



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS



RESUMEN TESIS DE GRADO

AUTOR JOAN OSWALDO CARDENAS RODRIGUEZ

FACULTAD INGENIERIAS

PLAN DE ESTUDIOS INGENIERÍA ELECTRÓNICA

DIRECTOR JORGE GOMEZ ROJAS

TÍTULO DE LA TESIS PASANTÍA SOBRE LA VIABILIDAD TÉCNICA DE UN
CANAL DE COMUNICACIONES PARA LA OPERACIÓN REMOTA DE
RECONECTADORES INSTALADOS EN LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN
LOCAL (SDL) EN LA CIUDAD DE CÚCUTA, PERTENECIENTES A CENTRALES
ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER CENS S.A. E.S.P.

RESUMEN

El presente documento consiste en el estudio de viabilidad de un canal de comunicaciones para la operación remota de reconectadores instalados en los sistemas de distribución local (a nivel de poste) en la ciudad de Cúcuta, pertenecientes a Centrales Eléctricas del Norte de Santander CENS S.A. E.S.P. Las alternativas estudiadas fueron: *Power Line Communications* (PLC), sistema de acceso troncalizado (*trunking*), *Spread Spectrum* y sistemas de telefonía móvil (GPRS y CDPD). En los primeros capítulos se describen las principales características técnicas de los reconectadores así como de las tecnologías de comunicación, posteriormente se presenta el diseño del canal para cada una de estas tecnologías, y se realiza la selección de la que brinda la mejor solución tanto técnica como económica al problema planteado.

CARACTERÍSTICAS

PÁGINAS 151 PLANOS _____ ILUSTRACIONES _____ CD-ROM 1

**PASANTÍA SOBRE LA VIABILIDAD TÉCNICA DE UN CANAL DE
COMUNICACIONES PARA LA OPERACIÓN REMOTA DE
RECONECTADORES INSTALADOS EN LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN
LOCAL (SDL) EN LA CIUDAD DE CÚCUTA PERTENECIENTES A
CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER (CENS) S.A. E.S.P.**

JOAN OSWALDO CARDENAS RODRIGUEZ

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA ELECTRÓNICA
SAN JOSE DE CUCUTA
2006**

**PASANTÍA SOBRE LA VIABILIDAD TÉCNICA DE UN CANAL DE
COMUNICACIONES PARA LA OPERACIÓN REMOTA DE
RECONECTADORES INSTALADOS EN LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN
LOCAL (SDL) EN LA CIUDAD DE CÚCUTA PERTENECIENTES A
CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER (CENS) S.A. E.S.P.**

JOAN OSWALDO CARDENAS RODRIGUEZ

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

**Director
JORGE GOMEZ ROJAS
Ingeniero Electrónico**

**Codirector
RAFAEL CHAUSTRE LARA
Ingeniero Electricista**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA ELECTRÓNICA
SAN JOSE DE CUCUTA
2006**



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA: Cúcuta, 9 de marzo de 2006

HORA: 9:45

LUGAR: CREAD - AULA 4

Plan de estudio: INGENIERIA ELECTRONICA

Título de la tesis: "PASANTIA SOBRE LA VIABILIDAD TECNICA DE UN CANAL DE COMUNICACIONES PARA LA operación REMOTA DE RECONECTADORES INSTALADOS EN LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCION LOCAL (SDL) EN LA CIUDAD DE CUCUTA, PERTENECIENTES A CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER CENS S.A. E.S.P "

Jurados: ARISTOBULO SIERRA ROJAS
LEONARDO CAMARGO ARIZA
JHON JAIRO RAMIREZ MATHEUS

Director: JORGE GOMEZ ROJAS

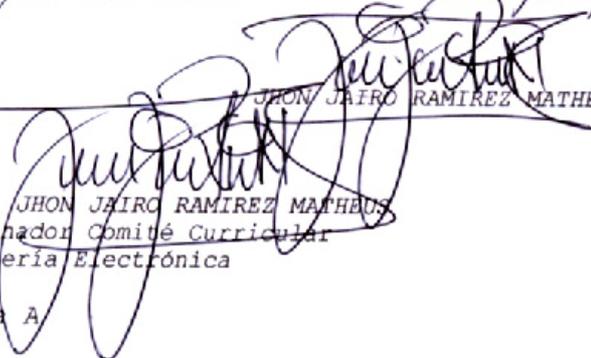
Nombre de los estudiantes	Código	Calificación	
		Letra	Número
JOAN OSWALDO CARDENAS RODRIGUEZ	160414	Cuatro, Cuatro	4.4

A P R O B A D A


ARISTOBULO SIERRA ROJAS


LEONARDO CAMARGO ARIZA


JHON JAIRO RAMIREZ MATHEUS


Vo.Bo. JHON JAIRO RAMIREZ MATHEUS
Coordinador Comité Curricular
Ingeniería Electrónica

Martha A

A Dios por no desampárame nunca, por darme la mejor familia y los mejores amigos, por darme salud, y por permitirme estudiar la mejor carrera otorgándome la sabiduría y la paciencia necesaria para culminarla con éxito.

A la mejor madre Marisol, por ser una excelente amiga y por soportar la gran batalla que significa el ser madre soltera. Por todo eso y mucho más *Gracias Mamá*.

A mi padre Oswaldo, por brindarme su apoyo.

A la memoria de una persona a la que no le alcanzo la vida para disfrutar conmigo de este logro. Gracias por tus enseñanzas Nona.

