



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS



## RESUMEN – TESIS DE GRADO

AUTORES: JOHAN ALEXANDER BRACHO LARROTA

---

FACULTAD: INGENIERÍA

---

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

---

DIRECTOR: FABIO ELISEO VILLAMIZAR JAIMES

---

TITULO DE LA TESIS: IMPLEMENTACION DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO DE UN TRANSFORMADOR DE POTENCIA POR MEDIO DE UN DISPOSITIVO ELECTRONICO

---

---

RESUMEN:

Se estudiaron las diferentes referencias bibliográficas para el desarrollo del trabajo a realizar en la empresa CENS S.A. E.S.P., para analizar el dispositivo electrónico que se deseaba implementar en el transformador de potencia y así determinar los lugares donde se conectaría para la toma de datos. Se implementó el dispositivo electrónico en dicho transformador y se realizaron los formatos y codificaciones para el mantenimiento predictivo. Por último se compararon los resultados de la implementación del dispositivo electrónico al transformador de potencia.

CARACTERÍSTICAS:

PAGINAS: 147

PLANOS:

ILUSTRACIONES:

CD-ROM: 1

IMPLEMENTACION DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO DE UN  
TRANSFORMADOR DE POTENCIA POR MEDIO DE UN DISPOSITIVO  
ELECTRONICO

JOHAN ALEXANDER BRACHO LARROTA

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

IMPLEMENTACION DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO DE UN  
TRANSFORMADOR DE POTENCIA POR MEDIO DE UN DISPOSITIVO  
ELECTRONICO

JOHAN ALEXANDER BRACHO LARROTA

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

Director  
FABIO ELISEO VILLAMIZAR JAIMES  
Licenciado Eléctrico

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



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

**ACTA DE SUSTENTACION DE UN TRABAJO DE GRADO**

FECHA : 7 DE NOVIEMBRE DE 2008 HORA: 4:00 p. m.

LUGAR : AUDITORIO EDUARDO COTE LAMUS - BIBLIOTECA - UFPS

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA ELECTROMECHANICA

TITULO DE LA TESIS: "IMPLEMENTACION DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO DE UN TRANSFORMADOR DE POTENCIA POR MEDIO DE UN DISPOSITIVO ELECTRONICO".

JURADOS: ING. JORGE ALBERTO RUIZ  
ING. MEIMER PEÑARANDA CARRILLO  
LIC. CAROLINA RAMIREZ

DIRECTOR: LICENCIADO FABIO ELISEO VILLAMIZAR JAIMES.

NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES:	CODIGO	CALIFICACION	NUMERO	LETRA
JOHAN ALEXANDER BRACHO LARROTA	0090354	4,1		CUATRO, UNO

**A P R O B A D A**

FIRMA DE LOS JURADOS:

  
\_\_\_\_\_  
ING. JORGE ALBERTO RUIZ

  
\_\_\_\_\_  
ING. MEIMER PEÑARANDA CARRILLO

  
\_\_\_\_\_  
LIC. CAROLINA RAMIREZ

Vo. Bo.   
\_\_\_\_\_  
JOSE ARMANDO BECERRA VARGAS  
Coordinador Comité Curricular

Betty M.

*A mis padres, Juan Alberto Bracho y Celmira Larrota Pedraza, quienes me dieron la formación y la educación para ser la persona que soy hoy en día.*

*A mi novia, Ginna Marcela Parra, que me da el apoyo moral y me acompaño en este ultimo tramo de mi carrera profesional y así terminar con éxitos mis estudios profesionales.*

*Al Ing. Pedro Enrique Galvis, quien me dio el apoyo profesional para terminar con éxito la ultima etapa de mi carrera profesional.*

**Johan**

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	19
1. GENERALIDADES	21
1.1 DATOS DE LA EMPRESA	21
1.2 ORGANIGRAMA DE CENS S.A. E.S.P.	21
1.3 MISIÓN Y VISIÓN DE LA EMPRESA	22
1.3.1 Misión	22
1.3.2 Visión	22
1.4 POLÍTICAS DE CALIDAD	22
2. CONCEPTOS GENERALES Y COMPONENTES DE UN TRANSFORMADOR	24
2.1 TRANSFORMADOR DE POTENCIA	24
2.2 PARTES Y COMPONENTES	28
2.2.1 Núcleo magnético	28

