



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS



**RESUMEN DE TESIS DE GRADO**

**AUTORES:** LUZ ELENA PEÑARANDA CHENCHE

ABDUL ORLANDO CÁRDENAS GÓMEZ

**FACULTAD:** INGENIERÍAS

**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

**DIRECTOR:** JOSÉ RICARDO BERMÚDEZ SANTAELLA

**TÍTULO DE LA TESIS:** REUBICACIÓN, MODERNIZACIÓN Y MONITOREO DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA TURBOCARGADORES DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE DESARROLLO EN PROCESO INDUSTRIALES “GIDPI” UBICADO EN LAS INSTALACIONES DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

**RESUMEN**

Con este proyecto se modernizó el sistema de instrumentación y monitoreo del trabajo de investigación FINU (Banco de pruebas de turbocargadores), desarrollado por el grupo de investigación “GIDPI” adscrito al departamento de electricidad y electrónica. Se realizaron actividades de selección e implementación de instrumentos de medida, así mismo se trabajó con el software LabVIEW® de la National Instruments, para implementar instrumentación virtual y desarrollar cadenas de instrucciones concluyendo en la automatización del banco de pruebas.

**PALABRAS CLAVES:** AUTOMATIZACIÓN, HMI, INSTRUMENTACIÓN, LABVIEW, MONITOREO, TURBOCARGADORES

**PÁGINAS:** 248

**PLANOS:** 4

**ILUSTRACIONES:** 103

**CD-ROM:** 1



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

## ACTA DE SUSTENTACION DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA: 10 DE DICIEMBRE DE 2012 HORA: 3:00 p. m.  
LUGAR: SALA DE PROFESORES 4to PISO EDIF. FUNDADORES - UFPS  
PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA ELECTROMECHANICA

TITULO DE LA TESIS: "REUBICACIÓN, MODERNIZACIÓN Y MONITOREO DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA TURBOCARGADORES DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE DESARROLLO EN PROCESOS INDUSTRIALES "GIDPI". UBICADO EN LAS INSTALACIONES DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER"

JURADOS: Ing. Msc. JOSÉ ARMANDO BECERRA VARGAS  
Ing. CARLOS ARTURO CHACON

DIRECTOR: Ing. Msc. JOSÉ RICARDO BERMUDEZ

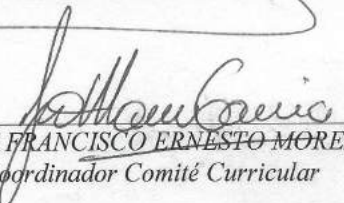
NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES:	CODIGO	CALIFICACION	
		NUMERO	LETRA
LUZ ELENA PEÑARANDA CHENCHE	1090072	4,4	CUATRO, CUATRO
ABDUL ORLANDO CARDENAS GOMEZ	1090108	4,4	CUATRO, CUATRO

## APROBADA

FIRMA DE LOS JURADOS:

  
Ing. Msc. JOSÉ ARMANDO BECERRA VARGAS

  
Ing. CARLOS ARTURO CHACON

Vo. Bo.   
Ing. Phd FRANCISCO ERNESTO MORENO GARCIA  
Coordinador Comité Curricular



**REUBICACIÓN, MODERNIZACIÓN Y MONITOREO DE  
UN BANCO DE PRUEBAS PARA TURBOCARGADORES  
DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE DESARROLLO EN  
PROCESOS INDUSTRIALES “GIDPI”, UBICADO EN LAS  
INSTALACIONES DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE  
PAULA SANTANDER**

LUZ ELENA PEÑARANDA CHENCHE  
ABDUL ORLANDO CÁRDENAS GÓMEZ

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA  
SAN JOSE DE CÚCUTA

2012

**REUBICACIÓN, MODERNIZACIÓN Y MONITOREO DE  
UN BANCO DE PRUEBAS PARA TURBOCARGADORES  
DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE DESARROLLO EN  
PROCESOS INDUSTRIALES “GIDPI”, UBICADO EN LAS  
INSTALACIONES DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE  
PAULA SANTANDER**

LUZ ELENA PEÑARANDA CHENCHE  
ABDUL ORLANDO CÁRDENAS GÓMEZ

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO ANTE LA ILUSTRE UNIVERSIDAD  
FRANCISCO DE PAULA SANTANDER PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE  
INGENIERO ELECTROMECAÁNICO

Director  
Msc. Ing. JOSE RICARDO BERMUDEZ SANTAELLA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA  
SAN JOSE CÚCUTA  
2012

## **Dedicatoria**

Dedico este arduo trabajo realizado a los seres más influyentes e importantes de mi vida mis padres Jaqueline Gómez Garcia y Fredy Orlando Cárdenas Fernandez, porque gracias a su apoyo constante e incondicional fue posible cumplir con todos los objetivos propuestos.

