	<b>GESTIÓN DE RECURSOS Y SERVICIOS BIBLIOTECARIOS</b>	<b>Código</b>	FO-SB-12/v0
	<b>ESQUEMA HOJA DE RESUMEN</b>	<b>Página</b>	<b>1/1</b>

## RESUMEN TRABAJO DE GRADO

**AUTOR(ES):**

**NOMBRE(S):** MARÍA CAMILA      **APELLIDOS:** ARENAS ORDOÑEZ  
**NOMBRE(S):** \_\_\_\_\_      **APELLIDOS:** \_\_\_\_\_

**FACULTAD:** \_\_\_\_\_ INGENIERÍA \_\_\_\_\_

**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA \_\_\_\_\_

**DIRECTOR:**

**NOMBRE(S):** SERGIO BASILIO      **APELLIDOS:** SEPÚLVEDA MORA \_\_\_\_\_

**TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS):** ESTRATEGIAS DE CONTROL TRADICIONAL Y DIFUSO UTILIZANDO TECNOLOGÍA ARDUINO  
 \_\_\_\_\_

### RESUMEN

El presente proyecto tuvo como objetivo comparar las estrategias de control tradicional y difuso utilizando tecnología arduino. Los resultados permitieron recopilar información sobre estrategias de implementación de controles tradicionales, controladores difusos y aplicabilidad utilizando arduino. Se escogieron los actuadores y sensores adecuados para el modelamiento del sistema y se determinó el modelo analítico a trabajar para conocer sus características. Seguidamente se diseñó la estrategia de control tradicional y el control difuso a implementar. Se realizó la simulación del comportamiento de los controladores a implementar mediante una herramienta computacional. Por último, se verificaron las estrategias de control sobre la tarjeta Arduino para garantizar estabilidad y confiabilidad en el cumplimiento de los requerimientos técnicos del sistema.

**PALABRAS CLAVES:** tecnología arduino, control tradicional, control difuso, modelamiento de sistema.

### CARACTERISTICAS:

**PÁGINAS:** 115      **PLANOS:** \_\_\_\_\_      **ILUSTRACIONES:** \_\_\_\_\_      **CD ROOM:** 1

<b>Elaboró</b>		<b>Revisó</b>		<b>Aprobó</b>	
Equipo Operativo del Proceso		Comité de Calidad		Comité de Calidad	
<b>Fecha</b>	<u>24/10/2014</u>	<b>Fecha</b>	<u>05/12/2014</u>	<b>Fecha</b>	<u>05/12/2014</u>

ESTRATEGIAS DE CONTROL TRADICIONAL Y DIFUSO UTILIZANDO  
TECNOLOGÍA ARDUINO

MARÍA CAMILA ARENAS ORDOÑEZ

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

2016

ESTRATEGIAS DE CONTROL TRADICIONAL Y DIFUSO UTILIZANDO  
TECNOLOGÍA ARDUINO

MARÍA CAMILA ARENAS ORDOÑEZ

Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de  
Ingeniero Electrónico

Director:

SERGIO BASILIO SEPÚLVEDA MORA

Mg. Ingeniería Electrónica

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2016

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA: San José de Cúcuta, 02 de Febrero de 2016

HORA: 4:00 p.m.

LUGAR: AULA LG 112

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Título de la Tesis: "ESTRATEGIAS DE CONTROL TRADICIONAL Y DIFUSO UTILIZANDO TECNOLOGÍA ARDUINO".

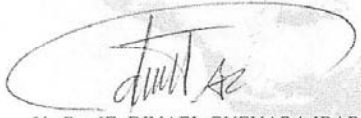
Jurados: IE. MARCO AURELIO GARCÍA BERMÚDEZ  
IE. M.Sc. YESENIA RESTREPO CHAUSTRE

Director: IE. M.Sc. SERGIO BASILIO SEPÚLVEDA MORA

Nombre de los Estudiantes	Código	Calificación
MARÍA CAMILA ARENAS ORDÓÑEZ	1160267	Cuatro, tres 4.3

  
IE. MARCO AURELIO GARCÍA BERMÚDEZ

  
IE. M.Sc. YESENIA RESTREPO CHAUSTRE

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

## Contenido

	<b>pág.</b>
Introducción	15
1. Descripción del Problema	17
1.1 Título	17
1.2 Planteamiento del Problema	17
1.3 Justificación	18
1.4 Objetivos	20
1.4.1 Objetivo general	20
1.4.2 Objetivos específicos	20
1.5 Delimitaciones	21
2. Marco Referencial	22
2.1 Antecedentes	22
2.2 Marco Teórico	24
2.2.1 Proceso industrial de aguas envasadas	24
2.2.2 Sistemas de control automático	26
2.2.3 Estabilidad, respuesta transitoria y error en estado estacionario	29
2.2.4 Controles tradicionales	30
2.2.5 Lógica difusa	33
2.2.6 Conjunto difuso	34
2.2.7 Controlador difuso	36
2.2.8 Arduino	41
2.2.9 1Sheeld	42
2.2.10 Librería EFL v1.0.4	44

2.2.11 Efecto termoeléctrico	45
2.2.12 Efecto seebeck	45
2.2.13 Efecto Peltier	46
2.2.14 Efecto Thompson	48
2.2.15 Sensor DS18B20	49
3. Metodología de Investigación	51
4. Resultados y Discusión	54
4.1 Esquema de Funcionamiento del Proyecto	54
4.2 Diagrama de bloques del sistema de control de temperatura	55
4.3 Caracterización de la Planta	55
4.3.1 Sensor de temperatura DS18B20	55
4.3.2 Celda Peltier	60
4.3.3 PWM	63
4.3.4 Obtención de la función de transferencia	65
4.4 Control PID	69
4.4.1 Algoritmo de programación de Arduino	69
4.4.2 Características de programación	70
4.4.3 PIDTuner	71
4.5 Control Difuso	74
4.5.1 Diagrama de flujo del control difuso	79
4.5.2 Programación en arduino	80
4.6 Comparación de los Controles	82
4.7 Etapa de Potencia de la Celda del Peltier	83
4.8 Pruebas de Funcionamiento	87

Conclusiones	93
Recomendaciones	96
Referencias Bibliográficas	97
Anexos	102