

Université Mohamed Khider – Biskra
Faculté des Sciences et de la technologie
Département : Génie électrique
Ref :



جامعة محمد خيضر بسكرة
كلية العلوم و التكنولوجيا
قسم: الهندسة الكهربائية
المرجع:

Thèse présentée en vue de l'obtention
Du diplôme de
Doctorat en sciences
EN ELECTROTECHNIQUE

Contribution à la Commande Robuste de la Machine Asynchrone sans Balais à Double Alimentations

Présentée par :

SERHOUD Hicham

Soutenue publiquement le

Devant le jury composé de :

ZOUZOU Salaheddine	Professeur	Université de Biskra	Président
BENATTOUS Djilani	Professeur	Université d'El-Oued	Rapporteur
BENDAAS Mohamed Lokmane	Professeur	Université de Batna	Examinateur
DRID Said	Professeur	Université de Batna	Examinateur
MENCER Arezki	Professeur	Université de Biskra	Examinateur
BARA Kamel	Professeur	Université de Oum El-Bouaghi	Examinateur

Sommaire

Introduction Générale	1
Chapitre I : État de l'Art de la Machine Asynchrone sans Balais Doublement Alimentée (BDFM)	4
I.1. Introduction	4
I.2. Description de machine tournante sans balais doublement alimentée	5
I.2.1. La machine reluctance à double alimentation (BDFRM)	6
I.2.2. La machine asynchrone sans balais doublement alimentée (BDFM)	7
I.3. Principes de fonctionnement	9
I.3.1. Contraintes constructives et d'alimentation pour le fonctionnement correcte de la BDFM	9
I.4. Etat de l'art de la BDFM	10
4.1. État de l'art sur les stratégies de commande de la BDFM	11
I.4.1.1. Modèle basé sur deux référentiels vectoriels	11
I.4. 1.2. Modèle lié à un système de référence unique	13
I.4.1.3. Modèle du circuit couplé de la BDFM	16
I.5. Conclusion	16
Chapitre II : Modélisation et Commande Vectorielle de BDFM	17
II.1. Introduction	17
II.2. Modélisation vectorielle de la BDFM	17
II.3. Modèle dynamique de la cascade dans le repère de Park	17
II.4. Modélisation de La BDFM avec un unique système de référence lie au flux du BP (d, q)	19
II.4.1. Hypothèses simplificatrices	21
II.4.2. Modèle d'état de la BDFM	21
II.5. Résultats de simulation et mode de fonctionnement	22
II.5.1. Fonctionnement avec une seule alimentation	22
II.5.2. Synchronisation et mode de fonctionnement synchrone	25
II.6. La commande vectorielle de BDFM	28

II.6.1. Schéma de commande	29
II.6.2. Commande vectorielle à flux du BP orienté	29
II.6.3. La relation entre le courant de BP et BC	29
II.6.4. Commande du courant du BC	30
II.6.5. Commande de la puissance du BP	31
II.6.6. Commande du couple électromagnétique	31
II.6.7. Commande de la vitesse	32
II.7. Ensemble des algorithmes de commande	32
II.7.1. Estimation de la position du flux du BP	32
II.7.2. Estimation de couple électromagnétique	33
II.8. Modélisation de l'onduleur de tension MLI	33
II.8.1. Stratégie de commande	35
II.8.2. Algorithme de commande	35
II.9. Simulation de la commande vectorielle	36
II.9.1. Inversion du sens de rotation	36
II.9.2. Variation de couple électromagnétique et la puissance réactive	38
II.10. Commande directe du couple de la BDFM	39
II.10.1. Principe de la commande directe du couple	40
II.10.2. Estimation du flux et du couple	40
II.10.3. Estimation le couple électromagnétique	40
II.10.4. Estimation du flux du BC	40
II.10.5. Résultats de simulation	43
II.10.5.1. Inversion du sens de rotation et introduction du couple de charge	44
II.10.5.2. Résultats de simulation avec variation le couple et le flux	46
II.10.5.3. Conclusion sur le DTC	47
II.11. Conclusion	48
Chapitre III: Commande d'une Machine Asynchrone sans Balais Double Alimentation Montée dans une Éolienne	49
III.1. Introduction	49
III.2. Commande en puissance active et réactive de la BDFM	50
III.2.1. Principe général	50
III.3. Résultats de simulation	51

III.4. Les systèmes éoliens	53
III.4.1. Modèle de la turbine éolienne	53
III.4.2. Recherche du rendement maximum MPPT (Maximum Power Point Traking)	55
III.4.2.1. Maximisation de la puissance avec asservissement de la vitesse	56
III.4.2.2. Maximisation de la puissance sans asservissement de la vitesse	57
III.4.1.2. Système de régulation de l'angle d'orientation (Pitch control)	58
III.5. Systèmes à vitesse variable	59
III.5.2. Modélisation du redresseur de courant MLI	60
III.6. Synchronisation du BDFM sur le réseau	61
III.6.1. Détermination de la position du flux du PW	63
III.7. Modèle Mathématique de la BDFG à vide	63
III.8. Résultats de simulation	66
III.8. Conclusion	69

Chapitre IV : Commande Directe des Puissances Active et Réactive de la BDFG 70

IV.1. Introduction	70
IV.2. Commande directe des puissances de la BDFG	70
IV.2.1. Principe de la technique de contrôle de courant par hystérésis	71
IV.3. Commande par mode de glissement	72
IV.3.1. Application de la commande par mode de glissement sur la BDFG	72
IV.4. Résultats de simulation	75
IV.5. Commande par logique floue de BDFM	77
IV.5.2. Structure du régulateur flou pour la commande de la BDFM	78
IV.5.2.1. Fuzzification	79
IV.5.2.2. Règles d'inférence floue	80
IV.5.2.3. Défuzzification	80
IV.6. Résultats de simulation	81
IV.7. Comparaison entre les commandes et étude de la robustesse	83
IV.8. Conclusion	86

Chapitre V : Commande de la BDFM sans Capteur Mécanique	87
par Filtre de Kalman Etendu (EKF)	
V.1. Introduction	87
V.2. Principe d'un observateur	88
V.2.1. Principe de filtre Kalman étendu	89
V.3. Modélisation discret du BDFM et l'algorithme de Kalman étendu	89
V.4. Résultats de simulation	92
V.4.1. Résultats de simulations avec mode moteur	92
V.4.2. Résultats de simulation pour fonctionnement en génératrice	96
V.4.2.1. Résultats de simulation	97
V.5. Conclusion	100
Conclusion Générale	102
Publications et Communications	104
Annexe A	105
Annexe B	106
Références Bibliographiques	110