



**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
BIBLIOTECA EDUARDO COTE LEMUS  
RESUMEN TESIS DE GRADO**



**AUTOR:**

**NOMBRES:** MAYERZON ANÍBAL                      **APELLIDOS:** QUINTERO JIMÉNEZ

**FACULTAD:** FACULTAD DE INGENIERÍAS

**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

**DIRECTOR:**

**NOMBRES:** RAÚL ORLANDO                      **APELLIDOS:** MARTÍNEZ DUARTE

**CODIRECTOR:**

**NOMBRES:** JORGE ALBERTO                      **APELLIDOS:** RUIZ GARCÍA

**TITULO DE LA TESIS:** ANÁLISIS, DIAGNOSTICO Y ALTERNATIVAS DE RENOVACIÓN DE EQUIPOS (CONTROL, PROTECCIÓN Y POTENCIA) 230 KV EN LA SUBESTACIÓN BELÉN DE CENTRALES ELÉCTRICAS DE NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.

**RESUMEN**

Se vio la necesidad de realizar la ficha técnica de cada uno de los equipos de la subestación Belén de la empresa C.E.N.S S.A. E.S.P., de igual manera se recolectaron las pruebas realizadas a los equipos instalados en el sistema 230 kV para establecer el estado actual del equipo por medio del análisis, entregando su respectivo diagnostico y dando alternativas de renovación, por consiguiente debido a la aglomeración de cableado que se encuentra actualmente, se dejó una propuesta para una nueva ubicación de la sala de control y protección de este sistema.

**PALABRAS CLAVES:** CENS, Ficha Técnica, Subestación, Propuesta, Alta Tensión

**CARACTERÍSTICA**

**PAGINAS:** 95

**PLANOS:** 0

**ILUSTRACIONES:** 0

**CD-ROM:** 1

**ANÁLISIS, DIAGNOSTICO Y ALTERNATIVAS DE RENOVACIÓN DE  
EQUIPOS (CONTROL, PROTECCIÓN Y POTENCIA) 230 KV EN LA  
SUBESTACIÓN BELÉN DE CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE  
SANTANDER S.A. E.S.P.**

**MAYERZON ANÍBAL QUINTERO JIMÉNEZ**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA  
2011**

**ANÁLISIS, DIAGNOSTICO Y ALTERNATIVAS DE RENOVACIÓN DE  
EQUIPOS (CONTROL, PROTECCIÓN Y POTENCIA) 230 KV EN LA  
SUBESTACIÓN BELÉN DE CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE  
SANTANDER S.A. E.S.P.**

**MAYERZON ANÍBAL QUINTERO JIMÉNEZ**

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

**Director  
RAÚL ORLANDO MARTÍNEZ DUARTE  
Ingeniero electromecánico**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA  
2011**



## ACTA DE SUSTENTACION DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA: 16 DE NOVIEMBRE DE 2011 HORA: 4:00 p. m.

LUGAR: SALA LG - 112 - UFPS

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA ELECTROMECANICA

TITULO DE LA TESIS: "ANALISIS, DIAGNOSTICO Y ALTERNATIVAS DE RENOVACION DE EQUIPOS (CONTROL, PROTECCION Y POTENCIA) 230 RV EN LA SUBESTACION BELEN DE CENTRALES ELECTRICAS DE NORTE DE SANTANDER, S. A. ESP".

JURADOS: ING. MARLON MAURICIO HERNANDEZ CELY  
LIC. FABIO ELISEO VILLAMIZAR JAIMES

DIRECTOR: INGENIERO RAUL ORLANDO MARTINEZ DUARTE

| NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES:       | CODIGO  | CALIFICACION |             |
|----------------------------------|---------|--------------|-------------|
|                                  |         | NUMERO       | LETRA       |
| MAYERSON ANIBAL QUINTERO JIMENEZ | 0090836 | 4,2          | CUATRO, DOS |

## APROBADA

FIRMA DE LOS JURADOS:

  
ING. MARLON MAURICIO HERNANDEZ CELY

  
LIC. FABIO ELISEO VILLAMIZAR JAIMES

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

Betty M.

