



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"

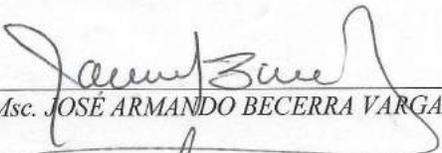
JURADOS: Ing. Msc. JOSÉ ARMANDO BECERRA VARGAS
Ing. CARLOS ARTURO CHACON

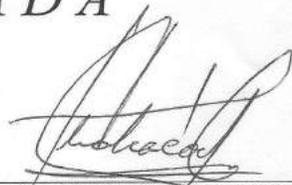
DIRECTOR: Ing. Msc. JOSÉ RICARDO BERMUDEZ

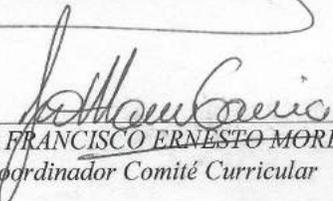
| NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES: | CODIGO | CALIFICACION | |
|------------------------------|---------|--------------|----------------|
| | | NUMERO | LETRA |
| LUZ ELENA PEÑARANDA CHENCHE | 1090072 | 4,4 | CUATRO, CUATRO |
| ABDUL ORLANDO CARDENAS GOMEZ | 1090108 | 4,4 | CUATRO, CUATRO |

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 |