

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE BATNA  
FACULTE DES SCIENCES DE L'INGENIEUR

**MEMOIRE**

*Présenté au*

**DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE**

*Pour l'obtention du diplôme de*

**MAGISTER EN ELECTRONIQUE**  
**Option : contrôle**

*Intitulé*

---

---

**Commande adaptative par Backstepping en utilisant  
les réseaux de neurones**

---

---

*Par*

**Leila DOUHA**

**Soutenu le :05 / 05 /2004**

Le jury d'examen constitué de :

Mr. Boulemden Mohammed	Prof.	Université de Batna	Président
Mr. Benmahammed Khier	Prof.	Université de Sétif	Rapporteur
Mr. Goléa Noureddine	M.C.	Université de Oum el Bouaghi	Examineur
Mr. Saidi Lamir	C.C.	Université de Batna	Examineur
Mr. Abdessemed Rachid	Prof.	Université de Batna	Examineur
Mr. Abdessemed Foudil	M.C.	Université de Batna	Invité

---

---

# Table des matières

---

---

<b>Introduction générale.....</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre 1 : Méthode du « Backstepping ».....</b>	<b>5</b>
1.1 Introduction.....	5
1.2 Commande par la méthode du « backstepping ».....	6
1.2.1 Approche non adaptative.....	6
1.2.1.1 Exemple du deuxième ordre.....	6
1.2.1.1.1 principe.....	6
1.2.1.1.2 description de la procédure.....	7
1.2.1.1.3 Aspects d'implémentation.....	9
1.2.1.1.4 Transformation des coordonnées.....	9
1.2.1.2 Exemple du quatrième ordre.....	10
1.2.1.2.1 Principe.....	10
1.2.1.2.2 Description de la procédure.....	11
1.2.1.2.3 Poursuite par la méthode du «backstepping».....	17
1.2.1.2.3.1 Description de la procédure.....	18
1.2.2 Approche adaptative .....	22
1.2.2.1 Exemple du deuxième ordre.....	22
1.2.2.1.1 Principe.....	22
1.2.3 Approche adaptative et poursuite.....	25
1.2.3.1 Exemple du cinquième ordre.....	25
1.2.3.1.1 Principe.....	25
1.2.3.1.2 Description de la procédure.....	26
1.4 Procédure générale de la conception.....	33
1.4.1 Approche non adaptative.....	33
1.4.2 Approche adaptative et poursuite.....	36
1.5 Commande non linéaire par « backstepping ».....	37
1.5.1 Calcul de la loi de commande.....	38
1.6 Résultats de simulation.....	40
1.7 Conclusion.....	44

<b>Chapitre 2 : Modélisation de la machine asynchrone.....</b>	<b>45</b>
2.1 Introduction.....	45
2.2 Description.....	46
2.3 Modélisation électrique.....	47
2.4 Transformation de Park.....	48
2.5 Choix du référentiel.....	49
2.6 Modèle de la machine asynchrone à deux axes.....	50
2.7 Résultats de simulation.....	53
2.8 Conclusion.....	56
<b>Chapitre 3 : Commande par « Backstepping » avec observateur.....</b>	<b>57</b>
3.1 Introduction.....	57
3.2 Observateur via « backstepping ».....	58
3.2.1 Principe.....	58
3.2.2 Amortissement non linéaire.....	60
3.3 application pour une machine à induction.....	62
3.3.1 Observation du flux de la machine à induction.....	62
3.3.2 Description de l'algorithme.....	62
3.4 Analyse de la stabilité.....	65
3.5 Résultats de simulation .....	66
3.6 Conclusion.....	75
<b>Chapitre 4 : Commande adaptative par « Backstepping ».....</b>	<b>76</b>
4.1 Introduction.....	76
4.2 Commande vectorielle.....	77
4.2.1 Modèle de la machine.....	78
4.2.2 principe de la commande par orientation du flux.....	78
4.3 Application pour un moteur asynchrone.....	80
4.3.1 Description de l'algorithme.....	80
4.4 Analyse de la stabilité .....	85
4.5 Résultats de simulation.....	86
4.6 Conclusion.....	89

<b>Chapitre 5 : Application du « Backstepping » pour les modes glissants...</b>	<b>91</b>
5.1 Introduction.....	91
5.2 Commande par mode glissant.....	92
5.2.1 Principe.....	92
5.2.2 Conditions d'existence du mode glissant.....	92
5.2.3 Phénomène de « chattering ».....	94
5.3 Commande par mode de glissement via « backstepping ».....	94
5.3.1 Description de l'algorithme .....	94
5.4 Résultats de simulation.....	98
5.5 Conclusion.....	101
<b>Chapitre 6 : Commande par « Backstepping » avec réseaux de neurones.....</b>	<b>102</b>
6.1 Introduction.....	102
6.2 Classification des réseaux de neurones.....	103
6.3 Architectures des réseaux de neurones.....	104
6.3.1 Réseaux statiques.....	104
6.3.1.1 Réseaux multicouches.....	105
6.3.1.2 Réseau RBF.....	105
6.3.1 Réseaux dynamiques.....	105
6.4 Propriété fondamentale des réseaux de neurones formels : l'approximation.....	105
6.5 Apprentissage.....	106
6.5.1 Apprentissage supervisé.....	106
6.5.2 Apprentissage non supervisé .....	107
6.5.3 Apprentissage par renforcement.....	107
6.6 La rétro – propagation.....	107
6.7 Commande par « backstepping » utilisant les réseaux de neurones.....	107
6.7.1 Introduction.....	108
6.7.2 Application pour une machine à induction.....	108
6.7.2.1 Modèle de la machine.....	108
6.7.2.2 Description de l'algorithme.....	109
6.8 Résultats de simulation.....	113
6.9 Conclusion.....	116

**Conclusion générale..... 119**

**Bibliographie**

**Annexes**