



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA

**ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE MECÁNICA
ELÉCTRICA**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
MECÁNICO ELECTRICISTA**

**“MANTENIMIENTO PREDICTIVO CON APLICACIÓN DE UN
SISTEMA TERMOGRAFICO PARA OPTIMIZAR LOS INDICADORES
DE CALIDAD DE SUMINISTRO EN LOS ALIMENTADORES DE
MEDIA TENSION TRUJILLO NOR OESTE”**

AUTOR:

GILBERT IVAN CABRERA FLORES

ASESOR ESPECIALISTA:

ING. CARLOS SÁNCHEZ HUERTAS

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

SISTEMAS Y PLANES DE MANTENIMIENTO

TRUJILLO – PERÚ

2018

DEDICATORIA

A Dios, por haberme guiado en cada momento y haberme dado la fuerza para seguir adelante.

*A mis padres **Alejandro** y **Alejandrina** quienes fueron las personas que me motivaron a seguir adelante y alcanzar mis metas.*

*A cada uno de mis **hermanos** que han contribuido al logro de esta Carrera Profesional.*

*A mis hijos **Brans** y **Misrrain** quienes son mis amores que me dan la alegría y la motivación cada día.*

*A mi esposa **Carla** por su amor y gran apoyo para terminar esta carrera y realizarme como profesional.*

AGRADECIMIENTO

Agradecer en primer lugar a Dios por darme los conocimientos necesarios y permitir conocer a los ingenieros: Ing. Carlos Sánchez Huertas y el Ing. Jorge Eduardo Lujan López, quienes me apoyaron para el desarrollo de este proyecto.

Al Ing. Wilar Saguma Calle por compartir sus conocimientos lo cual han sido fundamental para este trabajo de investigación, así mismo a mis compañeros de trabajo por brindarme su apoyo incondicional.

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

Cumpliendo con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, presento ante ustedes la Tesis titulada “*Mantenimiento Predictivo con Aplicación de un Sistema Termografico para Optimizar los Indicadores de Calidad de Suministro en los Alimentadores de Media Tensión Trujillo NOR OESTE*” la cual dejo a vuestra consideración, esperando que cumpla con los requisitos de aprobación para adquirir el título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista.

El autor

INDICE

PAGINA DE JURADO	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	iv
PRESENTACIÓN.....	v
INDICE.....	vi
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	xii
I. Introducción.....	13
1.1 Realidad problemática	14
1.2 Trabajos previos	15
1.3 Teorías relacionadas al tema	18
1.3.1 Sistema eléctrico Trujillo Nor Oeste.....	18
1.3.2 Centro de control de operaciones (CCO)	18
1.3.3 Normas de técnicas	19
1.3.4 Calidad de suministro.....	20
1.3.5 Tiempo de interrupción	21
1.3.6 Tipos de Interrupciones	22
1.3.7 Mantenimiento predictivo	23
1.3.8 Termografía	25
1.3.9 Sectores de Distribución Típicos	27
1.3.10 Indicadores.....	28
1.3.11 Alimentador Media Tensión (AMT).....	30
1.3.12 Componentes de los alimentadores-(AMT)	30
1.4 Formulación del problema	37

1.5 Justificación del estudio	37
1.6 Hipótesis.....	37
1.7 Objetivos	38
1.7.1 Objetivo general	38
1.7.2 Objetivos específicos.....	38
II. Método	39
2.1 Tipo de estudio	40
2.2 Diseño de la investigación	40
2.3 Variables, operacionalización	40
2.3.1 Variables independientes	40
2.3.2 Variables dependientes	40
2.4 Operacionalización de variables.....	42
2.5 Población y muestra.....	43
2.5.1 Población	43
2.5.2 Muestra.....	43
2.6 Técnicas de instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	43
2.7 Métodos de análisis de datos.....	44
2.8 Aspectos éticos	44
III. Resultados	45
3.1 Recolección de datos de los AMT (Indicadores de calidad de energía)	46
3.2 SAIDI – SAIFI	50
3.3 ENS	50
3.4 Compensación	51
3.5 Determinación de AMT crítica.....	52
3.6 Actividades predictivas	55
3.7 Criterios de diseño para el mantenimiento predictivo basado en termografía	56
3.8 Programa de mantenimiento predictivo	58

