



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS



## RESUMEN TESIS DE GRADO

AUTOR(ES)

NOMBRE: (S): RIGOBERTO APELLIDOS: PAZ SALAMANCA

FACULTAD: DE INGENIERÍAS

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

DIRECTOR

NOMBRE(S): EDWIN APELLIDOS: NUÑEZ ORTIZ

TITULO DE LA TESIS: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE ACEITE TÉRMICO EN CARPAK

### RESUMEN

Este proyecto tiene como logro la optimización de la distribución de aceite térmico en una factoría de empaques y laminados flexibles. Mediante la variación electrónica de velocidad se hace la regulación de caudal para 5 bombas centrifugas del sistema además de control de suministro de combustible empleando dispositivos electrónicos para atmósferas explosivas. El sistema cuenta con monitoreo local de variables mediante panel operador y monitoreo remoto mediante un OPC para visualizar variables en Microsoft Excel

Palabras claves: sistema eléctrico, potencia eléctrica, SCADA, OPC, LAN

### CARACTERÍSTICAS:

PAGINAS 94 PLANOS:      ILUSTRACIONES 35 CD-ROM 1

**MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE ACEITE TÉRMICO EN  
CARPAK**

**RIGOBERTO PAZ SALAMANCA**

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

**MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE ACEITE TÉRMICO EN  
CARPAK**

**RIGOBERTO PAZ SALAMANCA**

**Trabajo de grado presentado como requisito  
para optar por el título de Ingeniero Electrónico**

**Director  
EDWIN NUÑEZ ORTIZ  
Ingeniero Electrónico  
Especialista en Electrónica Industrial**

**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 **MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE ACEITE TERMICO EN CARPAK**, presentado por los estudiantes:

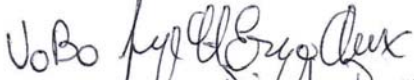
Cédula	Nombre	Calificación en letras	Nota
94504380	RIGOBERTO PAZ SALAMANCA	<u>CUATRO PUNTO CUATRO</u>	<u>4.4</u>

Y dirigido por el Ingeniero **EDWIN NUÑEZ**

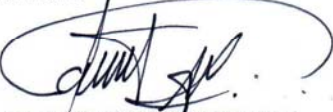
Aprueban la sustentación como requisito para optar el título como Ingeniero Electrónico

Firmado en la ciudad de Cali a los 24 días del mes de Septiembre de 2011

  
ING. JULY ANDREA GÓMEZ  
JURADO 1

  
ING. HORACIO CORAL *Director Programa*  
JURADO 2

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

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

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor expresa sus agradecimientos a:

Edwin Núñez, Ingeniero electrónico y especialista en electrónica industrial por su valioso y dedicado aporte como director del proyecto.

Manuel Hurtado Perdomo Ingeniero electrónico y director de mantenimiento de Carpak S.A por la inmensa confianza a lo largo de estos años y en el proceso de ejecución de este proyecto.

Luis Egidio Naranjo técnico electricista de la compañía Sertein por el aporte de su experiencia hacia materialización de los objetivos planteados.

Grupo de mantenimiento de Carpak- S.A flexa por su valioso apoyo lo largo del proceso

## CONTENIDO

	<b>pág.</b>
INTRODUCCIÓN	14
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	17
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
1.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA	18
2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	19
2.1 DELIMITACIÓN	19
3. OBJETIVOS	26
3.1 OBJETIVO GENERAL	26
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26
4. TEORICOS DE REFERENTES	28
4.1 MARCO HISTORICO	28
4.1.1 Antecedentes	28
4.1.1.1 Sistema de monitoreo de variables operativas para la distribución de aceite crudo	28
4.1.1.2 Sistema de dos estaciones de bombeo de agua para riego mediante PLC y SCADA	29
4.1.2 Proyectos referentes a nivel nacional	29
4.1.2.1 incrementar la eficiencia de un horno para la fabricación de empaques Moldeados	29

4.2 MARCO CONTEXTUAL	30
4.3 MARCO TEÓRICO	30
4.3.1 Calefactor o caldera de aceite térmico	30
4.3.2 Bomba centrífuga	31
4.3.3 Variador de velocidad	33
4.3.4 Controlador lógico programable	35
4.3.5 conceptos fundamentales de controles eléctricos en motores eléctricos	36
4.3.6 Clasificación de los sistemas de control	37
4.3.7 SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)	38
4.4 MARCO LEGAL	40
5. ASPECTOS METODOLOGICOS	41
5.1 CLASIFICACION DEL PROYECTO	41
5.2 METODOLOGIA	41
6. DESARROLLLO DEL PROYECTO	45
6.1 DISEÑO DEL CONTROL DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN	45
6.2 SELECCIÓN DE CONTROLADORES Y PROTECCIONES	45
6.2.1 Selección del controlador logico programable PLC	45
6.2.1.1 Características de controlador lógico programable PLC seleccionado	47
6.2.2 Selección de los controladores de velocidad para las motobombas centrífugas	48
6.2.2.1 Características del tipo de controladores de velocidad seleccionados para las motobombas centrífugas	49

6.2.2.2 Selección de protecciones eléctricas para los controladores de velocidad	51
6.2.2.3 Selección de dispositivos de protección intrínseca para control de nivel de combustible diesel	51
6.2.2.4 Características de las protecciones contra atmósferas explosivas para la medición de nivel de combustible diesel	53
6.3 DISEÑO DE SECUENCIAS DE CONTROL PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE FLUIDO TÉRMICO	54
6.3.1 Selección del modo de operación de actuadores	54
6.3.2 Sistema de mando	56
6.3.2.1 Descripción del funcionamiento del Sistema de mando	56
6.3.3 Secuencia de parada y marcha de bombas auxiliares	58
6.3.3.1 Bomba de suministro de combustible diesel	59
6.3.3.2 Bomba de llenado y reposición de termoaceite	59
6.3.4 Regulación de la descarga de fluido térmico al sistema	61
6.4 IMPLEMENTACIÓN DE MEDICIONES DE PROCESO	64
6.4.1 Implementación de medición de presión	64
6.4.1.1 Calibración de medición de presión	66
6.4.2 Implementación de medición de temperatura del sistema	68
6.4.2.1 Calibración de la medición de temperatura del sistema	71
6.4.3 Medición de Torque de bombas Centrifugas	73
6.4.3.1 Configuración de una de las salidas analógicas del controlador de velocidad para medición de torque	73
6.5 DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITOREO	75
6.5.1 Determinación de condiciones de alarma ó fallo	75



6.5.2 Programación del panel operador	78
6.5.3 Diseño del sistema de monitoreo remoto via OPC	80
6.5.3.1 Creación del enlace de comunicación	80
6.5.3.2 Creación del enlace entre el PLC y el OPC	81
6.5.3.3 Creación del enlace entre el OPC Y el archivo de aplicación en microsoft office excel	82
7. RECURSOS Y PRESUPESTO	84
7.1 TALENTO HUMANO	84
7.2 RECURSOS TECNICOS Y TECNOLOGICOS	84
7.3 RECURSOS LOGISTICOS	85
8. CRONOGRAMA	86
9. EVALUACIÓN DE RESULTADOS	88
9.1 MEJORAMIENTOS EN LA SEGURIDAD DEL SISTEMA	88
9.2 MEJORAMIENTOS EN LA OPERACIÓN DEL SISTEMA	88
9.3 MEJORAMIENTOS EN EL PROCESO	89
10. CONCLUSIONES	90
11. RECOMENDACIONES	92
BIBLIOGRAFÍA	93
ANEXOS	94