

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

## RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTORES: NATHALY PATIÑO PINEDA

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

DIRECTOR: PhD. JOSÉ RICARDO BERMÚDEZ SANTAELLA

TÍTULO DEL TRABAJO: “MODELADO Y VALIDACIÓN EXPERIMENTAL DE LA BOMBA CENTRÍFUGA PARA EL BANCO DE PRUEBAS UBICADO EN EL LABORATORIO DE REFRIGERACIÓN DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER (UFPS)”

### RESUMEN

En el presente trabajo se realizó el desarrollo de la obtención de la curva característica de una bomba centrífuga, del cual se consultaron las ecuaciones y el modelo matemático que rigen el comportamiento estático y dinámico de esta. Al obtener este modelo se procedió a realizar la simulación mediante el software Matlab-Simulink con el propósito de obtener sus respectivas curvas.

Posteriormente se diseñó la interfaz gráfica del banco de pruebas de bombas centrífugas utilizando el software LABVIEW, donde se obtuvo el comportamiento en tiempo real, de la adquisición y visualización de los datos del caso de estudio en mención.

También se realizó el diseño del impulsor en el software SOLIDWORKS y simulándolo con la herramienta ANSYS, para visualizar en tiempo real la entrada del fluido en el sistema.

PALABRAS CLAVE: Bomba centrífuga, Impulsor, Modelo matemático, Motor paso a paso, Validación.

PÁGINAS: 86 PLANOS: \_\_\_ ILUSTRACIONES: \_\_\_ CD ROOM: \_\_1\_\_

MODELADO Y VALIDACIÓN EXPERIMENTAL DE LA BOMBA CENTRÍFUGA  
PARA EL BANCO DE PRUEBAS UBICADO EN EL LABORATORIO DE  
REFRIGERACIÓN DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
(UFPS)

NATHALY PATIÑO PINEDA

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

2019

MODELADO Y VALIDACIÓN EXPERIMENTAL DE LA BOMBA CENTRÍFUGA  
PARA EL BANCO DE PRUEBAS UBICADO EN EL LABORATORIO DE  
REFRIGERACIÓN DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
(UFPS)

NATHALY PATIÑO PINEDA

Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de:

Ingeniero Electrónico

Director

Msc. I.E. JOSÉ RICARDO BERMÚDEZ SANTAELLA

Ingeniero electricista

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2019

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

Fecha: CÚCUTA, 6 DE AGOSTO DE 2019

Hora: 08:00

Lugar: EDIFICIO AULAS GENERALES AG 105

Plan de Estudios: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Título de la Tesis: "MODELADO Y VALIDACIÓN EXPERIMENTAL DE LA BOMBA CENTRÍFUGA PARA EL BANCO DE PRUEBAS UBICADO EN EL LABORATORIO DE REFRIGERACIÓN DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER (UFPS)"

Jurados: IE MSc. ANDRÉS EDUARDO PÁEZ PEÑA  
IE ES. SERGIO IVÁN QUINTERO AYALA

Director: IE MSc. JOSE RICARDO BERMÚDEZ SANTAELLA  
Codirector: Ing PhD. JUAN JOSÉ GARCÍA PABÓN

Nombre del Estudiante	Código	Calificación
NATHALY PATIÑO PINEDA	1160779	CUATRO, OCHO (4,8)

### MERITORIA

  
ANDRÉS EDUARDO PÁEZ PEÑA

  
SERGIO IVÁN QUINTERO AYALA

  
**DINAEL GUEVARA IBARRA, IE PhD**  
Coordinador Comité Curricular  
Ingeniería Electrónica

## **Dedicatoria**

A Dios por bendecirme cada día y brindarme sabiduría en los momentos difíciles para afrontarlos y superarlos.

A mi Padre Carlos Mazo, mi madre Alix Marina, por el apoyo y amor incondicional que siempre me han brindado. Por ser el motor de mi vida que siempre me inspiran a mejorar como persona y la fe que me han mantenido para convertirme en profesional, gracias por no dejarme desfallecer en esta lucha.

A mis hermanos Carlos Arturo Patiño y Sebastian David por creer en mí y mantenernos unidos como nos enseñan nuestros padres.