3.9 Realización de inspección termográfica	60
3.10Proyección de indicadores después de aplicar las actividades predictivas	67
3.11SAIDI – SAIFI	67
3.12ENS.....	68
3.13Compensación	69
3.14 Análisis de Costo por mantenimiento predictivo (termografia)	70
3.1.5 Rentabilidad del Proyecto	71
IV. Discusión	73
V. Conclusiones.....	75
VI. Recomendaciones	77
VII. Referencias	78
INDICE DE ABREVIATURAS	81
ANEXO 01. DIAGRAMA UNIFILAR (DISTRIBUCIÓN)	83
ANEXO 02. IMÁGENES TERMOGRÁFICAS	84
ANEXO 03. ORDEN DE MANTENIMIENTO.....	86
ANEXO 04. REPORTE DE INSPECCIÓN.....	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Aspectos de calidad de los servicios eléctricos	19
Figura 2. Calidad de suministro y tolerancias	21
Figura 3. Luz visible y térmica	26
Figura 4. Transformadores de potencia	31
Figura 5. Celda de distribución 10KV	32
Figura 6. Postes de media tensión	32
Figura 7. Conductor de media tensión	33
Figura 8. Aisladores	34
Figura 9. Recloser – CUT OUT	35
Figura 10. Tipos de Conectores	35
Figura 11. Herrajes	36
Figura 12. Traformix	36
Figura 13. Diagrama de flujo del proyecto	41
Figura 14. Cámara termográfica	43
Figura 15. Índice de interrupciones de los AMT	49
Figura 16. Energía no suministrada de cada AMT por semestre	51
Figura 17. Indicador de Compensación por semestre	52
Figura 18. Termografía comparativa en líneas de media tensión	57
Figura 19. Programa de mantenimiento predictivo	59
Figura 20. Flujo de trabajo utilizando camara termografica	62
Figura 21. Punto caliente de conector en la Estructura 00123284	63
Figura 22. Punto caliente de CUT-OUT Estructura 0023173	64
Figura 23. Diagrama de flujo de analisis termografico	66
Figura 24. Indicadores SAIDI TOE 104	67
Figura 25. Indicadores SAIFI TOE 104	68
Figura 26. Energía no suministrada	69
Figura 27. Compensación	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Interrupciones de la TOE 104 del año 2017	47
Tabla 2. Elementos que conforman alimentador de media tensión.....	49
Tabla 3. Indicadores de SAIFI y SAIDI por semestre del año 2017	50
Tabla 4. Resumen de indicadores de calidad de suministro por ATM.....	53

RESUMEN

El objetivo de la presente tesis es mejorar la gestión de mantenimiento aplicando técnicas predictivas mediante termografía en los alimentadores de media tensión de Trujillo Nor Oeste, que conlleven a la reducción de interrupciones para mejorar los indicadores de calidad de suministro de la empresa Hidrandina S.A.

En este estudio se analizó a los 7 alimentadores que cuenta Trujillo Nor Oeste: TOE 101, TOE 102, TOE 103, TOE 104, TOE 105, TOE 201, TOE 202, para el cual se utilizó información almacenada en el centro de control de operaciones (CCO) del año 2017.

El presente trabajo consta en realizar un plan de actividades predictivas a los alimentadores de media tensión considerando los índices de falla, definiendo la TOE 104, la cual es la más afectada en calidad de energía suministrada.

El indicador SAIFI en el primer semestre del año 2017 fue de 7.658 veces, y en el primer semestre del año 2018 se obtuvo 4.96 veces, el indicador SAIDI en el primer semestre del año 2017 fue de 11.85 horas y en el primer semestre del año 2018 fue de 8.24 horas, el indicador de ENS en el primer semestre del año 2017 fue de 14,548.68 kW/h y en el primer semestre del año 2018 se obtuvo 5,017.59 kW/h, el indicador de compensación en el primer semestre del año 2017 fue de 25,969.39 dólares, y en el primer semestre del año 2018 fue de 8,956.4 dólares, obteniéndose una reducción de 65.5%.

Palabras Claves: Interrupción, SAIDI, SAIFI, ENS, Compensación, Termografía.

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to make better maintenance management by applying predictive techniques by means of thermography in the medium voltage feeders of Trujillo Nor Oeste, which leads to the reduction of interruptions to improve supply quality indicators, the development of this research is carried out in the facilities of the company Hidrandina SA

In this study we analyzed the 7 medium voltage feeders that has Trujillo Nor Oeste: TOE 101, TOE 102, TOE 103, TOE 104, TOE 105, TOE 201, TOE 202, in which we used information stored in the operations control center (CCO) of the year 2017.

The present work consists of carrying out a plan of predictive activities for the medium voltage feeders, considering the failure rates, defining the TOE 104, which is the most affected in the quality of energy supplied.

The SAIFI indicator in the first semester of 2017 was 7,658 times, and in the first semester of the year 2018 it was obtained 4.96 times, the SAIDI indicator in the first semester of the year 2017 was 11.85 hours and in the first semester of the year 2018 8.24 hours was obtained, the indicator of ENS in the first semester of 2017 was 14,548.68 kW / h and in the first semester of 2018 it was obtained 5.017.59 kW / h, the compensation indicator in the first semester of 2017 was 25,969.39 dollars, and in the first semester of the year 2018 it was of 8,956.4 dollars, obtaining a reduction of 65.5%.

Key Words: Interruption, SAIDI, SAIFI, ENS, Compensation, Thermography.

Yo, Dr. Jorge Eduardo Lujan López. Docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo de Trujillo, revisor de la tesis titulada

"Mantenimiento predictivo con la aplicación de un sistema termografico para optimizar los indicadores de calidad de suministro en los alimentadores de media tensión Trujillo Nor Oeste" del estudiante Gilbert Ivan Cabrera Flores, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Trujillo. *28 de 01* 201*9*



.....

Firma

DNI: *17897692*

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------