



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS



RESUMEN DE TESIS DE GRADO

AUTOR: KELLY JORMERY MARTÍNEZ GONZÁLEZ

FACULTAD: INGENIERÍAS

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

DIRECTOR: JOSÉ RICARDO BERMÚDEZ SANTAELLA

TÍTULO DE LA TESIS: DISEÑO, CÁLCULO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL EN TANQUES INTERACTIVOS BAJO LA PLATAFORMA DE LABVIEW PARA EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE DESARROLLO EN PROCESOS INDUSTRIALES (GIDPI)

RESUMEN

Se implementó un sistema de control tradicional en dos tanques interactivos donde su variable principal es el nivel. El actuador de cada tanque son electroválvulas, la toma de datos se realiza por medio de transmisores ultrasónicos; Se validó el proceso real mediante LabVIEW y se implementó la técnica de control tradicional teniendo en cuenta que es un proceso no lineal. Lo anterior dio como resultado un prototipo robusto que cuenta con instrumentación industrial y trabaja en un software programable que permitirá aplicar diferentes técnicas de control logrando continuar con la línea de investigación Control e Instrumentación del grupo de investigación.

PALABRAS CLAVES: CONTROL DE NIVEL, LABVIEW, MODELO MATEMÁTICO, TANQUES INTERACTIVOS.

PÁGINAS: 109

PLANOS: 2

ILUSTRACIONES: 51

CD-ROM: 1

DISEÑO, CÁLCULO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL EN
TANQUES INTERACTIVOS BAJO LA PLATAFORMA DE LABVIEW PARA EL
GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE DESARROLLO EN PROCESOS
INDUSTRIALES (GIDPI)

KELLY JORMERY MARTÍNEZ GONZÁLEZ

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
SAN JOSÉ DE CÚCUTA
2012

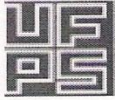
DISEÑO, CÁLCULO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL EN
TANQUES INTERACTIVOS BAJO LA PLATAFORMA DE LABVIEW PARA EL
GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE DESARROLLO EN PROCESOS
INDUSTRIALES (GIDPI)

KELLY JORMERY MARTÍNEZ GONZÁLEZ

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

Director
Ms. JOSÉ RICARDO BERMÚDEZ SANTAELLA
Magister en Automatización e Instrumentación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
SAN JOSÉ DE CÚCUTA
2012



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA: Cúcuta, 23 de Abril de 2012

HORA: 6:00 P.M.

LUGAR: FUNDADORES

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Título de la Tesis: "DISEÑO, CÁLCULO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL EN TANQUES INTERACTIVOS BAJO LA PLATAFORMA DE LABVIEW PARA EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE DESARROLLO EN PROCESOS INDUSTRIALES (GIDPI)"


Jurados: JULIÁN FERREIRA JAIMES, IE, M.Sc.
SERGIO CASTRO CASADIEGO, IE.

Director: JOSÉ RICARDO BERMUDEZ SANTAELLA, IE, M.Sc.


Nombre de los estudiantes	Código	Calificación	Número
KELLY MARTÍNEZ GONZALEZ	1160056	Letra Cuatro, Siete	4.7

A P R O B A D A

M E R I T O R I A


JULIÁN FERREIRA JAIMES, IE, M.Sc.


SERGIO CASTRO CASADIEGO, IE.


Vo.Bo. DINAEL GÜEVARA IBARRA, IE, PhD.
Coordinador Comité Curricular



A Dios, porque aunque no te comprendo en lo más mínimo, sé que siempre estuviste acompañándome en éste logro.

A mis padres, Luz González y Jorge Martínez, por la paciencia que tuvieron para que este trabajo fuera un éxito. Por su apoyo y compañía constante, que fue el motor de fuerza para lograr ésta meta.

A mi hermano, Cesar Martínez, porque siempre será mi confidente y apoyo incondicional.

A Cesar Durán, por tu compañía, apoyo y amor que me haz brindado durante todo este camino.

Kelly Martínez.

AGRADECIMIENTOS

El autor del presente proyecto de grado expresa sus agradecimientos:

Al Ing. Ricardo Bermúdez Santaella y el grupo de investigación que lidera, por su colaboración y compromiso durante la ejecución del proyecto.

A mis compañeros de estudio, porque siempre tuvimos una ayuda mutua e incondicional para poder culminar todas nuestras metas.

A mis grandes amigas, que siempre me brindaron ayuda y apoyo cuando más lo necesité.

A los docentes del departamento de Electricidad y Electrónica, por la formación académica, profesional y humana brindada a lo largo de la carrera.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	15
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	17
1.1 TÍTULO	17
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.3 JUSTIFICACIÓN	18
1.3.1 Beneficios sociales	18
1.3.2 Beneficios tecnológicos	18
1.3.3 Beneficios institucionales	19
1.3.4 Impacto esperado	19
1.4 OBJETIVOS	19
1.4.1 Objetivo General	19
1.4.2 Objetivos Específicos	19
2. MARCO REFERENCIAL	21
2.1 ANTECEDENTES	21
2.2 REFERENTES TEÓRICOS	22
2.2.1 Controlador PID	22
2.2.2 Sintonización de controladores	23
2.2.3 Método de Ziegler y Nichols	23