A mi Abuelo José Santos por siempre apoyarme en cada lucha incansable para poder mejorar nuestras vidas.

A mi Padre Heraldo Patiño, por querer que triunfe y sea una mujer llena de grandes virtudes.

A mi familia por brindarme su mano en los momentos difíciles, por el apoyo en esta etapa de mi vida para realizar mi sueño.

Finalmente, al amor de mi vida Brian Pérez quien ha sido el pilar de cada triunfo y llego a mi vida justo para mostrarme las cosas grandes que puedo lograr con esfuerzo, por su comprensión y paciencia en momentos difíciles. Gracias por su amor y entrega para brindarme siempre lo mejor de sí mismo. Juntos lograremos cosas grandes y llegaremos lejos.

Nathaly Patiño Pineda.

## **Agradecimientos**

Al M.Sc. Ing. José Ricardo Bermúdez Santaella por darme la oportunidad de realizar este proyecto y prepararme para mejorar cada día como estudiante para ser una profesional competente.

Al M.Sc. Ing. Pedro Pérez por asesorarme en la realización de este proyecto y brindarme de su disposición cuando lo necesite.

Al PhD. M.Sc. e Ing. Juan José García Pabón por guiarme desde el inicio del proyecto y asesorarme desde la distancia.

Al M.Sc. Ing. Emilio Vera por darme un espacio para trabajar y darme sus consejos en la realización del proyecto.

Al Ing. José Rafael Eugenio López por sus aportes para el desarrollo del proyecto y su disposición para mostrarle los avances que tenía.

A mi amiga Jeiny González por estos años de amistad, buenos momentos y sigamos aconsejándonos para mejorar cada día.

A mis compañeros de la Familia GIDPI por regalarme buenos momentos y de su amistad tan bonita, porque siempre nos mantengamos unidos aun en lejos destinos.

## Contenido

	<b>Pág.</b>
Introducción	16
1. Problema	18
1.1 Título	18
1.2 Planteamiento Del Problema	18
1.3 Formulación Del Problema	18
1.4 Objetivos	19
1.4.1 Objetivo General	19
1.4.2 Objetivos Específicos	19
1.5 Justificación	19
1.6 Beneficios Tecnológicos	19
1.7 Beneficios Institucionales	20
1.8 Beneficios Científicos	20
2. Marco Referencial	21
2.1 Antecedentes	21
2.2 Marco Teórico	25
2.2.1 Bombas	26
2.2.2 Datos De Rendimiento De Una Bomba Centrífuga	28
2.2.3 Motor Paso A Paso	29
2.2.4 Transmisores	32
2.2.5 Placas De Orificio	32

2.2.6	Daq6009	33
2.2.7	Software Matlab-Simulink	34
2.2.8	Software LabVIEW	34
2.3	Marco Legal	35
3.	Diseño Metodológico	37
3.1	Tipo De Investigación	37
3.2	Limitaciones Y Delimitaciones	37
3.2.1	Limitaciones	37
3.2.2	Delimitaciones	37
3.3	Actividades Y Metodología	38
4.	Fundamentación Del Banco De Pruebas Para Bombas Centrífugas	41
4.1	Elementos Del Banco De Pruebas	41
4.2	Sensores De Presión SPT 100.	41
4.3	Bomba Centrífuga.	42
4.4	Puente H.	42
4.5	Motor Paso A Paso.	42
5.	Modelamiento Matemático De La Bomba Centrífuga	43
6.	Implementación Del Modelo Matemático En Matlab-Simulink	54
6.1	Datos de la simulación	54
6.2	Implementación Del Modelo En Simulink	55
7.	Validación Del Modelo Matemático	61



7.1	Diseño De La Interfaz De Monitorización	61
7.2	Reglas Para El Diseño De Interfaces	61
7.3	Configuración De Los Sensores En La DAQ NI 6009	62
7.4	Configuración Del Puente H	62
7.5	Interfaz De Monitorización	63
7.6	Análisis De Datos	67
8.	Diseño De Impulsor En Solidworks	70
9.	Simulación En Ansys	72
10.	Divulgación Científica	74
11.	Conclusiones	75
12.	Recomendaciones	76
	Referencias Bibliográficas	77
	Anexos	82