



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
DIVISIÓN BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS



RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S): JOAN ANDRÉS APELLIDOS: ORDOÑEZ LÓPEZ  
NOMBRE(S): EDINSON APELLIDOS: OSORIO MARTÍNEZ  
NOMBRE(S): \_\_\_\_\_ APELLIDOS: \_\_\_\_\_

FACULTAD: DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA ELECTROMECHANICA

DIRECTOR:

NOMBRE(S): FRANCISCO ERNESTO APELLIDOS: MORENO GARCIA  
NOMBRE(S): \_\_\_\_\_ APELLIDOS: \_\_\_\_\_

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN A COMPRESIÓN APLICANDO COMUNICACIONES INDUSTRIALES

RESUMEN

El artículo presenta el desarrollo e implementación de un sistema SCADA, donde se puede supervisar con un esquema muy similar al proceso físico, todas las señales del proceso, teniendo información detallada sobre cada una de las variables principales, como temperaturas, presiones y datos del motor. Este sistema SCADA está construido bajo un red de comunicación MODBUS, con velocidad de transmisión de 19200 Bd, que interconecta un microcontrolador, un PLC Koyo y el variador Altivar 71, a su vez, permitirá controlar el sistema de refrigeración mediante la comunicación del PLC koyo con el PC mediante el puerto serial RS232. Desde el PC se puede variar el registro de la palabra de control del Altivar CMD con dirección lógica 2135h, al igual que el registro de la frecuencia de referencia LFR con dirección lógica 2136h, variando este valor de frecuencia entre un rango de 0 a 60 Hz.

PALABRAS CLAVE: Sistema SCADA, Protocolo Modbus, PLC, Microcontrolador.

CARACTERISTICAS:

PÁGINAS: 104 PLANOS: 0 ILUSTRACIONES: 0 CD ROOM: 1

AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN A COMPRESIÓN  
APLICANDO COMUNICACIONES INDUSTRIALES.

EDINSON OSORIO MARTINEZ  
JOAN ANDRES ORDOÑEZ LOPEZ

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

2015

AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN A COMPRESIÓN  
APLICANDO COMUNICACIONES INDUSTRIALES.

EDINSON OSORIO MARTINEZ

JOAN ANDRES ORDOÑEZ LOPEZ

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

Director:

FRANCISCO ERNESTO MORENO GARCIA

PhD. Mecánica

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍAS

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2015



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

## ACTA DE SUSTENTACION DE UN TRABAJO DE GRADO

**FECHA:** 12 DICIEMBRE 2014

**HORA:** 10:00 AM

**LUGAR:** SALA DE JUNTAS DPTO DE ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA

**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

**TITULO DE LA TESIS:** AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN A COMPRESIÓN APLICANDO COMUNICACIONES INDUSTRIALES.

**JURADOS:** IE. Msc. KARLA PUERTO LOPÉZ  
IE. Msc. YESENIA RESTREPO CHAUSTRE

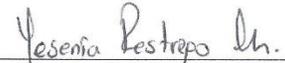
**DIRECTOR:** IE. PhD. FRANCISCO E. MORENO

| NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES: | CODIGO  | CALIFICACION |             |
|----------------------------|---------|--------------|-------------|
|                            |         | NUMERO       | LETRA       |
| EDINSON OSORIO MARTINEZ    | 1090398 | 4.6          | CUATRO SEIS |
| JOAN ORDOÑEZ LOPEZ         | 1090281 | 4.6          | CUATRO SEIS |

## MERITORIA

FIRMA DE LOS JURADOS:

  
IE. Msc. KARLA PUERTO LOPEZ

  
IE. Msc. YESENIA RESTREPO

Vo. Bo.   
IE. PhD. FRANCISCO ERNESTO MORENO G.  
Coordinador Comité Curricular

Jessica l.

## **Dedicatoria**

A Dios, por darme fortaleza y sabiduría en cada momento difícil de mi vida, y por dejarme disfrutar de los buenos momentos

A mis padres, por su amor y comprensión en cada una de mis etapas educativas, por su apoyo, por sus consejos, por su ejemplo, por cada frase de superación, y por ser ellos mis mejores educadores para formarme a nivel personal.

A mi novia, Jenny Lorena Guevara Navas, por su apoyo incondicional, cariño y comprensión.

**Edinson Osorio Martínez**

## **Dedicatoria**

A Dios, por derramar sus bendiciones sobre mí, por permitir cumplir mis metas propuestas y darme la fortaleza de seguir adelante, enseñándome a enfrentar las adversidades sin dejarme caer en los momentos difíciles de mi vida.

