

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

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE



D E R de Génie Electrique et Informatique
SPECIALITE : AUTOMATIQUE

THESE DE MAGISTER

**SUR L'UTILISATION DES RESEAUX DE NEURONES
ARTIFICIELS ET DES SYSTEMES FLOUS POUR LA
LINEARISATION ET LA COMMANDE DE PROCESSUS
CHIMIQUES NON LINEAIRES**

Présentée par : **Mr. M'hamed Mouley HENICHE.**
Ingénieur d'Etat en Automatique (ENP)

Membres du jury :

Mr. Boucherit	<i>Président du jury</i>
Mr. Attari	<i>Directeur de thèse</i>
Mr. Boudjema	<i>Directeur de thèse</i>
Mr. Boukhetala	<i>Examineur</i>
Mr. Chekireb	<i>Examineur</i>
Mr. Farah	<i>Examineur</i>

JUILLET 1997

SOMMAIRE

	INTRODUCTION GENERALE	1
<i>Chapitre 1.</i>	PRESENTATION DES RESEAUX DE NEURONES ARTIFICIELS	
	1.1 Introduction	5
	1.2 Neurone biologique	5
	1.3 Neurone formel	6
	1.4 Réseau de neurones	7
	1.5 Apprentissage des réseaux de neurones	8
	1.6 Classification des reseaux de neurones	9
	1.7 Mémoire associative	11
	1.8 Algorithmes d'apprentissage	11
	1.9 Optimisation des réseaux neuronaux	17
	1.10 Conclusions	18
<i>Chapitre 2.</i>	STRUCTURES D'IDENTIFICATION ET DE COMMANDE NEURONALE	
	2.1 Introduction	20
	2.2 Structures d'identification neuronale	21
	2.3 Structures de commande neuronale	26
	2.4 Commande neuronale et theorie de la commande nonlinéaire	36
	2.5 Conclusions	40
<i>Chapitre 3.</i>	INTRODUCTION AUX SYSTEMES FLOUS ET A LA COMMANDE FLOUE	
	3.1 Introduction	42
	3.2 Concepts flous	43
	3.3 Qu'est ce qu'un système flou	43
	3.4 Apprêt sur les ensembles flous	44
	3.5 Apprêt sur la logique floue	49
	3.6 Systèmes flous	51
	3.7 Contrôleurs flous	56
	3.8 Conclusions	60

<i>Chapitre 4.</i>	LINEARISATION NEURONALE ET FLOUE D'UNE ELECTRODE SELECTIVE D'IONS A MEMBRANE DE NASICON	
	4.1 Introduction	62
	4.2 Nonlinéarité des capteurs	62
	4.3 Pourquoi linéariser la caractéristique d'un capteur	63
	4.4 Méthodes classiques de linéarisation des capteurs	64
	4.5 Electrodes sélectives d'ions (ISE)	64
	4.6 Linéarisation neuronale de l'ISE à membrane de NASICON	67
	4.7 Linéarisation floue de l'ISE a membrane de NASICON	80
	4.8 Conclusions	90
<i>Chapitre 5.</i>	COMMANDE NEURONALE ET FLOUE D'UN BIOREACTEUR	
	5.1 Introduction	92
	5.2 Motivations pour la commande des processus chimiques	92
	5.3 Description du problème de commande d'un bioréacteur	93
	5.4 Commande neuronale du bioréacteur	99
	5.5 Commande floue du bioréacteur	116
	5.6 Comparaison des deux techniques de commande	130
	5.7 Conclusions	133
	CONCLUSION GENERALE	134
	BIBLIOGRAPHIE	137
	ANNEXES	144
	Annexe -A-	
	Annexe -B-	
	Annexe -C-	
	Annexe -D-	

ملخص

إن الهدف من هذا العمل هو استعمال الشبكات العصبية الاصطناعية المتعددة الطبقات و الأنظمة الغامضة كوسائل فعالة لحل بعض المشاكل المتعلقة بالأنظمة الكيميائية اللاخطية. الغرض هو جعل المنحنيات المميزة لوسائل قياس الشوارد خطية، مع أخذ بعين الاعتبار تأثير الاضطرابات، هذا أولاً، ثم التحكم في عمل نظام كيميائي لا خطي و هو مفاعل حيوي، ثانياً. في المرحلة الأولى من هذا العمل تم تقديم طريقة فعالة لتحقيق خطية وسائل قياس الشوارد. هذه الطريقة تكمن في الحصول على المنحنى العكسي للمجس باستعمال شبكة عصبية اصطناعية أو نظام غامض اللذان يعتبران ممثلان عازمان للدوال اللاخطية. في المرحلة الثانية تم استعمال نفس هذه الوسائل و هذا للتحكم في عمل نظام كيميائي ذو تصرف معقد، ألا و هو مفاعل حيوي. النتائج الخاصة بكل طريقة تم تمثيلها بيانياً حتى تتمكن من مقارنة فعالية كل طريقة.

ABSTRACT

This work deals with the use of multilayered artificial neural nets and fuzzy systems as effective tools to solve some nonlinear chemical problems. The emphasis is on the linearization of ionic sensors' static characteristics, with taking into a count the effect of disturbances in a first time then the control of nonlinear chemical processes such as a bioreactor in a second time. In the first part of the work, a procedure to linearize ionic sensors has been proposed. It consists on the reproduction of the sensor's inverse characteristic by means of a neural net or fuzzy system, which are universal functions approximators. The second part of the work, concerns the use of both techniques quoted above to control a chemical system which has a complex behavior, we mean a bioreactor. Results of both methods in each part have been graphically illustrated, allowing the discussion of their performances.

RESUME

L'objectif de notre travail porte sur l'utilisation des réseaux de neurones artificiels multicouches et des systèmes flous comme outils efficaces pour la résolution de certains problèmes chimiques non linéaires. L'accent est mis sur la linéarisation des caractéristiques statiques non linéaires de capteurs ioniques, en tenant compte de l'effet des perturbations en un premier temps, puis sur la commande de processus chimiques non linéaires tels que le bioréacteur en un second temps. Dans la première partie du travail, une procédure de linéarisation de capteurs ioniques est proposée. Elle consiste en la reproduction de la caractéristique inverse du capteur à l'aide d'un réseau neuronal ou d'un système flou, considérés comme approximateurs universels de fonctions non linéaires. La deuxième partie du travail, concerne l'utilisation de ces deux techniques pour la commande d'un système chimique, ayant un comportement complexe, qu'est le bioréacteur. Les résultats des deux méthodes dans les différentes parties du travail sont illustrés graphiquement, permettant la discussion des performances des deux techniques.