



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS



RESUMEN TESIS DE GRADO

AUTOR(ES)

NOMBRE: (S): LUIS FERNANDO APELLIDOS: MANRIQUE LÓPEZ

NOMBRE: (S): GUIDO FERNANDO APELLIDOS: VARA BARONA

FACULTAD: DE INGENIERÍAS

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

DIRECTOR

NOMBRE(S): HORACIO APELLIDOS: CORAL

TÍTULO DE LA TESIS: DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO DE CONTROL DE NIVEL DE CUATRO TANQUES

RESUMEN

Se Diseñó, construyó e implementó un módulo didáctico de control de nivel de cuatro tanques a escala que permite elaborar prácticas de los diferentes tipos de control que se dictan en la institución, se Diseñó una interfaz gráfica que permite seleccionar el tipo de control a realizar e ingresar los parámetros iniciales de configuración del compensador en el software en Labview para realizar control analógico, control digital (discreto) y control moderno (multivariable), del proceso.

Palabras claves: control analógico, control digital (discreto) y control moderno (multivariable), modelo del los tanques.

CARACTERÍSTICAS:

PAGINAS 157

PLANOS:

ILUSTRACIONES 66

CD-ROM 1

**DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO
DIDÁCTICO DE CONTROL DE NIVEL DE CUATRO TANQUES**

**GUIDO FERNANDO VARA BARONA
LUIS FERNANDO MANRIQUE LÓPEZ**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA ANTONIO JOSÉ CAMACHO
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PLAN DE ESTUDIOS INGENIERÍA ELECTRÓNICA
SANTIAGO DE CALI
2011**

**DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO
DIDÁCTICO DE CONTROL DE NIVEL DE CUATRO TANQUES**

**GUIDO FERNANDO VARA BARONA
LUIS FERNANDO MANRIQUE LÓPEZ**

**Trabajo presentado como requisito para
Optar al título de Ingeniero Electrónico**

**Director
Ing. HORACIO CORAL M.Sc.**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA ANTONIO JOSÉ CAMACHO
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PLAN DE ESTUDIOS INGENIERÍA ELECTRÓNICA
SANTIAGO DE CALI
2011**

**CONVENIO
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA ANTONIO JOSÉ
CAMACHO**

ACTA DE SUSTENTACIÓN PROYECTO DE GRADO 2-2011

El jurado Académico del programa de Ingeniería Electrónica, conformado para la evaluación de la sustentación del proyecto de grado **DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN MODULO DE CONTROL MULTIVARIABLE DE NOVEL DE UN SISTEMA DE CUATRO TANQUES**, presentado por los estudiantes:

Cédula	Nombre	Calificación en letras	Nota
6253818	GUIDO FERNANDO VARA BARONA	<u>CINCO PUNTO CERO</u>	<u>5.0</u>
1111745672	LUIS FERNANDO MANRIQUE	<u>CINCO PUNTO CERO</u>	<u>5.0</u>

Y dirigido por el Ingeniero **HORACIO CORAL**

Aprueban la sustentación como requisito para optar el título como Ingeniero Electrónico

Firmado en la ciudad de Cali a los 23 días del mes de Septiembre de 2011

July A Gómez

ING. JULY ANDREA GOMEZ
JURADO 1

Jorge Humberto Erazo

JORGE HUMBERTO ERAZO AUX M.Eng
Director Programa Ingeniería Electrónica
Institución Universitaria Antonio José Camacho

Edwin JAIR Nuñez

ING. EDWIN JAIR NUÑEZ
JURADO 2

Dinael Guevara Ibarra

ING. DINAEL GUEVARA IBARRA Ph.D
Director Plan estudio Ingeniería Electrónica
Universidad Francisco de Paula Santander

CONTENIDO

Pág.

CAPITULO 1

1 INTRODUCCIÓN	10
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.2 OBJETIVOS	14
1.2.1 GENERAL	14
1.2.2 ESPECÍFICO	14
1.3. Antecedentes	15

CAPITULO 2

2.1 Marco Teórico	19
2.2 Modelado del sistema de un solo tanque	23
2.3 Modelado de dos tanques interactuantes.....	28

CAPITULO 3

3.1 Resultados Esperados	33
--------------------------------	----

CAPITULO 4

4. DESARROLLO DEL PROYECTO.....	35
4.1 Diseño y selección de dispositivos	35
4.2 Requerimiento deseados del sistema.....	37
4.3 Funcionamiento de los módulos	38
4.3.1 Sistema de un solo tanque	38
4.3.2 Sistema con dos tanques en cascada	40
4.3.3 Sistema con dos tanques en interactuante	41
4.3.4 Sistema con cuatro tanques	42
4.4 Dimensionamiento y selección de los elementos.....	43
4.4.1 Diseño y construcción de los tanques	43
4.4.2 Selección de la tubería	44
4.4.3 Selección del tanque de almacenamiento	46
4.4.4 Selección de los sensores de nivel	46
4.4.4.1 Funcionamiento del sensor ultrasónico	47
4.4.5 Selección de la motobomba.....	48
4.4.5.1 Bomba Centrífugas	49
4.4.5.2 Cálculos para la selección de la bomba	50
4.4.5.2.1 Cálculos de pérdida estáticas y dinámicas en el sistema de un tanque	51
4.4.5.2.2 Cálculos de pérdida estáticas y dinámicas en el sistema de dos Tanques en cascada.....	55

4.4.5.2.3 Cálculos de pérdida estáticas y dinámicas en el sistema de dos Tanques interactuante	58
4.5 Construcción del Módulo	62
4.5.1 Construcción de los cuatro tanques	62
4.5.2 Construcción de la estructura	62
4.5.3 Instalación de la motobomba y tanque de almacenamiento	64
4.5.4 Instalación de la tubería y accesorios.....	64

CAPITULO 5

5. MOLDEADOS SIMULACIÓN Y VALIDACIÓN DEL SISTEMA DE TANQUES	67
5.1 Modelados en tiempo continuo.....	67
5.1.1 Moldeado de sistema de un solo tanque.....	67
5.1.2 Prueba experimental para modelado de válvulas de control	69
5.1.3 Modelado del sistema de dos tanques de cascada.....	72
5.1.4 Modelado de dos tanques interactuante.....	76
5.2 Modelados en tiempo discreto.....	78
5.2.1 Modelo de tanque 1 con la Válvula A en Z.....	78
5.2.2 Modelo de tanques en cascada con válvula B en Z.....	81
5.2.3 Modelo de tanques interactuantes con válvula en Z.....	83
5.3 Modelado del sistema de cuatro tanques MIMO	86

CAPITULO 6

6. DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y VALIDACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTROL.....	92
6.1 Introducción.....	92
6.2 Diseño del sistema para casos SISO	92
6.2.1 Diseño de control PID para el sistema de un solo tanque.....	92
6.2.2 Diseño de control PID para un tanque y válvula A.....	96
6.2.3 Diseño de control PID para el sistema de dos tanques en cascada por el lugar geométrico de las raíces	101
6.2.4 Diseño de control PID para sistema en cascada.....	105
6.2.5 Diseño de control PID para tanques interactuantes	106
6.3 Diseño de controladores en tiempo discreto	108
6.3.1 Diseño de control PID de un tanque.....	108
6.3.2 Diseño de control PID para dos tanques interactuantes	109
6.4 Diseño de control PID de control multivariable para caso MIMO.....	110

CAPITULO 7

7. Conclusión	117
7.1 Trabajos futuros	119
BIBLIOGRAFÍA	120
ANEXOS	123