

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



FACULTE DE GENIE DES PROCEDES
DEPARTEMENT DE GENIE CHIMIQUE

N° d'ordre :.... ..

Série :.... ..

Mémoire de Master

Filière : Génie des Procédés

Spécialité : Génie Chimique

**Commande adaptative du pH dans un réacteur
chimique (CSTR) à l'aide d'un régulateur PID
basé sur les réseaux de neurones à fonctions de
base radiales (RBF)**

Dirigé par :

BAHITA Mohamed

Grade : MCA

Présenté par :

BAHLOUL Soundous

SAHEL Souhaib

ZITOUNI Moundir Chahine

Année Universitaire 2024/2025.

Session: Juin

Table des matières

Liste des figures	III
Liste des tableaux	IV
Nomenclatures	V
Introduction générale.....	1
Chapitre I.....	2
Généralités sur la régulation automatique des procédés chimiques	2
.....	2
I.1-Introduction	3
I.2-La régulation du pH	3
I.3-Objectif de la régulation du pH.....	3
I.4-Principe de fonctionnement des régulateurs PID dans la régulation du pH.....	4
I.4.1- L'action proportionnelle P	5
I.4.2- L'action intégrale I	5
I.4.3-L'action dérivée D	6
I.5-Correcteur proportionnel - intégrale – dérivée PID.....	7
I.6-Les avantages et les inconvénients	7
I.7- Système de commande	7
I.7.1-Système de commande en boucle ouverte.....	8
I.7.2- Système de commande en boucle fermée.....	8
I.8-Vers une commande PID basée sur les réseaux de neurones à fonctions de base radiales (RBF)	9
I.9-Conclusion.....	10
Chapitre II	10
Réseaux de neurones à fonction de base radiale (ou Radial Basis Function RBF)	10
II.1. Introduction	11
II.2. Réseaux de neurones artificiels	11
II.2.2. Neurones formels.....	11
II.3. Notions de base sur les réseaux de neurones RBF.....	12
II .4. Fonctions de base radiales	14
II.5. Méthode d'approximation par les réseaux RBF	15

II.6. Apprentissage du réseau RBF :	15
II.7. La règle d'adaptation des poids de connexions	16
II.8. Conclusion	16
Chapitre III	
Application de la commande PI basé sur les réseaux RBF	17
III.1 Introduction	18
III.2 Généralités sur le pH	18
III.3 Commande du pH dans un réacteur chimique CSTR :	18
III.3.1 Description du procédé :	18
III.4-Application des méthodes de commande PI à base des réseaux de neurones à fonction de base radiale RBF et PID classique pour la commande du pH dans le réacteur CSTR :	20
III.4-1-Première approche : application du contrôleur PID classique :	20
III.4.2 Deuxième approche : application du contrôleur PI basé sur les réseaux RBF:	24
III-5 Comparaisons entre les deux méthodes de commande	29
III-6 Etude de la robustesse	30
III-7 Conclusion	31
Conclusion Générale	33
Annexe A	39
Définition de la méthode Runge-Kutta d'ordre 4 (RK4) :	39
Annexe B	40
Présentation de MATLAB :	40

الملخص

في هذا العمل، ندرس تنظيم الرقم الهيدروجيني (pH) في العمليات الصناعية، وهو أمر غالبًا ما يكون صعبًا بسبب سلوكه غير الخطي. وللتغلب على ذلك، يُقترح منظم ذكي وهو PI قائم على الشبكات العصبية RBF، يجمع بين متحكم PID التقليدي وشبكة عصبية RBF. يعمل هذا النظام على تحسين استقرار ودقة التحكم في مفاعل كيميائي من نوع CSTR. وقد تم مقارنة أداء منظم PI القائم على الشبكات RBF مع أداء متحكم PID التقليدي.

الكلمات المفتاحية

دوال الأساس الشعاعي (RBF)، الشبكات العصبية، التحكم الكلاسيكي (PID)، المفاعل الكيميائي (CSTR)، النظام غير الخطي.

Résumé

Dans ce travail, nous étudions la régulation du pH dans les procédés industriels, souvent difficile à cause de son comportement non linéaire. Pour y remédier, un régulateur intelligent composé d'un régulateur PI classique et un réseau de neurones RBF a été proposé. Ce système améliore la stabilité et la précision du contrôle dans un réacteur chimique CSTR. Les performances du PI basé sur les réseaux RBF sont comparées à celles d'un PID standard.

Mots clés

Fonctions de base radiales (RBF), réseaux de neurones, commande classique (PID), réacteur chimique (CSTR), système non linéaire.