A mis hermanas Lissette Katerine Cárdenas y Cámila Andrea Cárdenas que compartimos juntos momentos de alegrías y tristezas durante el largo camino recorrido.

A mi tío Carlos Julio Gómez Garcia que por su ayuda incondicional asesorando y guiando en tiempos difíciles durante la realización del proyecto fue posible seguir avanzando para cumplir los objetivos trazados.

A mis abuelos y demás familiares que con sus consejo y buenos deseo motivaron a realizar un esfuerzo extra en los momentos difíciles.

A mi amiga, novia y compañera de proyecto porque junto a ella fue posible realizar las diferentes actividades y trabajos con mucho cariño y amor.

**Abdul Orlando Cárdenas Gómez**

## **Dedicatoria**

A mis padres Orangel Peñaranda y Maria Luz Chenche, quienes me guiaron y ayudaron con todo su amor y comprensión en los momentos más difíciles de mi vida hasta llegar a esta meta tan importante y de quienes estoy seguro lo seguirán haciendo, por eso estoy muy orgulloso de ellos.

A mis hermanas Estefania y Sofia, por recordarme en todo momento el don de la inocencia y la alegría de la familia.

A mi abuela Helena Chala y a mi tía Carmen Elena Peñaranda quienes siempre estuvieron ahí en los momentos mas complicados para apoyarme y brindarme todo su amor y comprensión.

A mi compañero, novio y amigo Abdul Orlando Cárdenas, por todos los hermosos momentos que compartido, por tu apoyo incondicional y por el amor que siempre me has sabido dar.

**Luz Elena Peñaranda Chenche**

## Agradecimiento

Los Autores expresan su gesto de gratitud y reconocimiento sincero, por la colaboración y apoyo recibido a:

A nuestros padres por darnos la oportunidad de una carrera para nuestro futuro. Sus consejos, valores y motivación constante nos motivaron a ser personas de bien y luchar por nuestras metas.

Al Ing. Ricardo Bermudez Santaella por dirigir este proyecto de grado. Agradezco su alto empeño, dedicación y consejos. Gracias a su exigencia y rigurosidad hemos logrado avanzar profesional y personalmente.

A todos los profesores del plan de estudios de ingeniería electromecánica de la UFPS por todo lo enseñado y el excelente trato recibido.

Al Departamento de Fluidos y Térmicas de la UFPS por su colaboración para la reubicación del banco de pruebas.

A nuestros grandes compañeros, los integrantes del grupo GIDPI, por los intercambios de opiniones, sugerencias y ayudas dadas para este trabajo. Muchas gracias y éxitos para Wilmer Lopez, Juan Jose Garcia, Carlos Castilla, Maryely Rizo, Oscar Sandoval y Jaime Arturo Dulce.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	20
INTRODUCCIÓN	21
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	23
1.1 TÍTULO	23
1.2 PROBLEMA	23
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	23
1.4 JUSTIFICACIÓN	24
1.4.1 Beneficios científicos	24
1.4.2 Beneficios tecnológicos	24
1.4.3 Beneficios institucionales	24
1.4.4 Beneficios empresariales	25
1.5 OBJETIVOS	25
1.5.1 Objetivo General.	25
1.5.2 Objetivos Específicos.	25
2. MARCO REFERENCIAL	27
2.1 ANTECEDENTES	27
2.2 MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	29
2.2.1 Instrumentación industrial	29
2.2.2 Sensores	29
2.2.3 Sensores de velocidad basados en el efecto Hall	29
2.2.4 Sensores de temperatura	30
2.2.5 Sensores de Presión	32
2.2.6 Válvulas de Control	32