2.2.2 Bobinados primario, secundario, terciario	29
2.2.3 Tanque, recipiente o cubierta	32
2.2.4 Boquillas terminales	32
2.2.5 Medio refrigerante	34
2.2.6 Conmutadores y auxiliares	35
2.2.7 Indicadores	35
3. DEGRADACIÓN DEL SISTEMA AISLANTE	38
3.1 AISLANTE	40
3.2 ENVEJECIMIENTO DEL TRANSFORMADOR	43
3.3 FUENTES DE CONTAMINACION	45
3.4 DIAGNÓSTICO Y MONITOREO	46
3.4.1 Análisis	46
3.4.2 Toma de muestra	47
4. IDENTIFICACION DE LOS FORMATOS EXISTENTES SOBRE EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA EMPRESA CENS S.A. E.S.P.	48
4.1 PRUEBA AL ACEITE DIELECTRICO	48

4.2 PRUEBA DE FACTOR DE POTENCIA	48
4.3 RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN	51
4.4 RESISTENCIA DE AISLAMIENTO	51
4.5 RESISTENCIA DE DEVANADOS	51
5. MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES	52
5.1 ARQUITECTURA DEL TEC	53
5.1.1 Parámetros de entrada del TEC	53
5.1.2 Parámetros de salida del TEC	54
5.2 GENERALIDADES DEL DISPOSITIVO ELECTRONICO TEC	54
5.2.1 Tarjetas electrónicas y bornes	54
5.2.2 Alimentación	55
5.2.3 Procesador	57
5.2.4 Entrada analógica de 4-20Ma	57
5.2.5 Pt100 entrada de temperatura	59
5.2.6 Entrada digital	59
5.3 SOFTWARE	62



5.3.1 Estado del transformador	62
5.3.2 Control de refrigeración	65
5.3.3 Previsiones de carga en el punto caliente	67
5.3.4 Desgaste de los contactos del cambiador de tomas	69
5.3.5 Hidrógeno	69
5.3.6 Contenido de humedad del aceite del transformador y del cambiador de tomas	71
5.3.7 Equilibrio térmico del transformador	71
5.3.8 Equilibrio térmico del cambiador de tomas	72
5.3.9 Configuración in situ	73
5.3.10 Gestión de eventos	73
5.4 SENSORES	78
5.4.1 Temperatura del aire	78
5.4.2 Temperatura del aceite	79
5.4.3 Uso del sensor de aceite inferior del TEC	80
5.4.4 Transductor de corriente	80

5.4.5 Hidrógeno gaseoso en el aceite	82
5.4.6 Sensor de humedad en el aceite	82
5.5 ANALIZADOR DE GASES Y HUMEDAD	82
5.6 GUIA DE OPERACION	84
5.6.1 Pantalla principal de la interfaz de la estación	84
5.6.2 Navegación y botones rápidos	88
5.6.3 Navegación y lista desplegable	109
5.6.4 Archivo de valores separados por coma (CSV)	118
6. IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO	122
6.1 INVESTIGACION SOBRE EL FUNCIONAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA	122
6.2 ANALIZAR LAS PRUEBAS REALIZADAS A LOS TRANSFORMADORES DE POTENCIA Y EL MANTENIMIENTO REALIZADO	122
6.3 ANALIZAR Y CONOCER EL FUNCIONAMIENTO, MANEJO Y DIFERENTES COMPONENTES DEL DISPOSITIVO ELECTRÓNICO TEC	123
6.4 VERIFICAR LAS DIFERENTES CONEXIONES DE ENTRADA Y SALIDA UNA VEZ IMPLEMENTADO EL DISPOSITIVO ELECTRÓNICO	123
6.5 REALIZAR PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO QUE CUMPLAN CON LOS ESTÁNDARES DE LA EMPRESA	123

6.6 CREACIÓN DEL FORMATO DE REGISTRO Y CONTROL DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO TENIENDO EN CUENTA LAS DIFERENTES VARIABLES POR EL DISPOSITIVO ELECTRÓNICO TEC	123
6.7 ESTUDIO DE LOS BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL DISPOSITIVO ELECTRÓNICO TEC	124
7. CONCLUSIONES	125
8. RECOMENDACIONES	126
BIBLIOGRAFIA	127
ANEXOS	128