

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

UNIVERSITE SALAH BOUBNIDER CONSTANTINE 3



FACULTE DE GENIE DES PROCEDES

DEPARTEMENT GENIE CHIMIQUE

N° d'ordre :.....

Série :.....

Mémoire de Master

Filière : Génie des procédés

Spécialité : Génie chimique

**Commande de procédés par retour d'état modifié basée
sur la linéarisation autour d'un point de fonctionnement**

Dirigé par :

Mr. BAHITA Mohamed

Grade : MCB

Présenté par :

HADDADA Intissar

MELLOUL Sarra

Année Universitaire 2016/2017.

Session : Juin

Sommaire	Page
Liste des figures	i
Liste des tableaux	ii
Nomenclatures	iii
Introduction générale	
Introduction générale	8
Chapitre 1	
Notions de base sur la commande des systèmes	
1.1 Introduction	11
1.2 Qu'est ce que la régulation	11
1.3 La régulation et l'asservissement	11
1.3.1 L'asservissement	12
1.3.2 La régulation	12
1.4 But et principe de la régulation automatique	12
1.5 Performance d'un système asservi	13
1.5.1 La stabilité	13
1.5.2 La précision	14
1.5.2.1 La précision statique	14
1.5.2.2 La précision dynamique	14
1.5.3 La rapidité	15
1.6 Structure d'un système asservi	16
1.7 Notion de système	17
1.7.1 Système linéaire	17
1.7.2 Système non linéaire	18
1.8 Systèmes en boucle ouverte (BO) et système en boucle fermée (BF)	18
1.8.1 Système en boucle ouverte (BO)	18
1.8.2 Système en boucle fermée (BF)	19
1.9 Les différentes structures de commande	20
1.9.1 Commande adaptative	20
1.9.2 Commande prédictive	20

1.9.3 Commande par logique floue	20
1.9.4 Commande par retour d'états	21
Conclusion	21
Chapitre 2	
Régulateur PID et contrôleur à retour d'état	
2.1 Commande par régulateur Proportionnel Intégral et Dérivé "PID"	23
2.1.1 Introduction	23
2.1.1.1 Lois de commande d'un régulateur proportionnel	24
2.1.1.2 Lois de commande d'un régulateur proportionnel intégral PI	24
2.1.1.3 Lois de commande d'un régulateur proportionnel dérivée PD	25
2.1.1.4 Lois de commande d'un régulateur proportionnel intégral dérivée PID	26
2.1.2 Les effets de l'action proportionnelle, intégrale et dérivée	28
2.1.2.1 L'action proportionnelle	28
2.1.2.2 L'action intégrale	28
2.1.2.3 L'action dérivée	29
2.1.3 Synthèse des Régulateurs P, PI et PID par les méthodes de Ziegler-Nichols	29
2.2 Commande par retour d'état	30
2.2.1 Introduction	31
2.2.2 Principe de la commande par retour d'état	33
2.2.3 Notions de commandabilité et d'observabilité	33
2.2.3.1 Système commandable	33
2.2.3.2 Notion mathématique de commandabilité	34
2.2.3.3 Critère mathématique d'observabilité	34
2.2.4 Méthode de calcul du gain de commande	35
2.3 Théorie de linéarisation des systèmes non linéaires par développement en série de Taylor	35
2.3.1 Introduction	35
2.3.2 Méthode de linéarisation	39
Conclusion	

Chapitre 3	
Application de méthodes de commande sur les procédés	42
3.1 Introduction	42
3.2 Commande du niveau dans un réservoir	42
3.2.1 Modélisation du niveau d'eau	43
3.2.2 Linéarisation du modèle du réservoir	46
3.2.3 Applications des deux méthodes de commande (régulateur PI et retour d'état modifié) pour la commande du niveau d'eau d'un réservoir	46
3.2.4 Résultats de simulation	51
3.3 Commande de la concentration dans un réacteur agité en continu	51
3.3.1 Modélisation du réacteur chimique (CSTR)	53
3.3.2 Linéarisation du modèle mathématique du CSTR	56
3.3.3 Applications des deux méthodes de commande (régulateur PI et retour d'état modifié) pour la commande de la concentration dans le réacteur (CSTR)	60
Conclusion	
Conclusion générale	62
Conclusion générale	64
Références bibliographiques	
Annexes	
Annexe A :	67
Définition de la méthode Runge-Kutta (RK4)	
Annexe B :	68
Présentation de Matlab	

المخلص

معظم الأنظمة الحقيقية لديها سلوك غير خطي وكثير من هذه الأنظمة يمكن السيطرة عليها من خلال التقنيات الخطية التلقائية. وهذا ممكن عندما يمكن نمذجة النظام الغير خطي على الشكل الخطي من أجل اختلافات صغيرة حول نقطة التوازن أو عندما يتم إدخال التبسيط في النماذج. في هذا العمل اقترحنا وطبقنا في المحاكاة اثنين من تقنيات التحكم: الأول هو مراقبة ردود فعل تغيير الحالة التي تقوم على نموذج خطي من نظام حقيقي، والثاني هو التحكم الكلاسيكي من قبل وحدات التحكم PI . يتم اختبار التطبيق على نظامين : السيطرة على مستوى في خزان والسيطرة على التركيز في مفاعل كيميائي.

الكلمات المفتاحية

مراقبة ردود فعل تغيير الحالة، تحكم كلاسيكي PI ، مفاعل كيميائي ($CSTR$)، خزان، نظام خطي، نظام خير خطي.

Résumé

La plus part des systèmes réels possède un comportement non linéaire, et un grand nombre de ces systèmes peut être commandé par des techniques de l'automatique linéaires. Ceci est possible lorsque le système non linéaire peut être linéarisé pour de petites variations autour d'un point de fonctionnement, ou lorsque des simplifications sont introduites dans les modèles.

Dans ce travail, nous avons proposé et appliqué en simulation deux techniques de commande : la première commande est par retour d'état modifié qui est basée sur un modèle linéarisé du système réel, et la deuxième commande classique par régulateurs PI . L'application est testée sur deux systèmes : la commande du niveau dans un réservoir et la commande de la concentration dans un réacteur chimique ($CSTR$).

Mots clés

Commande par retour d'état modifié, commande classique PI , réacteur chimique ($CSTR$), réservoir, système linéarisé, système non linéaire.