
Résumé

L'objectif principal du travail réalisé dans ce mémoire est de modéliser la technologie d'éolienne à vitesse variable - basée sur la machine asynchrone à double alimentation (MADA) - introduites dans les réseaux électriques de distribution (RD) et d'établir les stratégies de contrôle de la chaîne de conversion éolienne, pour évaluer l'apport que pourra porter l'application de la MADA. Après avoir présenté un état de l'art sur les éoliennes, le modèle mécanique d'une turbine éolienne à axe horizontal est élaboré, de même que sa caractéristique puissance-vitesse, en étendant ses différentes zones de fonctionnement et niveaux de contrôle : contrôle de puissance, contrôle de la vitesse de rotation et régulation de l'angle de calage des pales. La modélisation de la MADA nous a permis d'appliquer et d'analyser différentes stratégies de commande vectorielle en puissance active et réactive statoriques (directe, indirecte, sans et avec boucle de puissance), aussi bien sur la cascade conventionnelle à deux niveaux, que multi-niveaux. Ce, grâce à la modélisation des convertisseurs de puissance (onduleurs à MLI et de redresseurs à hystérésis) et la liaison au réseau électrique. Le travail est achevé par la proposition d'une méthode de contrôle de tension Volt/Var (VVC), dans les RD. Fondée sur un algorithme de calcul d'écoulement de charge en montée et en descente (BFS) et une technique évolutionnaire d'optimisation par essaim de particules (PSO), qui a permis de déterminer la taille et l'emplacement optimaux de la ferme éolienne, constituée par la cascade éolienne de la MADA à cinq niveaux. Les résultats de simulation obtenus ont permis l'évaluation des performances de l'application des chaînes de conversion éolienne basées sur la MADA dans les RD.

Mots Clés : Machine Asynchrone à Double Alimentation (MADA) ; Commande vectorielle en puissance active et réactive ; Convertisseurs multi-niveaux ; Réseau de distribution ; Turbine éolienne ; Ferme éolienne basée sur la MADA ; Écoulement de puissance en montée et en descente (BFS) ; Optimisation par essaim de particules (PSO) ; Contrôle Volt/Var (VVC).

Abstract

The main goal of the accomplished work in this memory is the modelling of the variable speed wind technology, based on the doubly fed induction generator (DFIG), introduced in the distribution networks (DN) and to carry out the control strategies applied on the wind conversion chain, to evaluate the contribution, which it will be able to carry the DFIG application. After having presented a state of the art on the wind turbines, the mechanical model of a horizontal axe wind turbine and its power-speed characteristic are elaborated, by extending the different operating areas and control levels: power control, rotational speed control and pitch control. The modelling of the DFIG permitted us the application and analyses of different vector control in active and reactive stator power (direct, indirect, without and with power loop), as well as, with the conventional two levels cascade and multi-levels one. This, thanks to the modelling of power convertors (PWM converter and Hysteresis inverter) and the network link. The work is concluded by the proposition of voltage control (VVC) method, in DN. Based on a Backward Forward Sweep (BFS) load flow calculation and an evolutionary Particle Swarm Optimization (PSO) technique, to find DFIG wind farm (WF) optimal size and placement, constituted by the a whole five levels DFIG wind conversion chain. The simulation results obtained allowed the performance evaluation of the application of the DFIG wind conversion chain in the DN.

Keywords: Doubly Fed Induction Generator (DFIG); Vector control in real and reactive power; Multi-levels converters; Distribution network; Wind turbine; DFIG based wind farm; Backward Forward Sweep (BFS) load flow; Particle Swarm Optimization (PSO); Volt/Var Control (VVC).
