



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS



RESUMEN – TESIS DE GRADO

AUTORES: RONALD MIGUEL SIERRA MENDOZA
HENRY ARMANDO AFANADOR USECHE

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

DIRECTOR: FABIO ELISEO VILLAMIZAR JAIMES

TITULO DE LA TESIS: DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE REDISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA EMPRESA TRANSFORMADORES CDM, LTDA. CONFORME AL REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS - RETIE VIGENTE

RESUMEN

En el siguiente trabajo se analizaron los procesos de producción de la empresa. Se caracterizó la carga eléctrica de la planta: Estado actual y Proyección futura. Además se caracterizaron las instalaciones eléctricas. Se caracterizó el estado operativo del sistema eléctrico. Se elaboraron las propuestas para: Mejorar las instalaciones eléctricas y Mejorar el estado operativo del sistema eléctrico. Se elaboraron diagramas unifilares y planos, de acuerdo a las normativas de RETIE, CENS y NTC 2050.

CARACTERISTICAS

PAGINAS_242_ PLANOS_3_ ILUSTRACIONES ___ CD-ROM_1_

**DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE REDISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE
LA EMPRESA TRANSFORMADORES CDM, LTDA. CONFORME AL
REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS - RETIE
VIGENTE**

**RONALD MIGUEL SIERRA MENDOZA
HENRY ARMANDO AFANADOR USECHE**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA
SAN JOSÉ DE CÚCUTA
2008**

**DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE REDISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE
LA EMPRESA TRANSFORMADORES CDM, LTDA. CONFORME AL
REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS - RETIE
VIGENTE**

**RONALD MIGUEL SIERRA MENDOZA
HENRY ARMANDO AFANADOR USECHE**

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

**Director
FABIO ELISEO VILLAMIZAR JAIMES
Licenciado Electromecánico**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA
SAN JOSÉ DE CÚCUTA
2008**



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

ACTA DE SUSTENTACION DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA : 26 DE SEPTIEMBRE DE 2008 HORA: 10:00 a. m.

LUGAR : SALA DE EXPOSICION EL LABERINTO - QUINTA ORIENTAL

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA ELECTROMECANICA

TITULO DE LA TESIS: "DIAGNOSTICO Y PROPUESTA DE REDISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICO DE LA EMPRESA TRANSFORMADORES CDM, LTDA. CONFORME AL REGLAMENTO TECNICO DE INSTALACIONES ELECTRICAS - RETIE VIGENTE".

JURADOS: ING. LUIS RODOLFO DAVILA MARQUEZ
ING. GERMAN ENRIQUE GALLEGO RODRIGUEZ

DIRECTOR: LICENCIADO FABIO ELISEO VILLAMIZAR JAIMES.

NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES:	CODIGO	CALIFICACION	
		NUMERO	LETRA
RONALD MIGUEL SIERRA MENDOZA	0090057	4,4	CUATRO, CUATRO
HENRY ARMANDO AFANADOR USECHE	0090172	4,4	CUATRO, CUATRO

A P R O B A D A

FIRMA DE LOS JURADOS:


ING. LUIS RODOLFO DAVILA MARQUEZ


ING. GERMAN ENRIQUE GALLEGO R.

V. o. B. o. 
JOSE ARMANDO BECERRA VARGAS
Coordinador Comité Curricular

Betty M.

Doy gracias a Dios primero que todo por ser el autor principal de este logro que con tanto esfuerzo e alcanzado y por darme la fuerza, ímpetu, tolerancia y sabiduría para superar momentos difíciles, llevándome a alcanzar esta meta.

Agradezco infinitamente a mis padres Miguel Angel Sierra y Jovita Mendoza, a mi hermana Viviana Sierra; por ser el apoyo principal e incondicional de todo lo que hecho en la vida y en especial este sueño de ser profesional. Sin ellos no hubiese sido una realidad este logro que estoy consiguiendo y el cual esta dedicado a ellos. Agradezco también a mi novia Doris Xiomara Romero Gil, por ser mí apoyo moral incondicional que ha estado presente en toda mi carrera y que me ha dado fuerzas para lograr mis objetivos y cumplir mis metas.

