

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE SALAH BOUBNIDER CONSTANTINE 3



FACULTE DE GENIE DES PROCÉDES
DEPARTEMENT DE GENIE CHIMIQUE

N° d'ordre :.... ..

Série :.... ..

Mémoire de Master

Filière : Génie des Procédés

Spécialité : Génie Chimique

THEME

Identification des systèmes non linéaires par réseaux de neurones artificiels et validation par application d'une commande proportionnelle intégrale (PI)

Dirigé par :

BAHITA Mohamed

Grade : MCB

Présenté par :

GARTOUM Mohamed Amine

LAKROUN Seif Eddine

Année Universitaire 2016/2017.

Session : (Juin)

Table des matières

Liste des figures	I
Liste des tableaux	IV
Nomenclature utilisée	V
Introduction générale	9

Chapitre I

Généralités sur les systèmes de régulation

I.1 Introduction.....	12
I.2 Systèmes de commande	12
I.2.1 Système de commande en boucle ouverte.....	12
I.2.2 Système de commande en boucle fermée	13
I.3 Le régulateur PID.....	13
I.3.1 Le régulateur proportionnel (P).....	13
I.3.2 Le régulateur proportionnel intégral (PI)	14
I.3.3 Le régulateur proportionnel intégral et dérivé (PID)	15
I.4 Les différentes structures des régulateurs PID.....	15
I.5 Méthodes de réglage des régulateurs PID.....	16
I.5.1 Réglage par essai erreur (réglage de terrain).....	16
I.5.2 Méthode expérimentale de Ziegler et Nichols en boucle fermée.....	16

I.6 Performance des systèmes asservis	17
I.7 Conclusion	18

Chapitre II

Les réseaux de neurones artificiels

II.1 Introduction	20
II.2 Historique des réseaux de neurones artificiels	20
II.3 Le réseau de neurones biologiques	21
II.4 Le réseau de neurones artificiels	22
II.4.1 Le neurone formel.....	22
II.4.2 Le réseau de neurones à base de neurone formel.....	23
II.5 Utilisation des réseaux de neurones artificiels	25
II.6 Apprentissage des réseaux de neurones artificiels	25
II.7 La rétro-propagation	26
II.8 Algorithme d'apprentissage.....	30
II.9 Remarques utiles	30
II.10 Conclusion	31

Chapitre III

Identification des systèmes non linéaires par les réseaux de neurones artificiels

III.1 Introduction	33
III.2 Modélisation des systèmes	33
III.2.1 Modélisation mathématique	33
III.2.2 Modélisation en génie des procédés.....	34
III.3 Identification par réseaux de neurones artificiels.....	35
III.4 Structures d'identification	35
III.5 Résultats de simulation de l'identification par les réseaux de neurones artificiels	36
III.5.1 Application sur le réservoir	37
III.5.1.1 Description et modélisation mathématique du réservoir.....	37

III.5.1.2 Entraînement du réseau de neurones utilisé.....	38
III.5.1.3 Validation.....	41
III.5.2 Application sur le réacteur chimique RAC avec jacket.....	42
III.5.2.1 Description et modélisation mathématique du réacteur chimique RAC avec jacket.....	42
III.5.2.2 Entraînement du réseau de neurones utilisé	44
III.5.2.3 Validation.....	46
III.6 Conclusion.....	48

Chapitre IV

Validation du modèle neuronal par application d'une commande proportionnelle intégrale PI

IV.1 Introduction.....	50
IV.2 Description de la structure de commande utilisée	50
IV.3 Résultats de simulation	52
IV.3.1 Régulation du niveau dans un réservoir	52
IV.3.2 Régulation de la concentration dans un réacteur chimique RAC avec jacket.....	53
IV.4 Conclusion	55

Conclusion générale.....	57
---------------------------------	-----------

Références bibliographiques	59
--	-----------

Annexe A

Systèmes linéaires et non linéaires.....	62
--	----

Annexe B

La méthode de Runge-Kutta d'ordre 4 (RK4)	64
---	----

الملخص :

مطابقة الانظمة الغير الخطية باستخدام الشبكات العصبونية الاصطناعية يوفر حلا فعالا لكثير من هذه الانظمة و يرجع ذلك الى قدرة التعلم، التقريب، التعميم لدى هذه الشبكات العصبونية. يشمل هذا العمل استخدام الشبكات العصبونية الاصطناعية لمطابقة الانظمة الغير الخطية و المتمثلة في نموذج خزان، ونموذج مفاعل كيميائي RAC مزود بمبادل حراري للتبريد. قمنا كذلك بتطبيق طريقة التحكم التقليدية PI على النظام الحقيقي و النموذج العصبوني الخاص به للتحكم في مستوى سائل في الخزان و التركيز المولي لمفاعل في المفاعل الكيميائي. الهدف من هذا العمل هو اظهار فاعلية الشبكات العصبونية الاصطناعية في مطابقة الانظمة الغير الخطية.

الكلمات المفتاحية :

مطابقة، الانظمة الغير الخطية، الشبكات العصبونية الاصطناعية، طريقة التحكم التقليدية PI، خزان، مفاعل كيميائي RAC مزود بمبادل حراري للتبريد.

Abstract :

Identification of nonlinear systems using artificial neural networks provides an efficient solution for large classes of nonlinear systems because these networks have the ability of learning, approximation and generalization.

This work includes the exploitation of the artificial neural networks to the identification of nonlinear systems which are a tank model and a continuous stirred tank reactor CSTR model with cooling jacket. We have also applied classical proportional integral PI control method on the real system and its neural model to control the liquid level in the tank and the molar concentration of a reagent in the continuous stirred tank reactor CSTR.

The objective of this work is to show the effectiveness of artificial neural networks to identify nonlinear systems.

Key Words :

Identification, nonlinear systems, artificial neural networks, classical PI control, tank, continuous stirred tank reactor CSTR with cooling jacket.