machine un convertisseur à M.L.I (Modulation à Largeur d'Impulsions) entre la machine et le réseau. Car, quelle que soit la vitesse de rotation de la machine, la tension est redressée et un onduleur connecté côté réseau est chargé d'assurer la cohérence entre la fréquence du réseau et celle délivrée par le dispositif. La machine asynchrone à double alimentation est essentiellement non linéaire, dû au couplage entre le flux et le couple électromagnétique.

La commande vectorielle par orientation du flux selon un axe privilégié permet d'assurer un découplage entre le flux et le couple. Le but de cette technique est d'arriver à commander la machine asynchrone comme une machine à courant continu à excitation indépendante où il y a un découplage naturel entre la grandeur commandant le flux (le courant d'excitation) et celle lié au couple (le courant d'induit) [33]. Un autre aspect extrêmement important dans la réalisation de variateurs est la notion de robustesse. Les modèles utilisés sont approximatifs et ont des paramètres variables selon l'état du système et son point de fonctionnement. La variation des paramètres électriques et mécaniques dégradent les performances des commandes et peuvent amener, dans certains cas, à des fonctionnements instables [41].

Deux approches permettent de pallier à ce problème.

La première consiste à assurer une estimation en temps réel des paramètres, au moins de ceux reconnus comme responsables des perturbations majeures. Ces paramètres ainsi redéfinis sont injectés dans les commandes. Cette méthode a l'avantage de permettre cette connaissance presque continue des paramètres, mais l'inconvénient c'est qu'elle nécessite des calculateurs de puissance élevée en raison des volumes de calcul nécessaires pour cette estimation en temps réel.

La deuxième approche retenue pour ce mémoire est de rechercher des structures de commande qui résistent aux incertitudes paramétriques élevées et qui permettent la mise en œuvre de variateurs ayant les comportements les moins influencés par les variations des paramètres. L'avantage principal de cette approche est la réduction du matériel et du temps de calcul. Le point de départ de cette étude a été d'aller vers une "Commande non linéaire par des régulateurs en mode glissant d'une machine asynchrone à double alimentation". A travers ce mémoire, qui est composé de quatre chapitres, nous allons brosser un tableau de toutes les étapes à franchir pour parvenir à ce résultat.

Le premier chapitre :

Aborde l'étude sous une forme assez descriptive. En effet, à travers une étude bibliographique. Nous présentons un état de l'art sur la MADA, afin d'étudier son principe de fonctionnement et d'évaluer les avantages et les performances apportés par cette machine, dans les différents domaines d'application. En plus, une classification des différents types de cette machine sera présentée.

Le deuxième chapitre :

Fait l'objet d'une étude de modélisation de la MADA et de son alimentation rotorique. Un modèle mathématique biphasé de la MADA sera introduit. Des simulations seront présentées avec interprétation tirant une conclusion.

Le troisième chapitre :

C'est l'étude du commande " Le contrôle non linéaire de la MADA avec découplage par retour d'état". La linéarisation du modèle non linéaire de la machine peut se faire de différentes manières avec des termes de compensation divers. Il est proposé dans ce chapitre un retour d'état non linéaire pour assurer un découplage entrée-sortie du système multi - variables que constitue la MADA et une régulation classique types PI. La deuxième partie du chapitre est consacrée à l'étude de la robustesse de la commande vis-à-vis des incertitudes paramétriques. Plusieurs phénomènes sont responsables des incertitudes sur les paramètres électriques et mécaniques : la température, l'effet de peau, la saturation magnétique et les erreurs de mesure. Les performances de cette commande seront montrées par des résultats de simulation avec interprétation.

Le quatrième chapitre :

Aborde l'aspect commande non linéaire par des régulateurs en mode glissant. Après un bref rappel de quelques éléments de théorie nécessaires pour la mise en œuvre d'une régulation . La structure retenue est une configuration utilisant le principe de la commande équivalente. La surface de commutation nécessaire pour l'utilisation d'une régulation à mode glissant est choisie égale à l'erreur. Le vecteur de commande équivalente permet de maintenir le système en mode glissant sur la surface de commutation. L'étude de la robustesse de la commande vis-à-vis des incertitudes paramétriques sera étudiée en comparant les résultats de simulation obtenus au troisième chapitre. Nous finirons ce travail par une conclusion générale qui résumera l'ensemble

des résultats obtenus, des recommandations et des suggestions sur les travaux futurs dans ce domaine de recherche.