Agradezco a mi compañero de pasantía por el trabajo realizado y por los momentos de crecimiento profesional y personal vividos en el desarrollo del proyecto de grado. Agradezco en general a todos mis amigos y compañeros que de alguna manera me apoyaron y compartieron conmigo momentos de la vida universitaria y personal. Doy gracias a mi Universidad Francisco de Paula Santander por darme la oportunidad de ingresar a sus claustros y poder formarme como profesional y crecer como persona en este capitulo de mi vida.

Ronald Miguel Sierra Mendoza

Agradezco en primera instancia a Dios todo poderoso por darme la oportunidad de cumplir una de las metas trazadas para mi vida, también por brindarme las fuerzas para seguir luchando día a día hasta alcanzar mis objetivos.

Agradezco también a mis padres y hermanos por brindarme el apoyo necesario durante el desarrollo de la carrera. Agradezco a la familia Portilla por todo el apoyo y colaboración dado a lo largo de mi carrera, ya que sin él hubiese sido muy difícil sacar adelante este sueño de ser profesional. Agradezco a mi tío Gustavo Useche y su esposa Clara Inés Martínez por su apoyo y colaboración. Agradezco a mi compañero de pasantía y familia por su colaboración en el desarrollo del proyecto de grado.

Doy gracias a mi universidad por darme la oportunidad de formarme como profesional y persona.

Henry Armando Afanador Useche

AGRADECIMIENTOS

Los autores del trabajo expresan sus agradecimientos a:

Al gerente de la empresa Ingeniería 2000 Ltda. Ingeniero Leonardo Mauricio Giraldo Guerra, quien nos dio la oportunidad de desarrollar nuestro trabajo de grado en modalidad de pasantía y al gerente de la empresa Transformadores cdm Ltda. Doctor Leonardo Giraldo, quien nos permitió cumplir con el desarrollo del trabajo en las instalaciones de su empresa.

Fabio Eliseo Villamizar Jaimes, Licenciado Electromecánico y Director del trabajo de grado, por su inmensa colaboración y asesoría prestada.

Julio Cesar Vega Perez, Ingeniero Electromecánico, empresa Ingeniería 2000 Ltda. y Asesor técnico, por su dedicación y gran colaboración en el desarrollo del trabajo de grado.

José Alexander Ochoa Villán, Ingeniero Electromecánico, empresa Ingeniería 2000 Ltda., por su disposición de colaboración.

Juan Carlos García, Ingeniero jefe de planta transformadores cdm Ltda., por su disposición de colaboración.

Yolber Duque, técnico electromecánico jefe de mantenimiento, transformadores cdm Ltda. ; Por su asesoría y colaboración.

Alexander Rangel, técnico en automatización jefe de personal y laboratorio transformadores cdm Ltda.; por su asesoría y colaboración.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	30
1. ASPECTOS GENERALES	34
1.1 DESARROLLO	34
1.1.1 Pinza voltiamperimétrica	35
1.1.2 Multímetro digital	35
1.1.3 Telurómetro	36
2. RESEÑA TRANSFORMADORES CDM LTDA	37
2.1 MISIÓN	38
2.2 VISIÓN	38
2.3 POLÍTICA DE CALIDAD	38
2.4 SERVICIOS	38
2.4.1 Reparación de transformadores	38
2.4.2 Mantenimiento de transformadores de potencia en sitio	39

2.4.3 Pruebas eléctricas de campo	39
2.5 PRODUCTOS	40
2.5.1 Transformadores monofásicos	40
2.5.2 Transformadores trifásicos	40
2.6 PROCESOS DE PRODUCCIÓN	40
3. INFORMACIÓN	46
3.1 ADQUISICIÓN DE NORMAS Y REGLAMENTOS ELÉCTRICOS VIGENTES A CONSIDERAR	46
4. CARACTERIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS	50
4.1 CARACTERIZACIÓN DE LA ACOMETIDA DE MEDIA TENSIÓN	50
4.2 SUBESTACIÓN AÉREA	51
4.3 CARACTERIZACIÓN DE LA ACOMETIDA DE BAJA TENSIÓN	52
4.4 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN GENERAL	53
4.5 IDENTIFICACIÓN DE CIRCUITOS RAMALES	55
4.6 CIRCUITOS RAMALES	57