A mi padre, Aníbal Quintero, por ser el guía en todos los procesos de mi vida, por permitirme estudiar una carrera impulsándome a ser sobresaliente en todas las actividades realizadas, gracias por su confianza, sabiduría y tanto apoyo incondicional, padre eres el soporte en que reposa mi vida y la luz que le da sentido a mí existir.

A mi madre, Luz Esther, por tanto amor y motivación en los momentos de escases y decadencia en mis metas propuestas, a todos mis hermanos que son la mejor compañía que me pudieron entregar mis padres, gracias por su comprensión, respaldo y amor en el transcurso de mis proyectos.

A mis amigos que en cada etapa de mi vida siempre han estado apoyándome y motivándome, gracias por sus conocimientos aportados.

*Mayerzon Aníbal Quintero Jiménez*

## **AGRADECIMIENTOS**

Ingeniero eléctrico Pedro Galviz, subgerente de distribución de CENS S.A E.S.P quien me abrió las puertas de su empresa para desarrollar mi proyecto de grado.

Ingeniero electromecánico José Alberto Villamizar, quien me brindo su confianza y apoyo al depositar en mí la idea del presente trabajo, cuya colaboración y asesoría se prestó en todo el transcurso de este proyecto.

*IE. Msc. Marlon Mauricio Hernández*, por su grata amistad, enseñanza, apoyo y aporte de conocimientos en el transcurso de la carrera y en el desarrollo del proyecto.

Licenciado electromecánico Fabio Eliseo Villamizar por su incondicional asesoría, colaboración y conocimientos brindados en el transcurso de este proyecto.

Ingeniero eléctrico Jorge Alberto Ruiz por brindarme su guía, sus asesorías, colaboración y conocimientos brindados desde el inicio del proyecto.

## CONTENIDO

|  | Pág. |
|--|------|
| INTRODUCCIÓN   | 14   |
| 1. GENERALIDADES   | 17   |
| 1.1 MISIÓN Y VISIÓN DE LA EMPRESA  | 17   |
| 1.1.1 Misión   | 17   |
| 1.1.2 Visión   | 17   |
| 1.2 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA CENS S.A. E.S.P.                                 | 17   |
| 1.3 SUBESTACIÓN ELÉCTRICA  | 18   |
| 1.3.1 Símbolos convencionales de la S/E.                                       | 18   |
| 1.3.2 Características de la s/e Belén.   | 18   |
| 1.4 DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL NORTE DE SANTANDER | 20   |
| 1.5 INFORMACIÓN SOBRE NORMAS TÉCNICAS  | 21   |
| 1.5.1 Adquisición de normas y reglamentos eléctricos vigentes a considerar.    | 21   |
| 1.6 ENTIDADES REGLAMENTARIAS Y NORMATIVAS                                      | 22   |
| 1.6.1 Comisión Reguladora de Energía y Gas (CREG)                              | 22   |
| 1.6.2 Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE)                   | 23   |
| 1.6.3 Norma Técnica Colombiana (NTC)   | 23   |
| 2. DESARROLLO DE LA PASANTÍA   | 24   |

|  |    |
|--|----|
| 2.1 CONOCIMIENTO DE LAS SUBESTACIONES  | 24 |
| 2.2 DIAGRAMAS UNIFILARES DE LAS SUBESTACIONES SAN MATEO, BELÉN   | 24 |
| 2.3 COMPONENTES DE UNA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA   | 25 |
| 2.3.1 Transformador de potencia.   | 25 |
| 2.3.2 Transformadores para instrumento.  | 28 |
| 2.3.3 Interruptor de potencia.   | 30 |
| 2.3.4 Cuchilla desconectadora (seccionadores)  | 33 |
| 2.3.5 Instrumentos de medición   | 33 |
| 2.3.6 Tableros   | 34 |
| 2.3.7 Sistema de tierras   | 34 |
| 2.3.8 Gabinetes para protección de equipos   | 35 |
| 3. FICHA TÉCNICA DE CADA UNO DE LOS EQUIPOS DE LA SUBESTACIÓN.   | 36 |
| 3.1 EXPLICACIÓN PARA USO DEL SOFTWARE  | 36 |
| 4. PRUEBAS RECOLECTADAS Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN ENCONTRADA PARA DAR DIAGNOSTICO DE LOS EQUIPOS INSTALADOS | 39 |
| 4.1 EQUIPOS DE POTENCIA  | 39 |
| 4.1.1 Transformadores de potencia  | 39 |
| 4.1.2 Interruptores de potencia  | 47 |
| 4.1.3 Seccionadores  | 51 |
| 4.1.4 Transformador de instrumentos  | 53 |