2.2.7 Motor Paso a Paso	32
2.2.8 Motores de Corriente Alterna	33
2.2.9 Variador de Velocidad	35
2.2.10 Ventilador	36
2.2.11 Cámara de Combustión	38
2.2.12 Turbocargador	39
2.2.13 Sistema de Monitoreo	41
2.2.14 DAQ	42
2.2.15 Fundamentos Matemáticos	42
2.2.16 Software	45
3. NORMATIVA	49
4. DISEÑO METODOLÓGICO PRELIMINAR	51
4.1 TIPO DE PROYECTO	51
4.2 LIMITACIONES	51
4.3 ACTIVIDADES Y METODOLOGÍAS	51
5. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA	54
6. ESTUDIO DE MERCADEO	56
6.1 SERVICIO	56
6.1.1 Presentación del servicio	56
6.1.2 Características del Servicio	56
6.1.3 Usuarios del servicio	56
6.2 DIAGNOSTICO DEL ESTUDIO DE MERCADO	61
6.3 DEMANDA	62
6.4 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE MERCADEO	62

7. MODELOS DINÁMICOS DE LOS PROCESOS	64
7.1 ANÁLISIS DEL SISTEMA	67
7.2 ETAPA DE LA TURBINA	68
7.2.1 Ventilación	68
7.2.2 Mezclador o Surtidor de Aire a la Cámara de Combustión	68
7.2.3 Suministro de Combustible a la Cámara de Combustión	69
7.2.4 Cámara de Combustión	70
7.2.5 Turbina	71
7.3 ETAPA DEL COMPRESOR	72
7.3.1 Compresor	72
7.3.2 Válvula estranguladora	73
7.4 SIMULACIÓN DEL MODELO DINÁMICO	74
8. SELECCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDIDA	76
8.1 MÉTODO DE DECISIÓN DE SELECCIÓN BINARIA	77
8.2 SELECCIÓN DE LOS TRANSMISORES DE TEMPERATURA	77
8.2.1 Selección del transmisor de temperatura de bajo rango	77
8.2.2 Selección del transmisor de temperatura de alto rango	84
8.3 SELECCIÓN DE LOS TRANSMISORES DE PRESIÓN	85
8.4 SELECCIÓN DEL TRANSMISOR DE VELOCIDAD	87
9. DISEÑO	89
9.1 REDISEÑO DE LA ESTRUCTURA MECÁNICA	89
9.1.1 Análisis de la Normativa Existente	89
9.1.2 Adaptación y montaje de los elementos en el turbocompresor	91
9.2 DISEÑO ELECTRÓNICO	99
9.2.1 Tarjeta de adquisición de datos	99

9.2.2 Tarjetas de acondicionamiento de señal	100
9.2.3 Circuito de Protección	102
9.2.4 Válvulas de control	105
9.2.5 Sistema de encendido de la cámara de combustión	106
9.2.6 Fuentes de alimentación	107
10. PLANO ARQUITECTÓNICO	111
11. PLANO DE INSTRUMENTACIÓN	112
12. PLANO ELÉCTRICO	113
13. PLANO DE ELEMENTOS FINITOS	114
14. MONITOREO	115
14.1 CRITERIOS PARA EL DISEÑO DEL HMI	115
14.1.1 Análisis y modelado de tareas	115
14.1.2 Reglas para el diseño de interfaces	116
14.1.3 Consideraciones para el diseño	117
14.1.4 Normas para el Diseño de HMI	119
14.2 PROGRAMACIÓN EN LabVIEW	120
14.2.1 Barrido de la cámara de combustión	121
14.2.2 Automatización del banco de pruebas para turbocargadores	128
14.2.3 Alarmas	139
14.3 DISEÑO DEL HMI	142
14.3.1 Barrido de la Cámara de Combustión	143
14.3.2 Monitoreo del banco de pruebas de turbocargadores	144
15. MANUAL DE USUARIO	147
16. PROPUESTA	148

16.1 Introducción	148
16.1.1 Prototipo existente	148
16.1.2 Localización del área física dentro de la UFPS	149
16.1.3 Sistema eléctrico	149
16.1.4 Presupuesto	149
17. PUBLICACIONES	151
18. RESULTADOS	152
19. CONCLUSIONES	154
20. RECOMENDACIONES	156
BIBLIOGRAFÍA	157
ANEXOS	160