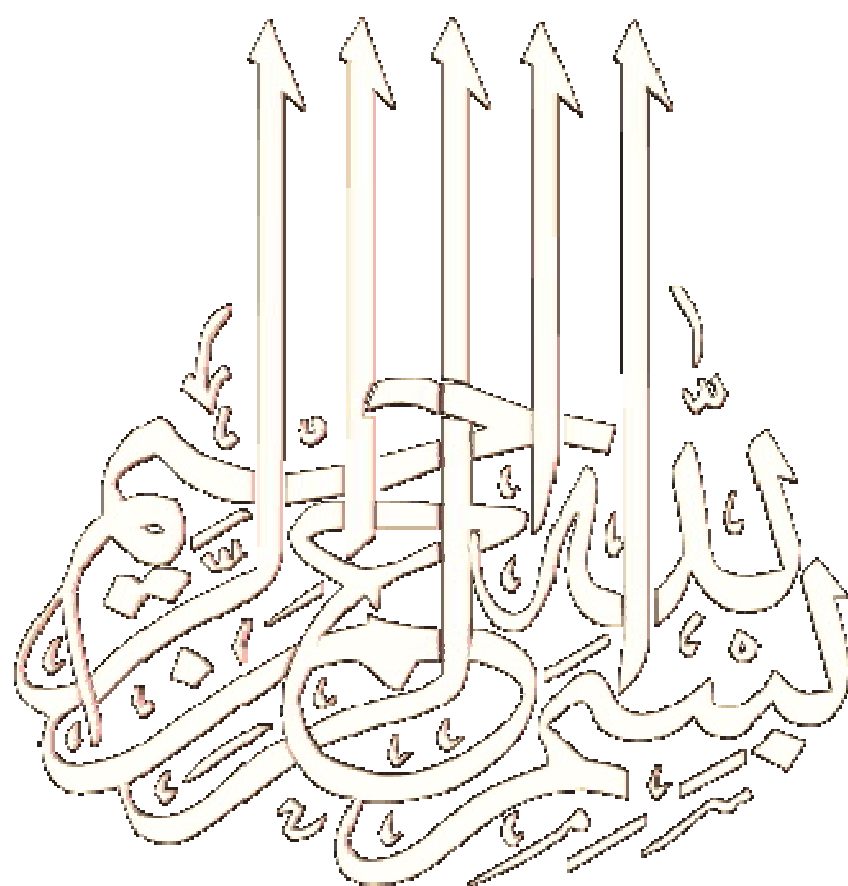




REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je tiens à remercier Allah

le tout puissant, qui a rendu ce document possible.

J'aimerais à présent remercier mes proches et en premier lieu mes parents

de m'avoir soutenu et d'avoir cru en moi.

Je remercie aussi mes frères, mes sœurs et toute ma famille.

Mes remerciements vont également à mes enseignants, mes amis, et mes

collègues.

Mes vifs remerciements vont aussi à Monsieur Barkat Said pour son aide

et ces encouragements.

Enfin, que tous ceux et celles qui m'ont aidé et soutenu durant tout mon

parcours trouvent ici l'expression de mes remerciements les plus sincères.

SOMMAIRE

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

Chapitre I

Modélisation de la machine synchrone à aimants permanents à cinq phases

. Introduction.....	3
I.2. Description de la machine synchrone à aimants permanents à cinq phases.....	4
I.3. Modélisation de la machine synchrone à aimants permanents à cinq phases.....	6
I.3.a) Équation des tensions statoriques.....	6
I.3.b) Équation des flux statoriques.....	7
I.3.c) Transformation de Park	9
I.3.d) Modèle en courant.....	11
I.3.e) Couple électromagnétique	13
I.4. Conclusion	14