|  |    |
|--|----|
| 4.2 EQUIPOS DE CONTROL Y PROTECCIÓN  | 57 |
| 4.2.1 Tablero de control autotransformadores                                   | 57 |
| 4.2.2 Tablero de control y protecciones p13 línea tasajero                     | 58 |
| 4.2.3 Tablero de control y protecciones p23 línea san mateo                    | 59 |
| 4.2.4 Tablero de protecciones p33 campo autotransformador                      | 59 |
| 4.2.5 Pupitre de control   | 60 |
| 4.3 RESULTADOS DEL DIAGNOSTICO REALIZADO                                       | 61 |
| 5. ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS EN FUNCIONAMIENTO                           | 65 |
| 5.1 EQUIPOS DE POTENCIA  | 65 |
| 5.1.1 Transformadores de potencia  | 65 |
| 5.1.2 Interruptor de potencia  | 66 |
| 5.1.3 Seccionadores  | 66 |
| 5.1.4 Transformador de instrumentos  | 67 |
| 5.2 EQUIPOS DE CONTROL Y PROTECCIÓN  | 70 |
| 5.2.1 Epac 3000 de protección a distancia digital                              | 70 |
| 5.2.2 Sel-352 relevo fallo del interruptor                                     | 71 |
| 5.2.3 Sel-321 de fase y relé de distancia de tierra                            | 73 |
| 5.2.4 Sel-2410 I/O processor, flexibilidad de E/S para la vigilancia y control | 74 |
| 5.2.5 Sel-2030 procesador de comunicaciones                                    | 75 |
| 5.2.6 Saco 16d1 - ABB Anunciador de la unidad                                  | 76 |
| 5.2.7 Reloj controlado por satélite 1092B (500 ns)                             | 76 |

|   |    |
|---|----|
| 5.2.8 Protección diferencial KBCH 140 ALSTOM  | 77 |
| 5.2.9 Protección diferencial KCGG 142 ALSTOM  | 77 |
| 5.2.10 Equipos de medida línea San Mateo  | 78 |
| 5.2.11 Pupitre de control   | 79 |
| 6. ALTERNATIVAS DE RENOVACIÓN DE LOS EQUIPOS EN MAL ESTADO CON ENFOQUE A LA AUTOMATIZACIÓN                                    | 80 |
| 6.1 DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS A USAR EN LA RENOVACIÓN.   | 80 |
| 6.1.1 Interruptor automático sf6 tipo HPL B marca ABB.  | 80 |
| 6.1.2 Seccionador giratorio de doble apertura lateral marca Manufacturas Eléctricas S.A. tipo SG3C.                           | 81 |
| 6.1.3 Mando eléctrico marca Manufacturas Eléctricas S.A tipo AE-85 del Seccionador tipo SG3G.                                 | 82 |
| 6.1.4 Relé Micropac HC16  | 83 |
| 7. PROPUESTA PARA LA NUEVA UBICACIÓN DE LA SALA DE CONTROL DEL SISTEMA 230KV  | 84 |
| 7.1 PROPUESTA PARA LA SELECCIÓN DE LA CASETA DE CONTROL.  | 87 |
| 7.1.1 Propuesta para la selección de la caseta prefabricada.  | 88 |
| 7.2 BENEFICIOS Y EVALUACIÓN EN REDUCCIÓN DE COSTOS DEL CABLEADO PARA LA PROPUESTA DE LA NUEVA UBICACIÓN DE LA SALA DE CONTROL | 89 |
| 7.2.1 Beneficios al seleccionar la construcción de la caseta prefabricada.  | 90 |
| 8. CONCLUSIONES   | 91 |
| 9. RECOMENDACIONES  | 92 |
| BIBLIOGRAFÍA  | 93 |