

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

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S): JOSÉ FERNANDO APELLIDOS: FUENTES ROA

NOMBRE(S): _____ APELLIDOS: _____

NOMBRE(S): _____ APELLIDOS: _____

FACULTAD: INGENIERÍAS

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

DIRECTOR:

NOMBRE(S): SERGIO ALEXANDER APELLIDOS: CASTRO CASADIEGO

NOMBRE(S): BYRON APELLIDOS: MEDINA DELGADO

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): CONTROL DIGITAL EN UN SISTEMA EMBEBIDO

RESUMEN

Este proyecto fue realizado en la modalidad de tesis y tiene como objetivo principal monitorizar y alterar variables de control en un proceso industrial a escala desde un sistema embebido; teniendo en cuenta que se deben seleccionar los parámetros y componentes de hardware y software necesarios y adecuados para la realización del mismo se desarrolló una aplicación en lenguaje Python que funciona desde una Raspberry Pi 2 B+ con sistema operativo Raspbian y se comunica a través de un Arduino UNO mediante protocolo I2C con los componentes de Hardware.

PALABRAS CLAVE: CONTROL, PROCESOS INDUSTRIALES, SOFTWARE LIBRE, RASPBERRY PI, ARDUINO UNO.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 91 PLANOS: 1 ILUSTRACIONES: 29 CD ROOM: 1

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

CONTROL DIGITAL EN UN SISTEMA EMBEBIDO

JOSÉ FERNANDO FUENTES ROA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2017

CONTROL DIGITAL EN UN SISTEMA EMBEBIDO

Presentado por:

JOSÉ FERNANDO FUENTES ROA

Proyecto de grado para optar por el título de

INGENIERO ELECTRÓNICO

Director:

MSc. IE. SERGIO ALEXANDER CASTRO CASADIEGO

Codirector:

MSc. IE. BYRON MEDINA DELGADO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2017

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

Fecha: CÚCUTA, 28 DE JUNIO DE 2017

Hora: 14:00

Lugar: AULA GENERAL 101

Plan de Estudios: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

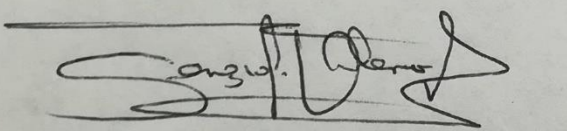
Título de la Tesis: "CONTROL DIGITAL EN UN SISTEMA EMBEBIDO."

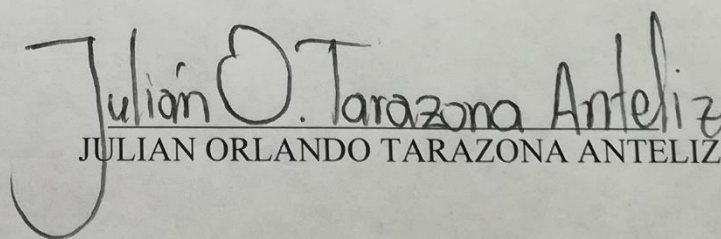
Jurados: IE ESp. SERGIO IVÁN QUINTERO AYALA
IE MSc. JULIAN ORLANDO TARAZONA ANTÉLIZ

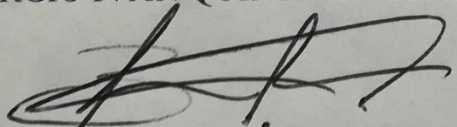
Director: IE MSc. SERGIO ALEXANDER CASTRO CASADIEGO
Codirector: IE MSc BYRON MEDINA DELGADO

Nombre del Estudiante	Código	Calificación
JOSÉ FERNANDO FUENTES ROA	1160452	CUATRO, CINCO (4,5)

MERITORIA


SERGIO IVAN QUINTERO AYALA


JULIAN ORLANDO TARAZONA ANTELIZ


Vo.Bo. BYRON MEDINA DELGADO, IE MSc
Coordinador Comité Curricular
Ingeniería Electrónica

Dedicatoria

A mi princesa de la eterna sonrisa, María José

Agradecimientos

En primer lugar quiero agradecer a Dios por haberme colmado de mucha sabiduría en la ejecución de este proyecto, al Grupo de Investigación y Desarrollo en Electrónica y Telecomunicaciones (GIDET) en especial al ingeniero Sergio Alexander Castro C. y al ingeniero Byron Medina Delgado por su apoyo y dirección en la construcción del proyecto, a todos mis compañeros que de una u otra forma contribuyeron a la culminación con éxito del proyecto. Quiero ofrecer un fuerte agradecimiento a toda mi familia, a mi mamá, a mi papá y a mi novia por haberme brindado su apoyo y comprensión.

Tabla de contenido

Introducción	14
1 Planteamiento del problema	15
2 Justificación	18
3 Alcances	19
4 Limitaciones y delimitaciones	20
4.1 Limitaciones	20
4.2 Delimitaciones	20
5 Objetivos	21
5.1 Objetivo general	21
5.2 Objetivos específicos	21
6 Marco referencial	22
7 Marco teórico	24
7.1 Procesos industriales	24
7.2 Sistemas embebidos	24
7.3 Raspberry Pi	25
7.3.1 Hardware y especificaciones técnicas.	26
7.3.2 Software.	27
7.4 Arduino UNO	27
7.4.1 Hardware y especificaciones técnicas.	28

7.4.2	Software.	28
7.5	Sistema de control	29
7.6	Protocolo I2C	30
7.7	Lenguaje Python	31
7.8	Marco legal	33
7.8.1	GNU GPL.	33
7.8.2	PSF.	33
8	Diseño metodológico	34
8.1	Caracterizar los sensores, la planta, los instrumentos y equipos	34
8.2	Obtener el modelo matemático de la función de transferencia de la planta	34
8.3	Diseño e implementación del sistema de control digital	35
8.4	Pruebas de funcionamiento del sistema	36
9	Resultados	37
9.1	Caracterización del sensor, la planta, los instrumentos y equipos.	37
9.1.1	Descripción de la planta.	37
9.1.2	Descripción del sistema embebido.	40
9.1.3	Caracterización del sensor.	41
9.1.4	Caracterización de la planta.	43
9.2	Modelamiento matemático de la función de transferencia de la planta	44
9.3	Diseño e implementación del sistema de control digital	46
9.3.1	Diseño del controlador digital.	48
9.3.2	Simulación del controlador digital.	51
9.3.3	Diseño e implementación de la etapa del sensor.	53

9.3.4	Características del conversor Analógico-Digital.	54
9.3.5	Diseño e implementación del actuador.	54
9.3.6	Comunicación I2C entre la Raspberry Pi y el Arduino UNO.	56
9.3.7	Acondicionamiento de señal adicional.	57
9.3.8	Implementación del controlador digital.	59
9.3.8.1	Algoritmo del controlador digital.	61
9.3.8.2	Software para la comunicación I2C.	63
9.3.8.3	Software para leer y escribir datos en el Arduino UNO.	64
9.3.8.4	Software para el Arduino UNO.	67
9.4	Pruebas de funcionamiento del sistema	68
9.4.1	Prueba de comunicación del puerto I2C.	68
9.4.2	Prueba de temperatura.	70
9.4.3	Prueba de la acción de control.	72
9.4.4	Rendimiento del sistema embebido.	73
	Conclusiones	75
	Recomendaciones	78
	Referencias Bibliográficas	79
	Anexos	84