Chapitre II

Modélisation et commande de l'onduleur de tension à cinq bras

II.1. Introduction.....	15
II.2. Modélisation de l'onduleur à cinq bras	16
II.2.a. Tensions des bras	17
II.2.b. Tensions composées	17
II.3. Commande de l'onduleur à cinq bras.....	17
II.3.1. Stratégie de commande par hystérésis de courant.....	18
II.3.2. Résultats de simulation.....	20
II.3.3. Stratégie de commande par MLI sinusoïdale.....	22
II.3.4. Résultats de simulation.....	24
II.3.5. Stratégie de commande par modulation vectorielle	25
II.3.5.a. Calcul des temps de fermeture et ouverture des interrupteurs	28
II.3.5.b. Résultats de simulation	30
II.4. Conclusion	31

Chapitre III

Commande vectorielle de la machine synchrone à aimants permanents à cinq phases

III.1. Introduction.....	32
III.2. Principe de la commande vectorielle.....	33
III.2.1. Commande vectorielle de la MSAP5PH alimentée en courant.....	33
III.2.1.a. Réglage de vitesse.....	34
III.2.1.b. Résultats de simulation.....	35
III.2.2. Commande vectorielle de la MSAP5PH alimentée en tension.....	37
III.2.2.a Description du système global.....	37
III.2.2.b Découplage	37
III.2.2.c Calcul des coefficients des régulateurs de courants.....	40
III.2.2.d Résultats de simulation.....	41
III.3. Conclusion	42

Chapitre IV

Commande floue de la machine synchrone à aimants permanents à cinq phases

IV.1. Introduction	43
IV.2. Théorie de la logique floue.....	44
IV.2.1. Définition.....	44
IV.2.2. Ensembles flous	45
IV.2.3. Caractéristique d'un sous ensemble flou.....	46
IV.2.3.a. Support	46
IV.2.3.b. Hauteur	46
IV.2.3.c. Noyau	46
IV.2.3.d. Cardinalité.....	47
IV.2.4. Fonction d'appartenance.....	47
IV.2.5. Variable linguistique	49
IV.2.6. Opérateurs de la logique floue	50
IV.2.7. Logique floue et raisonnement approximatif.....	51
IV.2.8. Implication floue	51

IV.3. Contrôle à logique floue.....	51
IV.3.1. Interface de fuzzification.....	53
IV.3.2. Base de connaissances.....	53
IV.3.3. Logique de prise de décision (moteur d'inférence).....	53
IV.3.4. Défuzzification.....	53
IV.4. Conception d'un contrôleur à logique floue.....	53
IV.4.1. Stratégie de fuzzification.....	53
IV.4.2. Base de données.....	54
IV.4.3. Base de règles	54
IV.4.4. Inférence.....	55
IV.4.5. Stratégie de défuzzification	57
IV.4.6. Structure du régulateur par logique floue.....	59
IV.5. Commande floue de la MSAP5PH alimentée en courant	60
IV.5.1. Résultats de simulation	61
IV.6. Commande floue de la MSAP5PH alimentée en tension.....	63
IV.4.7. Résultats de simulation.....	63
IV.7. Conclusion.....	65
Conclusion générale.....	66
Références bibliographiques	

LISTE DES FIGURES

Chapitre I

Figure (I. 1): Différentes dispositions des aimants permanents dans le rotor.....	5
Figure (I. 2) : Schéma du moteur synchrone à aimants permanents à cinq phases.....	6
Figure (I. 3) : Représentation de l'entrefer dans une MSAP5PH	9
Figure (I. 4). Représentation de la transformation Park	9
Figure (I. 5) : Circuits équivalents de MSAP à cinq phases dans le repère dqDQn.	12

Chapitre II

Figure (II. 1): Structure de l'onduleur à cinq bras	16
Figure (II. 2): Schéma du comparateur à hystérésis.....	19
Figure (II. 3): Principe de la MLI à hysteresis.....	20
Figure (II. 4): Résultats de simulation de l'onduleur à cinq bras contrôlé par la technique d'hystérésis	21
Figure (II. 5): Principe de la MLI sinusoidale.	23
Figure (II. 6): Résultats de simulation de l'onduleur cinq phases contrôlé par la technique MLI sinusoidale.....	25
Figure (II. 7): Vectors de tension non null d'un onduleur à cinq phases.....	25
Figure (II. 8): Dix vecteurs de commutation pour SVPWM de machines cinq phases.....	27
Figure (II. 9): Application des dix vectors de la zone	30
Figure (II. 11) Résultats de simulation d'onduleur cinq phases contrôlées par MLI vectorielle..	31

