

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

**Régulation de la concentration dans une colonne de distillation
binaire par régulateur Proportionnel Intégral (PI)**

Dirigé par :

BAHITA Mohamed

Grade : MCA

Présenté par :

DENNA Halima

ELHADEF ELOKKI Malak

MEBAREK BOUKHALFA Ibtihel

Année Universitaire : 2022/2023

Table de matière

Table des figures	V
Nomenclatures.....	VII
Introduction générale.....	1
Chapitre I : Généralité sur la distillation et modélisation de la colonne de distillation ...	3
I.1. Introduction :.....	3
I.2. Définition de la distillation :	3
a. La distillation simple :.....	3
b. La distillation fractionnée :.....	3
c. La distillation sous vide:.....	4
I.3. Unité de distillation :.....	4
I.3.1. Bouilleur :	4
I.3.2. Condenseur :	4
a) Condenseur total :	5
b) Condenseur partiel :	5
I.3.3. Colonne de fractionnement (Colonne à distiller) :.....	5
I.4. Les types de distillation selon la composition d'alimentation:	5
a) La distillation binaire :	5
b) La distillation multi-composante :	5

I.5. Le mode de traitement :	5
a). Distillation continue :	6
b). Distillation discontinue :	6
I.6. Types de colonnes :	6
a. Colonne à garnissage :	6
b. Colonne à plateaux :	7
I.7. Les applications de la distillation :	8
I.8. But de la distillation :	8
I.9. Principe de fonctionnement d'une colonne à distiller :	8
I.10. Modélisation d'une colonne de distillation binaire :	9
I.10.1. Introduction :	9
I.10.2. Le processus de distillation :	9
I.10.2.a. Les configurations de contrôle de la colonne de distillation :	10
I.10.3. Modélisation dynamique non linéaire d'une colonne de distillation :	11
I.10.4. Les équations de base pour la modélisation :	11
a. Le bilan de matière total :	11
b. Le bilan de matière du composant le plus léger (volatil) :	12
I.11. Conclusion :	16

Chapitre II: Généralités sur la régulation et application de la commande pour la régulation du niveau dans un réservoir par régulateur PI.....	17
II.1. Introduction :	17
II.2. But et objectifs de la régulation :.....	17
II.3. Définition d'un régulateur PID :.....	18
II.3.1. Le régulateur proportionnel (P) :	18
II.3.2. Le régulateur proportionnel intégral (PI) :	18
II.3.3. Le régulateur proportionnel intégral et dérivé (PID) :.....	19
II.4. Système de commande :	20
II.4.1. Système de commande en boucle ouverte :.....	20
II.4.2. Système de commande en boucle fermée :.....	20
II.5. Commande du niveau dans un réservoir.....	21
II.5.1. Modélisation du réservoir :.....	21
II.5.2. Commande par régulateur PI du niveau h dans un réservoir :.....	23
II.5.3. Résultats de simulation :.....	23
II.6. Etude de la robustesse du système commandé (bouchage de la vanne de fuite du réservoir):	25
II.7. Conclusion :.....	26

Chapitre III : Commande des concentrations dans une colonne de distillation par régulateurs PI	27
Introduction :	27
III.1. Commande des concentrations du distillat x_D et du résidu x_B dans une colonne de distillation :	27
III.1.1. Commande par régulateur PI :	27
III.1.2. Résultats de simulation :	28
a. Commande en boucle ouverte :	28
a.1. Commande en boucle ouverte sans perturbation :	28
a.2. Commande en boucle ouverte avec perturbation (étude de la robustesse):	30
b. Commande en boucle fermée :	33
b.1. Commande en boucle fermée sans perturbation :	33
b.2. Commande en boucle fermée avec perturbation (étude de la robustesse) :	35
III.2. Conclusion :	38
Organigramme du travail	39
Conclusion générale	40
Références bibliographiques	41
Annexes	42
Annexe A : Aperçu sur le langage de programmation MATLAB	42
Annexe B : Méthode d'intégration numérique de Runge-Kutta d'ordre 4 (RK4)	43
Annexe C : Méthode d'intégration numérique d'Euler.....	44

Résumé :

Dans ce travail, nous avons proposé une commande à base de régulateurs proportionnel intégral PI afin de régler le niveau dans un réservoir et de contrôler en particulier les concentrations du distillat x_D et du résidu x_B dans une colonne de distillation binaire. Deux types de structure de commande ont été appliquées ; la commande en boucle ouverte et la commande en boucle fermée. Les résultats de simulations ont montré que la structure de commande en boucle fermée contenant des régulateurs PI été capable d'éliminer les effets des perturbations et garder toujours les concentrations x_D et x_B autour de leur valeurs de référence par rapport à la structure en boucle ouverte qui a échoué face aux perturbations. Comme conclusion, une structure de commande en boucle fermée est toujours nécessaire dans une colonne de distillation.

Les résultats ont été validés à travers des simulations dans l'environnement MATLAB et les équations différentielles des modèles (réservoir et colonne de distillation) ont été résolues en manipulant les méthodes d'intégration numériques de Runge-Kutta4 et d'Euler respectivement.

Les mots clés :

Régulateur proportionnel intégral PI ; Niveau dans un réservoir ; Concentrations du distillat et du résidu dans une colonne de distillation binaire ; Système non linéaire ; Runge-Kutta4 ; Euler.

ملخص:

في هذا العمل ، اقترحنا عنصر تحكم يعتمد على منظمات متكاملة متناسبة من أجل تنظيم المستوى في الخزان والتحكم بشكل خاص في تركيزات ناتج التقطير والمخلفات في عمود التقطير الثنائي. تم تطبيق نوعين من هيكل القيادة ؛ التحكم في الحلقة المفتوحة والتحكم في الحلقة المغلقة. أظهرت نتائج المحاكاة أن بنية التحكم ذات الحلقة المغلقة المحتوية على المنظمين كانت قادرة على الغاء تأثيرات الاضطرابات والحفاظ دائماً على التركيزات عند حول القيم المرجعية الخاصة بها مقارنة بهيكل الحلقة المفتوحة الذي فشل مقابل الاضطرابات، وكننتيجة ختامية فإن بنية التحكم في الحلقة المغلقة ضرورية دائماً في عمود التقطير.

تم التحقق من صحة النتائج من خلال عمليات المحاكاة في بيئة MATLAB وتم حل المعادلات التفاضلية للنماذج (الخزان وعمود التقطير) باستعمال طرق التكامل الرقمي : Runge-Kutta4 و Euler على التوالي.

الكلمات المفتاحية:

منظم نسبي متكامل PI ؛ المستوى في الخزان ؛ تركيزات نواتج التقطير والبقايا في عمود تقطير ثنائي ؛ نظام غير خطي ؛ Runge-Kutta4 و Euler.

Summary :

In this work, we have proposed a control based on proportional integral regulators in order to regulate the level in a tank and to control in particular the concentrations of the distillate and the residue in a binary distillation column. Two types of command structure have been applied; open loop control and closed loop control. The simulation results showed that the closed-loop control structure containing regulators was able to eliminate the effects of disturbances and always keep the concentrations at and around their reference values compared to the open-loop structure which failed in the face. To disturbances. As a conclusion, a closed loop control structure is always necessary in a distillation column.

The results were validated through simulations in the MATLAB environment and the differential equations of the models (reservoir and distillation column) were solved by manipulating the numerical integration methods of Runge-Kutta4 and Euler respectively.

Keywords :

Integral proportional regulator *PI* ; Level in a tank; Concentrations of distillate and residue in a binary distillation column; Nonlinear system; Runge-Kutta4; Euler.