

Introduction générale

Le domaine de la conversion statique n'a cessé de proposer des évolutions, non seulement au niveau des composants mais aussi sur la manière de les associer. L'association des composants de puissance a suscité un grand intérêt de la communauté scientifique faisant apparaître les onduleurs multi-niveaux[1].

Les onduleurs multi-niveaux, de plus en plus utilisés dans les applications d'entraînement à vitesse variable, s'avèrent très utiles pour la commande des machines électriques. En effet, l'amélioration en termes de contenu harmonique des tensions de sortie de l'onduleur améliore considérablement les performances de la machine. En outre, les formes d'onde en échelon des onduleurs multi-niveaux vont réduire d'une façon notable la contrainte liée à la très haute rapidité de montée des impulsions de tension appliquées à la machine, ce qui augmente la sûreté de fonctionnement et réduit les radiations électromagnétiques.

L'importance de l'optimisation se justifie d'une part par la grande difficulté des problèmes d'optimisation et d'autre part par de nombreuses applications pratiques pouvant être formulées sous la forme d'un problème d'optimisation[2] .

L'optimisation est un paradigme actuel dans chaque aspect de la vie. Elle propose constamment des manières améliorées pour résoudre les anciens et nouveaux problèmes. Dans le contexte du développement technologique et de l'innovation, l'optimisation décrit la recherche des techniques qui font une meilleure utilisation des ressources disponibles pour résoudre les problèmes. Les applications scientifiques et technologiques exigent régulièrement des algorithmes efficaces pour chercher et localiser les solutions optimales.

Les méthodes numériques d'optimisation non linéaire font l'objet de nombreuses études depuis plusieurs décennies. La méthode de descente de gradient, les méthodes de Newton et la méthode des gradients conjugués font partie de ces algorithmes d'optimisation [2].

Un des handicaps associés à ces méthodes est leur totale dépendance à l'évaluation des dérivées partielles des fonctions à optimiser. En outre, pour réaliser une optimisation globale, à l'aide de l'une des méthodes énumérées précédemment, il faut choisir un point de départ correspondant à une solution de départ acceptable [3]. De cette manière, la convergence vers un minimum environnant est grandement favorisée.

L'optimisation intelligente se rapporte à une large catégorie d'algorithmes stochastiques basés sur la notion de population, tels que l'évolution différentielle, les algorithmes génétiques, l'optimisation par essaims de particules, etc. Les algorithmes intelligents d'optimisation sont considérés avantageux comparé aux méthodes classiques d'optimisation si le problème d'optimisation est complexe, stochastique, ou fortement non-linéaire avec des optimums locaux multiples en utilisant un minimum de connaissance sur le domaine de recherche [3].

Ces algorithmes intelligents d'optimisation sont intrinsèquement parallèles. La plupart des algorithmes classiques sont périodiques et peuvent seulement explorer l'espace de recherche dans une seule direction à la fois. Les algorithmes intelligents d'optimisation peuvent explorer l'espace de solution dans des directions multiples simultanément. Si un chemin ne fonctionne pas, ils peuvent facilement éliminer ce chemin et continuer le travail sur le plus prometteur. Ceci fournit une plus grande chance de trouver la solution optimale [3].

Depuis de nombreuses années nous assistons à une évolution sans cesse croissante des convertisseurs de l'électronique de puissance, grâce notamment aux énormes progrès effectués dans le domaine des semi-conducteurs. Ce développement rapide a considérablement amélioré la qualité de la vie moderne en offrant aux applications domestiques et industrielles des équipements à rendement optimum et des commandes sophistiquées.

Dans les applications du grande puissance, la technique de commande par élimination d'harmoniques semble la plus adaptée pour commander les onduleurs multi-niveaux. Cette stratégie peut être interprétée comme un processus de quantification dans lequel la tension sinusoïdale désirée est rapprochée par les niveaux discrets de la tension côté continu. Typiquement, cette solution présente l'avantage de faibles pertes par commutation dans les composants de puissance ce qui augmente ainsi leur longévité du fait qu'ils commutent en faible fréquence. Dans cette technique, le problème de la commande se ramène à la résolution d'un système d'équations algébriques non linéaires exprimant l'amplitude des harmoniques en fonction des angles de commutation des composants de puissance. Toutefois, la difficulté principale de cette méthode est dans le calcul des angles de commutation. De nombreuses approches sont proposées pour les calculer. La plupart de ces travaux utilisent surtout la méthode traditionnelle de Newton-Raphson [4]. Cependant, la convergence de cette méthode dépend fortement des valeurs initiales adoptées. Une deuxième approche à nature analytique basée sur la théorie résultante et les polynômes symétriques a été employée pour transformer

les équations harmoniques transcendantales en équations polynômes. Cette méthode a montré son efficacité, notamment, lorsqu'il s'agit de trouver des solutions multiples. Néanmoins, elle atteint ses limites pratiques dès que le nombre d'angles de commutation augmente. Récemment, plusieurs chercheurs ont penché sur l'utilisation des algorithmes évolutionnaires pour l'optimisation de la commande par élimination d'harmoniques des onduleurs multiniveaux. [4].

L'implémentation pratique de la technique de commande par élimination d'harmoniques exige le stockage de toutes les valeurs de ces angles. Le besoin d'une grande capacité mémoire rend la réalisation complexe et coûteuse. Aussi, une approche mathématique exigeant moins de calculs et d'implémentation facile est souhaitée. Cette approche peut être réalisée par les réseaux de neurones artificiels (RNA). Ces derniers sont connus par leur propriété d'approximation universelle parcimonieuse [4].

Ce mémoire est organisé de façon à faciliter l'analyse, la compréhension et la lecture. Il comporte une introduction générale, quatre chapitres et une conclusion générale :

Le premier chapitre est consacré aux différentes structures des onduleurs multi niveaux et leur principe de fonctionnement et l'établissement d'un modèle mathématique capable de refléter le comportement de l'onduleur triphasé cascadié à sept niveaux .

Le second chapitre, présente une introduction sur les algorithmes génétiques et l'optimisation par essaim particulaire et consacré au développement de la stratégie d'élimination d'harmoniques à un onduleur triphasé à sept niveaux. Tout d'abord sont explicitées, dans le cas général, les équations non linéaires relatives à la détermination des angles d'amorçage.

Le troisième chapitre, présente d'abord une brève introduction sur les réseaux de neurones artificiels. Ceci, permet de choisir le réseau adéquat pour assurer l'approximation des caractéristiques de commande des interrupteurs des onduleurs obtenues au chapitre précédent.

Le quatrième chapitre, contient les résultats de simulation obtenue de chaque méthode utilisée avec une interprétation des résultats obtenus, enfin, une conclusion générale relate les contributions de ce travail .