A mi madre, por el esfuerzo, amor, cariño y apoyo. Por luchar para sacarnos adelante, por la educación y enseñarme todo lo bueno que se puede conseguir si haces las cosas correctamente.

A mi hermano Eduard Steven Ordoñez, por brindarme el apoyo que estuviese a su alcance, por estar en los momentos difíciles que era donde más lo necesitaba.

**Joan Andrés Ordoñez López**

## **Agradecimientos**

Los autores expresan sus agradecimientos a:

PhD. Ingeniero y director de tesis Francisco Ernesto Moreno García. Excelente educador. Inmensas gracias por su colaboración y apoyo incondicional en cada una de las etapas que llevo la construcción de este proyecto, por la disposición de su espacio personal, y por todos los consejos que llevaron a la realización de este trabajo de grado.

Ing. Armando Becerra y personal de laboratorio de electricidad y electrónica, por sus asesorías, consejos, y disponibilidad de elementos que nos fueron de gran utilidad.

Fernando Contreras Atuesta, por su colaboración y apoyo, nos brindó una gran ayuda gracias a sus conocimientos en la parte de microcontroladores.

Yesenia Restrepo Chaustre y Karla Cecilia Puerto López, por la colaboración prestada, por las correcciones a nuestro trabajo, y por su disponibilidad.

## Tabla de contenido

|  | Pág. |
|--|------|
| Resumen  | 13   |
| Abstract   | 14   |
| Introducción   | 15   |
| 1. Problema  | 17   |
| 1.1. Título  | 17   |
| 1.2. Planteamiento del problema                      | 17   |
| 1.3. Formulación del problema                        | 18   |
| 1.4. Justificación                                   | 18   |
| 1.4.1 Beneficios de Aspectos Sociales                | 18   |
| 1.4.2 Beneficios de Aspectos Tecnológicos            | 19   |
| 1.4.3 Beneficio de Aspecto empresarial               | 19   |
| 1.4.4 Beneficio de Aspecto Económico                 | 19   |
| 1.5. Objetivos                                       | 19   |
| 1.5.1 Objetivo General                               | 19   |
| 1.5.2 Objetivo Especifico                            | 20   |
| 1.6. Delimitaciones del sistema                      | 20   |
| 1.6.1 Delimitación geográfica                        | 20   |
| 1.6.2 Delimitación temporal                          | 21   |
| 1.6.3 Delimitación Conceptual                        | 21   |
| 2 Marco referencial                                  | 22   |
| 2.1 Antecedentes                                     | 22   |
| 2.2 Marco Teórico                                    | 22   |
| 2.2.1 Scada  | 24   |
| 2.2.2 Programación de la interfaz de usuario         | 29   |
| 2.2.3 Comunicación OPC                               | 30   |
| 2.2.4 Microcontrolador 18F2550                       | 32   |
| 2.2.5 PLC Koyo                                       | 35   |
| 2.2.6 Protocolo Modbus                               | 38   |
| 2.2.7 RS485  | 41   |
| 2.2.8 Compresor Sanden SD7H15                        | 41   |
| 2.2.9 Variador de velocidad                          | 42   |
| 2.2.10 Pirámide de Automatización                    | 46   |
| 2.2.11 Amplificador Inversor                         | 47   |
| 2.2.12 Amplificador Sumador                          | 48   |
| 3. Diseño metodológico                               | 49   |
| 3.1 Tipo de Proyecto                                 | 49   |
| 3.2 Instrumentos para la recolección de información  | 50   |
| 4. Diseño, construcción y programación               | 51   |
| 4.1 Sensores   | 52   |
| 4.1.1 Sensores de Temperatura                        | 53   |
| 4.1.2 Caracterización de los sensores de temperatura | 53   |
| 4.1.3 Sensores de Presión                            | 56   |

|   |     |
|---|-----|
| 4.1.4 Caracterización de los sensores de Presión          | 57  |
| 4.2 Acondicionamiento de los sensores                     | 58  |
| 4.3 Microcontrolador 18F2550                              | 61  |
| 4.4 Fuente de alimentación                                | 68  |
| 4.4.1 Componentes Utilizados en la fuente de alimentación | 68  |
| 4.5 Elaboración de los circuitos impresos                 | 70  |
| 4.6 Variador de frecuencia Altivar 71                     | 73  |
| 4.7 PLC CLICK Koyo  | 79  |
| 4.8 NI OPC SERVER   | 88  |
| 4.9 Interfaz Gráfica                                      | 91  |
| 4.10 Resultado final                                      | 99  |
| Conclusiones  | 101 |
| Referencias bibliográficas                                | 102 |