



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
DIVISIÓN BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS



## RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S): BRAYAN RENE APELLIDOS: ACEVEDO JAIMES  
NOMBRE(S): JUAN CAMILO APELLIDOS: FONSECA GALINDO

FACULTAD: INGENIERÍAPLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

DIRECTOR:

NOMBRE(S): JULIÁN APELLIDOS: FERREIRA JAIMES

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA  
EN MATLAB PARA SINTONIZACIÓN DE CONTROLADORES PID  
UTILIZANDO ALGORITMOS GENÉTICOS

## RESUMEN

Este documento muestra la versatilidad y eficiencia que presenta el desarrollo de una herramienta en Matlab para sintonización de controladores proporcional, integral y derivativo (PID) utilizando algoritmos genéticos (AG) basado en técnicas de optimización multiobjetivo (MOP) fundamentado en frentes de Pareto; calculando de manera óptima las constantes de ganancia proporcional, ganancia integral y ganancia derivativa (KP, KI, KD) para minimización del error, atenuación del sobrepico máximo y reducción del tiempo de establecimiento en una planta determinada. Se compara el desempeño que tiene la implementación de algoritmos genéticos en dar soluciones a múltiples objetivos en controladores PID, con la sintonización de controladores PID existente en Sisotool de Matlab, se simuló diferentes sistemas de control de lazo cerrado conformados por una función de transferencia, su controlador y lazo de realimentación. En estos sistemas se analiza el comportamiento que presentan los controladores al aplicarle un Step a la entrada de la planta.

PALABRAS CLAVE: Algoritmos genéticos, Controlador PID, Matlab, Sintonización.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 116 PLANOS: 0 ILUSTRACIONES: 80 CD ROOM: 1

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA EN MATLAB PARA  
SINTONIZACIÓN DE CONTROLADORES PID UTILIZANDO ALGORITMOS  
GENÉTICOS

BRAYAN RENE ACEVEDO JAIMES  
JUAN CAMILO FONSECA GALINDO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA  
2014

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA EN MATLAB PARA  
SINTONIZACIÓN DE CONTROLADORES PID UTILIZANDO ALGORITMOS  
GENÉTICOS

BRAYAN RENE ACEVEDO JAIMES  
JUAN CAMILO FONSECA GALINDO

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de  
Ingeniero Electrónico

Director  
JULIÁN FERREIRA JAIMES  
Ingeniero Electrónico

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA  
2014

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA: San José de Cúcuta, Abril 11 de 2014

HORA: 10:00 A.M.

LUGAR: SALA DE JUNTAS DEPARTAMENTO DE ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA.

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Título de la Tesis: "DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA MATLAB PARA SINTONIZACIÓN DE CONTROLADORES PID UTILIZANDO ALGORITMOS GENÉTICOS".

Jurados: IE. YESENIA RESTREPO CHAUSTRE  
IE. JHON JAIRO RAMÍREZ MATEUS


Director: IE. M.Sc. JULIÁN FERREIRA JAIMES

Nombre de los Estudiantes	Código	Calificación	
		Letra	Número
BRAYAN RENE ACEVEDO JAIMES	1160079	Cinco, cero	5.0
JUAN CAMILO FONSECA GALINDO	1160160	Cinco, cero	5.0

### LAUREADA

  
IE. YESENIA RESTREPO CHAUSTRE

  
IE. JHON JAIRO RAMÍREZ MATEUS

  
Vo.Bo. IE. DINAEL GUEVARA IBARRA, Ph.D.  
Coordinador Comité Curricular  
Ingeniería Electrónica

A mis padres, por su incondicional apoyo prestado y su fiel acompañamiento en todas mis acciones, a ellos les dedico todos mis logros y objetivos alcanzados.

***Brayan Rene Acevedo Jaimes.***

A Dios porque es el motor de la vida y sin él nada se podría realizar .

A mis padres por su apoyo incondicional, acompañamiento y respaldo durante toda mi carrera profesional.

A mis hermanos, abuelos, primos y familiares por estar siempre presentes y ser uno de los motivos constantes para escalar el día a día.

***Juan Camilo Fonseca Galindo***

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor Brayan Rene Acevedo Jaimes del presente proyecto de grado expresa sus agradecimientos:

Al MSc Julián Ferreira Jaimes por su colaboración, motivación y compromiso expresado a lo largo de la elaboración de este proyecto.

A la ingeniera July Andrea Gómez camperos por su colaboración y orientación a lo largo del desarrollo del proyecto.

A mi compañero de tesis Juan Camilo Fonseca Galindo por su amistad, esfuerzo y buen trabajo de equipo.

El autor Juan Camilo Fonseca Galindo del presente proyecto de grado expresa sus agradecimientos:

Al MSc Julián Ferreira Jaimes por su colaboración, motivación y compromiso expresado a lo largo de la elaboración de este proyecto.

A la ingeniera July Andrea Gómez y el ingeniero Marlon Hernández por su colaboración y orientación a lo largo del desarrollo del proyecto.

A mi compañero de tesis Brayan Rene Acevedo, por su colaboración, apoyo, esfuerzo y amistad brindada.



## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	14
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	15
1.1. TITULO	15
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.3. JUSTIFICACION	16
1.4. OBJETIVOS	18
1.4.1. OBJETIVO GENERAL	18
1.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	18
1.5. DELIMITACION	18
2. MARCO REFERENCIAL	19
2.1. ANTECEDENTES	19
2.2. MARCO TEORICO	20
2.2.1. Controladores PID	20
2.2.1.1. Ganancia proporcional	21
2.2.1.2. Ganancia integral	21
2.2.1.3. Ganancia Derivativa	22
2.2.2. Sintonización controladores PID	24
2.2.2.1. Método de Ziegler- Nichols basado en la curva de reacción	24
2.2.2.2. Método de Ziegler- Nichols basado en oscilación	26
2.2.3. Algoritmos genéticos	27
2.2.3.1. Codificación o representación	28
2.2.3.2. Población inicial	29
2.2.3.3. Función de evaluación	30
2.2.3.4. Selección	30
2.2.3.5. Operadores genéticos	31
2.2.3.5.1. Cruce	31
2.2.3.5.2. Mutación	32

2.2.3.5.3.	Elitismo	32
2.2.4.	Estructura general de los algoritmos genéticos	33
2.2.5.	Aplicación de los algoritmos genéticos en controladores PID	34
2.2.5.1.	Codificación de los individuos	35
2.2.5.2.	Función adaptación	35
2.2.5.3.	Mecanismos de reproducción	36
2.2.6.	Optimización multiobjetivo	36
2.2.6.1.	Variables de decisión	36
2.2.6.2.	Restricciones	37
2.2.6.3.	Funciones objetivo	37
2.2.6.4.	Problema de optimización objetivo	37
2.2.6.5.	Conjunto factible	38
2.2.6.6.	Dominancia de Pareto	38
2.2.6.7.	Óptimo de Pareto	39
2.3.	MARCO LEGAL	40
3.	METODOLOGIA DE INVESTIGACION	41
3.1.	TIPO DE INVESTIGACION	41
3.2.	ACTIVIDADES Y METODOLOGIA	41
4.	DESARROLLO DE LA INVESTIGACION	44
4.1	ALGORITMO GENÉTICO	44
4.2.	GUIDE EN MATLAB	53
4.3.	DESARROLLO DE PROGRAMACIÓN	55
5.	SIMULACIONES Y RESULTADOS	57
6.	CONCLUSIONES	91
7.	TRABAJOS FUTUROS	93
8.	PRODUCCIÓN	94
	REFERENCIAS	98
	ANEXOS	101