Chapitre III

Figure (III. 1) : Schéma de principe de la commande vectorielle de la MSAP5PH alimentée en courant	34
Figure (III. 2) : Schéma fonctionnel du contrôle de la vitesse.....	34
Figure (III. 3) : Résultats de simulation de la commande vectorielle de la MSAP5PH alimentée en courant.....	36
Figure (III. 4) Principe de la commande vectorielle avec MLI	38

Figure (III. 5) : Couplage entre les axes d et q.....	38
Figure (III. 6) : Découplage par compensation.	39
Figure (III. 7) : Commande découplée.	40
Figure (III. 8) : Résultats de simulation de commande de la MSAP5PH alimentée en tension. ..	42

Chapitre IV

Figure (IV. 1) : Classification des personnes en trois ensembles selon la logique classique	44
Figure (IV. 2) : Classification des personnes en trois ensembles selon la logique floue	45
Figure (IV. 3) : Fonction caractéristique d'appartenance pour la logique booléenne et la logique floue	45
Figure (IV. 4) : Différentes formes des fonctions d'appartenance.....	48
Figure (IV. 5) : Représentation des variables linguistiques.....	49
Figure (IV. 6) Synoptique d'un contrôleur flou	52
Figure (IV. 7) : Univers de discours normalisé dans l'intervalle [-1 +1] avec une partition de 3, 5,7 ensembles flous	55
Figure (IV. 8) : Exemple d'inférence à plusieurs règles	55
Figure (IV. 9) : Structure d'un régulateur à logique floue (RLF)	59
Figure (IV. 10) : Structure de la commande floue de la MSAP5PH alimentée en courant.....	60
Figure (IV. 11) : Fonctions d'appartenance triangulaires pour les variables d'entrée e et Δe	60
Figure (IV. 12) : Fonctions d'appartenance triangulaires pour la variable de sortie i_{qsref}	61
Figure (IV. 13) : Résultats de simulation de la commande floue de la MSAP5PH alimentée en courant	62
Figure (IV. 15): Résultats de simulation de commande floue de MSAP5PH alimentée en tension	64

LISTE DES TABLAUX

Tableau (II. 1) : Vecteurs de tension de l'onduleur à cinq bras.....	25
Tableau (III. 1) : Paramètres de la machine synchrone à aimants permanents à cinq phases.....	33
Tableau (IV. 1) : Base d'inférence	60

NOMENCLATURE

i_a, i_b, i_c, i_d, i_e : Courants des phases de la machine.

$\phi_a, \phi_b, \phi_c, \phi_d, \phi_e$: Flux des phases de la machine.

ϕ_f : Flux des aimants.

V_a, V_b, V_c, V_d, V_e : Tension des phases statoriques.

i_{ds}, i_{qs} : Courants statoriques d'axe direct et en quadrature.

V_{ds}, V_{qs} : Tension statoriques d'axe direct et en quadrature.

C_{em} : Couple électromagnétique.

C_r : Couple résistante.

f : Coefficient de frottement.

$T(\theta_r)$: Matrice de transformation de PARK.

P : nombre de paire de pôles.

J : Moment d'inertie.

L_d, L_q : Inductances cycliques directe et en quadrature.

k_{pi}, k_{ii} : Coefficient de régulateur de vitesse.

k_{pv}, k_{iv} : Coefficient de régulateur de courant.

r_s : Résistance d'une phase statorique.

S : l'opération de Laplace.

V_{DC} : Tension continue à l'entrée de l'onduleur.

ω : Pulsation des tensions statoriques.

Ω : Vitesse angulaire du rotor.

RLF : Régulateur par logique floue.

θ_r : Angle électrique.

e : Erreur.

Δe : Variation de l'erreur

MSAP5PH : Machine synchrone à aimants permanents à cinq phases

MLI: Modulation de largeur d'impulsions