2.2.4	Teorema de Torricelli	25
2.2.5	Válvula solenoide proporcional	26
2.2.6	Sensores	26
2.2.7	Transmisor Ultrasónico	26
2.2.8	Método de Decisión de Selección Binaria (MDSB)	27
2.2.9	Software MATLAB	28
2.2.10	Software LabVIEW	28
2.2.11	Tarjeta de adquisición de datos	30
3.	DISEÑO METODOLÓGICO PRELIMINAR	31
3.1	TIPO DE PROYECTO	31
3.2	ALCANCES	31
3.3	LIMITACIONES	31
3.4	ACTIVIDADES Y METODOLOGÍA	32
4.	DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA	34
4.1	TANQUES	35
4.2	TRANSMISOR DE NIVEL	37
4.3	TRANSMISOR DE PRESIÓN	42
4.4	VÁLVULA PROPORCIONAL	43
4.5	ACONDICIONAMIENTO DE SEÑAL	44
4.6	FUENTES DE ALIMENTACIÓN	45
4.6.1	Fuente Conmutada	45
4.7	TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS	46

4.8 DIAGRAMA DE CONEXIONES	49
4.9 DIAGRAMA DE INSTRUMENTACIÓN P&ID	49
5. DESARROLLO DEL PROYECTO	50
5.1 DISEÑO Y CALCULO DEL SISTEMA DE CONTROL	50
5.1.1 Modelo matemático de un solo tanque	50
5.1.2 Modelo matemático de tanques interactivos	55
5.1.3 Validación del modelo matemático con LabVIEW	57
5.1.4 Simulación del sistema de control para un tanque	64
5.1.5 Simulación del sistema de control para tanques interactivos	66
5.2 IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE CONTROL	72
5.2.1 Implementación del control	72
5.2.2 Pruebas finales	75
6. RESULTADOS	80
6.1 SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO DE GRADO	81
CONCLUSIONES	82
RECOMENDACIONES	84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
ANEXOS	88

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Respuesta del proceso.	24
Figura 2. Curva de reacción del proceso usando los dos puntos.	25
Figura 3. Teorema de Torricelli.	25
Figura 4. Medición de nivel con transmisor ultrasónico.	27
Figura 5. Panel frontal y diagrama de bloques de LabVIEW.	29
Figura 6. Lazo de Control para un Tanque.	34
Figura 7. Disposición física de equipos en la planta.	35
Figura 8. Disposición física tanques.	36
Figura 9. Tanque y su instrumentación.	36
Figura 10. Tanque de almacenamiento.	37
Figura 11. Matriz de atributos.	39
Figura 12. Matriz de énfasis para cada atributo.	39
Figura 13. Matriz de Decisión.	40
Figura 14. Transmisor EchoPod® DL14.	41
Figura 15. Pantalla principal del Software WebCal.	41
Figura 16. Transmisor Baumer E913 ½.	42
Figura 17. Válvula EV260B.	43
Figura 18. Circuito Acondicionador de Señal	44
Figura 19. Esquema básico de fuente conmutada.	45
Figura 20. Configuración canal válvula.	47

Figura 21.	Configuración canal transmisores.	48
Figura 22.	Escala del transmisor ultrasónico.	48
Figura 23.	Esquema de un solo tanque.	50
Figura 24.	Esquema de dos tanques.	55
Figura 25.	Diagrama de bloques del programa de monitoreo.	58
Figura 26.	Programa de monitoreo del proceso.	59
Figura 27.	Respuesta válvula.	60
Figura 28.	Señal estímulo aplicada al sistema.	60
Figura 29.	Curva de reacción del sistema.	61
Figura 30.	Ventana de diálogo de la herramienta Load from ASCII.	61
Figura 31.	Programa para adecuar la señal.	62
Figura 32.	Porción seleccionada de la señal.	63
Figura 33.	Programa para hallar función de transferencia .	63
Figura 34.	Función de transferencia del proceso.	64
Figura 35.	Modelo matemático para un tanque.	64
Figura 36.	PID tuning with Actuator Constraints.	65
Figura 37.	Respuesta del sistema aplicando PID.	66
Figura 38.	Modelo matemático en Simulink del Tanque.	67
Figura 39.	Modelo matemático en Simulink de la válvula, tanque 1.	67
Figura 40.	Modelo matemático en Simulink del transmisor.	68
Figura 41.	Modelo Control-Tanques en Simulink, MATLAB.	68
Figura 42.	Respuesta del proceso ante un escalón.	69
Figura 43.	Señal de salida aplicando el control PID.	72
Figura 44.	Señal de la variable controlada para un tanque independiente.	73

Figura 45.	Diagrama de bloques del programa que ejecuta el control.	74
Figura 46.	Programa para ejecutar el control del proceso.	75
Figura 47.	Señal de la variable controlada de cada tanque.	76
Figura 48.	Control de un solo tanque aplicando disturbios.	77
Figura 49.	Aplicando disturbios al primer tanque.	75
Figura 50.	Aplicando disturbios al segundo tanque.	78
Figura 51.	Panel Frontal LabVIEW.	80

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Parámetros de sintonización de Ziegler-Nichols a lazo abierto	24
Cuadro 2. Transmisores ultrasónicos de nivel	38
Cuadro 3. Información de perturbaciones aplicadas a un sistema de un solo tanque.	76
Cuadro 4. Información de perturbaciones aplicadas al sistema interactivo.	77

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Diagrama de tanques en Solid Edge.	89
Anexo B. Hoja de datos del transmisor de nivel EchoPod DL14 .	91
Anexo C. Hoja de datos del transmisor de presión E910.	92
Anexo D. Hoja de datos válvula proporcional EV260B.	96
Anexo E. Hoja de datos DAQ 6009.	98
Anexo F. Diseño del circuito impreso para el acondicionador de señal.	101
Anexo G. Manual del Usuario.	102
Anexo H. Certificado de Conferencia.	103
Anexo I. Certificado de Asistencia.	106
Anexo J. Diagrama de Conexiones	108
Anexo K. Diagrama de instrumentación P&ID	109