4.6.1 Circuito ramal (Aceites - Hornos)	57
4.6.2 Circuito ramal (Metalmecánica - Bobinadora Baja#1 – Conmutadores)	59
4.6.3 circuito ramal (Solco-Pintura-Laboratorio)	61
4.6.4 circuito ramal (Bobinado - Metalmecánica)	63
4.6.5 Circuito ramal aire acondicionado oficina gerencia	64
4.6.6 Circuito ramal Horno 5 – polipasto	65
4.6.7 Circuito ramal Zona administrativa	65
4.6.8 Instalaciones eléctricas particulares	66
5. CARACTERIZACIÓN DE LA CARGA ELÉCTRICA	68
5.1 INVENTARIO	68
5.2 HOJA DE VIDA DE LA MAQUINARIA	69
5.3 REQUERIMIENTOS DE CARGA FUTURA	70
6. CARACTERIZACIÓN DE ESTADO OPERATIVO DEL SISTEMA ELÉCTRICO	72
6.1 MEDICIÓN PUNTUAL	72
6.2 CUADROS DE CARGA ACTUALES	73

6.3 DIAGNÓSTICO DE LA CARGA ELÉCTRICA ACTUAL	85
7. REALIZACIÓN DE PLANO Y DIAGRAMA UNIFILAR ACTUAL	89
8. PROPUESTA DE REDISEÑO	90
9. CARACTERIZACIÓN OPERATIVA DE LA PROPUESTA DE REDISEÑO	91
9.1 CUADROS DE CARGAS	91
9.1.1 Calculo de la corriente de circuito	91
9.1.2 Selección de conductores alimentadores	91
9.1.3 Selección de protecciones	92
9.2 CIRCUITOS RAMALES PROPUESTOS	92
9.2.1 Circuitos ramales planta	93
9.2.2 Circuitos ramales ampliación	123
9.3 REGULACIÓN DE VOLTAJE Y PÉRDIDAS MÁXIMAS DE POTENCIA EN LOS CIRCUITOS RAMALES PROPUESTOS	139
9.3.1 Regulación de voltaje	139
9.3.2 Pérdidas máximas de potencia	142
10. MEJORAMIENTO DEL FACTOR DE POTENCIA	146

10.1 FACTOR DE POTENCIA	147
10.1.1 Causas del bajo factor de potencia	147
10.1.2 Efectos del bajo factor de potencia	148
10.2 CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA	149
10.3 CÁLCULOS PARA LA CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA	151
10.4 CÁLCULO DEL CALIBRE DEL CONDUCTOR DEL BANCO DE CONDENSADORES	154
11. DISEÑO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA (SPT)	155
11.1 FUNCIONES DE UN SPT	155
11.2 REQUISITOS DE UNA MALLA DE PUESTA A TIERRA	156
11.3 MEDICIÓN DE LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO	156
11.3.1 Medición de la resistividad del terreno por el método de Wenner	157
11.3.2 Cálculos aplicados al SPT	160
11.3.3 Selección del conductor de malla	163
11.3.4 Configuración de la malla propuesta	164

11.3.5 Tensiones reales de paso y de contacto	166
12. CARACTERIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROPUESTAS	172
12.1 RED DE MEDIA TENSIÓN	172
12.2 SUBESTACIONES AÉREAS	173
12.2.1 Subestación aérea planta	173
12.2.2 Subestación aérea ampliación	178
12.3 TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN	180
12.3.1 Tablero de distribución general planta	182
12.3.2 Tablero de distribución general ampliación	184
13. BANDEJA PORTACABLES	187
13.1 CARACTERÍSTICAS	187
13.2 INSTALACIÓN	188
13.3 PUESTA A TIERRA	189
13.4 INSTALACIÓN DE LOS CONDUCTORES	189
13.5 SISTEMA PORTACABLES AÉREO	190

13.5.1 Tramo recto	190
13.5.2 Tramos curvos	192
13.5.3 Te (T)	192
13.5.4 Cruce (X)	192
13.5.5 Soportes	193
14. REALIZACIÓN DE PLANOS Y DIAGRAMAS UNIFILARES PROPUESTOS	195
15. CONCLUSIONES	196
16. RECOMENDACIONES	197
BIBLIOGRAFÍA	198
ANEXOS	199