Introduction Générale

Le domaine de la conversion de l'énergie électrique est marqué par le développement de l'électronique et de la micro-électronique. Les composants de l'électronique de puissance ont subi une grande évolution et ont vu leurs performances (tenue en tension et en courant, fréquences d'utilisation, rapidité de commutation …) augmenter fortement [1], [2].

Cette évolution a permis de concevoir des convertisseurs statiques capables d'alimenter en fréquence variable les moteurs à courant alternatif. De plus, l'arrivée sur le marché, des matériaux magnétiques (aimants permanents modernes) dont les caractéristiques se sont améliorées en terme de performance et de prix, a permis l'essor de la machine synchrone. En effet la mise en place des aimants permanents au rotor pour créer le champ inducteur, a permis la suppression des contacts glissants ainsi que les dispositifs à diodes tournantes nécessaires aux rotors bobinés. Les machines synchrones à aimants sont caractérisées par un couple massique et un couple volumique importants comparativement aux machines classiques [3].

L'objectif de notre travail est de pré-dimensionner la structure étudiée et d'effectuer une comparaison des résultats obtenus en utilisant deux méthodes de résolution des équations de propagation du champ électromagnétique : la méthode analytique et la méthode des éléments finis afin de sélectionner les structures les plus performantes.

Dans le premier chapitre de ce mémoire, en présente une étude générale des machines synchrones à aimants permanents ainsi que les différents types d'inducteurs de ces dernières, finalement on fait les avantages de la machine excitée par des aimants par rapport à une excitation classique.

Au deuxième chapitre, sous des hypothèses simplificatrices concordantes avec l'objectif visé, on développe un modèle d'étude bidimensionnel, basés sur la résolution analytique des équations de Maxwell et utilisant la formulation en potentiel vecteur pour calculer les champs magnétiques dus aux aimants pour différentes structures de machine en considérant le stator lisse, que ce soit à rotors interne afin de sélectionner les structures les plus performantes on utilise une technique de transformation, dite de transformations conformes, pour déterminer les grandeurs électromagnétiques de la machine étudiée dans le plan réel après avoir calculé la perméance complexe due à la présence des encoches statoriques. Puis on exploite les

solutions analytiques des grandeurs obtenues pour analyser l'influence des paramètres géométriques de la machine sur ses performances.

Le dernier chapitre (le troisième) en utilisant un logiciel de calcul basé sur les éléments finis spécialement dédié aux machines électriques pour fait la validation des résultats obtenus à partir du modèle analytique développé au chapitre précédent avec ceux issus de la méthode

[1] R. Lateb : « Modélisation des machines asynchrones et synchrones à aimants avec prise en compte des harmoniques d'espace et de temps », Thèse de doctorat d'I.N.P.L, de Nancy (France), octobre. 2006.

[2] Y. Ouazir : « Calcul des performances d'une machine synchrone à aimant permanent à entrefer lisse », Thèse magister, ENP, Alger, Algérie, juillet. 1997.

[3] M. Bel kadi : «Calcul numérique d'une machine synchrone à aimant permanent à pôles lisses», Thèse magister d'état, ENP, Alger, Algérie.

Conclusion Générale

Les aspects liés à la conception des machines électriques à aimants sont multiples. Ils concernent le type d'aimant, la structure de la machine, le mode d'alimentation et le type de commande qu'on ne peut dissocier.

Ce travail dans cette mémoire, a permis de développer un modèle d'étude bidimensionnel utilisant des solutions analytiques pour modéliser les différentes structures de machines synchrones à aimants permanents à aimantation sinusoïdale. Le méthode analytique développé, basé sur la résolution des équations du champ, donne des expressions explicites entre les performances de la machine et ses paramètres de dimensionnement. Il constitue ainsi un outil efficace pour l'analyse des différentes configurations de machines étudiées. Il permet, en particulier dans une procédure de dimensionnement suivant les contraintes mécanique et thermique, de dégager rapidement les solutions envisageables. Le modèle numérique utilisé, qui est basé sur la résolution des équations du champ par la méthode des éléments finis en 2D, tient compte de la structure réelle de la machine, des caractéristiques électriques et magnétiques de ses différentes parties et de son mode d'alimentation. A l'aide de cet outil, on a validé les résultats obtenus par le calcul analytique. Pour déterminer le champ dans le cas d'une machine à stator encoché on utilisée un technique de transformation conforme basée sur le développement et les transformations géométriques, cette transformation nous avons déterminé une relation entre les grandeurs définies dans le plan initial (stator lisse) et celles définies dans le plan encoché. Nous avons exprimé l'induction dans le plan réel de la machine en multipliant la fonction perméance complexe par l'expression montrée dans le plan lisse.

La méthode des éléments finis est l'une des méthodes numériques la plus efficace et la plus utilisée pour l'étude et la conception des dispositifs électromagnétiques. Pour des configurations complexes comme celles des machines électriques, la méthode des éléments finis est une méthode puissante pour la résolution des problèmes de champ électromagnétique.

Pour ce qui concerne le couple de détente, il est propre aux structures des machines à aimants permanents avec encoches au stator. C'est un couple parasite qui à lui seul peut être une source de rejet de ce type de machines. Le couple de détente accentue les ondulations du couple résultant et il est nécessaire de chercher des stratégies pour le minimiser et même

l’annuler. Cependant ; ces ondulations, liées à la structure de l’inducteur, peuvent être réduites soit par utilisation des aimants à une ouverture optimale, pour avoir un couple de faible amplitude.