A mi hermana Yuli y todo el combo conformado por la familia primos, tíos, padrinos, ...

A la persona que más que mi novia es mi gran apoyo, porque a pesar de que las circunstancias nos puedan separar seguiremos siendo los mejores amigos "como siempre".
Sin Palabras Johanna.

JOAN OSWALDO CÁRDENAS RODRÍGUEZ

AGRADECIMIENTOS

A la gran familia Rodríguez por su apoyo incondicional, en especial a mi tía Madrina y mi tía Chacha, por quererme como a un hijo; y a mis primos Dariam , Diego, Lizett, Yesenia Julian, Lito... por ser mas que primos amigos.

Al mejor grupo de amigos y hermanos que pude haber encontrado en mí paso por la universidad, a Vianney, Yazmin, Johanna, Jaime Orange, Miltiño, Carlos (Pili); por compartir conmigo trasnochos, angustias, derrotas, triunfos, parrandas y el sinnúmero de cosas que puedo no recordar en el momento.

A mis compañeros y amigos de la universidad, Yenny, Berrio, Mauricio, Darwin, Javier, Lina, Cesar, Juan Carlos, Lorena, Sandra, Chia, y de más personas que se me puedan escapar; por compartir conmigo estos seis años que no olvidare.

Al Ingeniero Jorge Gómez Rojas, por apoyarme y creer en mí para la realización de este proyecto en el momento en que pensé rendirme.

Al Ingeniero Rafael Chaustre Lara, por toda su colaboración y enseñanzas tanto laborales como personales, durante el transcurso de la pasantía en CENS.

Al Ingeniero Pedro Enrique Galvis, por depositar en mí la confianza para realizar este gran proyecto y permitirme laborar en una gran empresa como CENS.

A la Doctora Alba Plata, al Ingeniero Freddy Quintero, al señor Oscar Gutiérrez por ser las personas que me ayudaron en la consecución de la pasantía.

A todo el personal de CENS, en especial al Ingeniero Carlos Eduardo Solano, por facilitarme sus conocimientos en el momento en que los necesite.

A la Universidad Francisco de Paula Santander por ser el ente que me dio los conocimientos para desarrollar esta pasantía.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
1.1 TITULO	18
1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	18
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	19
1.4 JUSTIFICACIÓN	19
1.5 OBJETIVOS	21
1.5.1 Objetivo general	21
1.5.2 Objetivos específicos	21
1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES	22
2. MARCO REFERENCIAL	23
2.1 ANTECEDENTES	23
2.2 MARCO CONTEXTUAL	25

2.2.1 Centrales Eléctricas del Norte de Santander “CENS S.A. E.S.P.”	25
2.3 BASES TEORICAS	28
2.3.1 Funcionamiento de un reconectador	28
2.3.2 Protocolo DNP 3.0	29
2.3.3 Marcas de reconectores manejados por CENS S.A. E.S.P.	31
2.3.4 Modelo de interconexión de sistemas abiertos (OSI)	44
2.3.5 CDMA	45
2.3.6 <i>Power Line Communications</i> (PLC)	46
2.3.7 <i>Trunking</i>	56
2.3.8 <i>Spread Spectrum</i>	63
2.3.9 CDPD	72
2.3.10 GPRS por GSM	86
2.4 MARCO LEGAL	99
2.5 ASPECTOS TÉCNICOS	101
2.5.1 Reconectores y sistema de distribución	101

2.5.2 Operación de reconectores	102
2.5.3 Características de los reconectores de CENS	106
2.5.4 Requerimientos técnicos del canal de comunicaciones	108
2.5.5 Alternativas de comunicación entre los reconectores y el centro de control	110
2.5.6 Equipos seleccionados para la implementación de las tecnologías	111
2.5.7 Comunicación entre reconectores y CC vía PLC	117
2.5.8 Comunicación entre reconectores y CC vía <i>trunking</i>	117
2.5.9 Comunicación entre reconectores y CC vía <i>spread spectrum</i>	119
2.5.10 Comunicación entre reconectores y CC vía CDPD	122
2.5.11 Comunicación entre reconectores y CC vía GPRS	123
2.5.12 DNP 3.0 vs ModBus	125
2.5.13 Costos de implementación de las tecnologías seleccionadas	126
3. METODOLOGIA	129
3.1 DESARROLLO DE LA PASANTÍA	129
3.1.1 Descripción del funcionamiento de los reconectores de última tecnología adquiridos por CENS, para el control de las redes de distribución de energía	129

3.1.2 Recopilación de la información referente a los reconectores de CENS, necesaria para el libre desarrollo del estudio	131
3.1.3 Determinar las tecnologías de comunicación a que ofrezcan a CENS ESP los mayores beneficios (tecnológicos y económicos), para hacerlas objeto de este estudio	133
3.1.4 Realizar la investigación respectiva sobre las características de operación y los requerimientos técnicos de la(s) tecnología(s) escogida(s)	134
3.1.5 Realizar las gestiones necesarias, que permitan a la empresa ejecutar de la mejor manera el plan piloto	135
3.1.7 Seleccionar y sustentar la tecnología (con sus características de operación y funcionamiento) que ofrezcan la solución más viable al problema planteado	136
4. RECURSOS	138
4.1 RECURSOS HUMANOS – PERSONAL	138
4.2 RECURSOS MATERIALES	138
4.3 RECURSOS INSTITUCIONALES	139
5. CONCLUSIONES	140
6. RECOMENDACIONES	143
BIBLIOGRAFIA	145
ANEXOS	146