بسم الله الرحمن الرحيم

University of Sudan

College of Graduate Studies

Proportional Plus Integral and Plus Derivative Control for Two Degrees of Freedom Control Systems

التحكم المتناسب للتكامل الزائد والاشتقاق الزائد لأنظمة التحكم بدرجتي حرية

A Thesis submitted in Fulfillment for the Degree of PhD.

in Mathematics

By:

Yasmin Husein Mohammed Bakheit

Supervisor:

Dr: Abdrahim Bashir Hamid

2019

الآية

قال تعالى:

بِسْمِ اللّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ ﴿1/1﴾

الْحَمْدُ للّهِ رَبّ الْعَالَمِينَ ﴿2/1﴾ الرَّحْمنِ الرَّحِيمِ ﴿3/1﴾ مَلِكِ يَوْمِ الدّينِ ﴿4/1﴾ إِيَاكَ نَعْبُدُ وإِيَاكَ نَسْتَعِينُ ﴿5/1﴾ اهدِنَا الصّرَاطَ المُستَقِيمَ ﴿6/1﴾ صِرَاطَ الَّذِينَ أَنعَمتَ عَلَيهِمْ غَيرِ المَغضُوبِ عَلَيهِمْ وَلاَ الضَّالّينَ ﴿7/1﴾

Dedication

This study is lovingly dedicated to my parents for their emotional and financial support , my brothers , my sisters and my friends whom have been constant source of inspiration for me. Without their love and support this project would not have been made possible.

Acknowledgements

First I would like to thank without end our greater ALLAH, Then I would like to express my appreciation and thanks to my Supervisor: Dr. Abdrahim Bashir Hamid, associate professor, thanks for everyone helped me.

ABSTRACT

This research is study about control theory, a primary objective of a control theory is to make the output of a dynamic process behave in a certain manner. Control theory is an interdisciplinary branch of engineering and mathematics that deals with the behavior of dynamical systems. The main objective of this research is to investigate the properties of Proportional plus Integral plus Derivative (PID) control from the point of view of simple tuning rules by Ziegler- Nichols step response method, then also aim at providing a good load disturbance rejection performance. Different methods of PID controller tuning are used for different types of continuous systems. They intended to achieve fast closed-loop step response without excessive oscillations and excellent disturbance rejection. And also the objective of study (PID) from the point of view of simple design controller by Root Locus step response method, this method is using computer solution (MATLAB), the root locus plotted the values of the system parameter. It is important, therefore, that the designer know how the closed-loop poles move in the s plane as the loop gain is varied. This research is suggested to study the following topics: chapter one Introduction and basic concept of control system and Proportional plus Integral plus Derivative(PID), chapter two Tuning method for the basic(PID)control, chapter three Discussion of computational approach for transient-response analysis with MATLAB, chapter four Two-Degrees-of-Freedom PID Control and chapter five PID controller Design by Root Locus method. The results of this research are use MATLAB to plot time response curves of system , simulation and we find the transfer functions of the models, for the given inputs and outputs. We use MATLAB for the transient-response analyses.

المستخلص

هذا البحث هو دراسة حول نظرية التحكم والهدف الاساسي لنظرية التحكم هو جعل مخرجات العملية الديناميكية تعمل بطريقة معينة . نظرية التحكم هي فرع متعدد التخصصات للهندسة والرياضيات، يتعامل مع سلوك الأنظمة الديناميكية. الهدف الرئيسي من هذا البحث هو استكشاف خصائص المتحكم التناسبي التكاملي التفاضلي من وجهة نظر قواعد ضبط بسيطة من خلال طريقة استجابة الخطوة (نيكولز) ثم تهدف أيضا الى تحسين اداء النظام بواسطة استخدام المتحكم التناسبي التفاضلي التكاملي . تستخدم طرق مختلفة لضبط وحدة التحكم لأنواع مختلفة من الانظمة المستمرة انها تهدف الى تحقيق استجابة سريعة للحلقة المغلقة دون التذبذبات المفرطة. أيضا الهدف من الدراسة هو التصميم البسيط بواسطة طريقة المحل الهندسي بواسطة حل الكمبيوتر حيث حدد موضع الجذور، لذلك من المهم ان يعرف المصمم كيف تتحرك اقطاب الحلقة المغلقة في المستوى اس عندما يتنوع كسب الحلقة . يقترح هذا البحث لدراسة الموضوعات التالية: الفصل الاول مقدمة ومفهوم اساسي لنظام التحكم التناسبي التكاملي التفاضلي ، الفصل الثاني طريقة ضبط السيطرة الاساسية ، الفصل الثالث مناقشة النهج الحسابي لتحليل الاستجابة العابرة مع الماتلاب، الفصل الخامس تحكم تصميم بواسطة اسلوب موقع الجذر. النتائج لهدا البحث هي كيفية استخدام الماتلاب لرسم منحنى الاستجابة واستخدام برنامج المحاكاة وايجاد دالة التحويل للأنظمة لتعيين الادخال والاخراج وايضا استخدامه لتحليل الاستجابة العابرة .

TABLE OF CONTENTS

BODY	Page No
الآية	I
Dedication	II
Acknowledgements	III
Abstract	IV
المستخلص	V
Table Of Contents	VI
CHAPTER 1 INTRODUCTION	
1.1 Introduction	1
1.2 A Brief History Of System And Control	3
1.3General Basic Concepts	4
CHAPTER 2 TUNING METHOD OF (PID)	
2.1 Introduction	51
2.2 Stability	55
2.3 Routh's Stability Criterion	55
2.4 Ziegler- Nichols tuning	62
2.5 PID Tuning in MATLAB	68
CHAPTER 3 DISCUSSION OF COMPUTATIONAL FOR TRANSIENT RESPONSE ANALYSIS WITH MATLAB	
3.1 Introduction	82

3.2 MATLAB Description of standard order system	**86**
CHAPTER 4 **TOW DGREE OF FREEDOM PID CONTROL**	
4.1 Introduction	**111**
4.2 Tow Degree of freedom control	**112**
4.3 2DOF PID controller	**119**
4.4 controller Design	**121**
4.5 Zero input response and Zero state response	**125**
CHAPTER 5 PID DESIGN	
5.1 Introduction	**144**
5.2 Root locus analysis	**144**
5.3 Root locus using MATLAB	**149**
5.4 Root locus Design	**154**
5.5 Results	**169**
Conclusion	**182**
Reference	**183**