



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

**“DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE PROTECCIÓN PARA
MEJORAR LA PERFORMANCE DEL SUMINISTRO ELÉCTRICO DEL
ALIMENTADOR A1048 EN ENOSA TUMBES - 2018”.**

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

AUTOR:

Rafael Cristian Castro Ojeda

ASESOR:

Mg. Ing. ENRIQUE DESIDERIO DÍAZ RUBIO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

**MODELAMIENTO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS
ELECTROMECAÑICOS**

CHICLAYO — PERÚ

2018



ACTA DE SUSTENTACION

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 12:00 horas del día 13 de diciembre de 2018, de acuerdo a los dispuesto por la resolución de dirección de investigación N°3026-2018-UCV-CH -2018-UCV-CH, de fecha 10 de diciembre de 2018, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis titulada: **DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATICO DE PROTECCION PARA MEJORAR LA PERFORMANCE DEL SUMINISTRO ELECTRICO DEL ALIMENTADOR A1048 EN ENOSA-TUMBES 2018.** presentado por el(la) (los) bachiller CASTRO OJEDA RAFAEL CRISTIAN, con la finalidad de obtener el título de Ingeniero mecánico electricista, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

Presidente : Ing. Dávila Hurtado Fredy
Secretario : Ing. Celada Padilla James Skinner
Vocal : Ing. Rojas Coronel Ángel Marcelo

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:

APROBAR POR UNANIMIDAD

Siendo las 12:40 del mismo día, se dio por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

Chiclayo, 13 de diciembre de 2018

Ing. Dávila Hurtado Fredy
Presidente

Ing. Celada Padilla James Skinner
Secretario

Ing. Rojas Coronel Ángel Marcelo
Vocal

DEDICATORIA

Dedico este esfuerzo a Dios todo poderoso, por haberme permitido llegar hasta aquí y con salud, para lograr mis objetivos y metas, además por su infinita bondad y amor.

A mis amados padres. Por haberme apoyado incondicionalmente, para darme la fuerza de voluntad en todo momento, por sus consejos, sus valores, su enorme motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

Además a mi esposa; brazo derecho y ejemplo de perseverancia y constancia que la caracterizan y que me ha transmitido siempre el valor mostrado para salir adelante. Asimismo por el amor de nuestros hijos por haberles robado horas en familia durante toda la carrera profesional debido a la ausencia del mismo.

También a todos mis amigos y otros que me permitieron alcanzar un sueño.

AGRADECIMIENTO

Te agradezco a ti Dios por la gracia de bendecirme y a mi familia, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A la UCV por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

A mis profesores, quienes con su esfuerzo, dedicación, sus conocimientos, sus experiencias, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

A todas aquellas personas que han formado parte de mi vida profesional a las que les agradezco infinitamente por su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida.

Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.


DECLARATORIA AUTENTICIDAD

Yo, Rafael Cristian Castro Ojeda, con DNI N° 02818160, y Código Universitario 7000813819; a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo 11 de agosto del 2018



Rafael Cristian Castro Ojeda

PRESENTACIÓN

Señores Miembros de Jurado Calificador:

Cumpliendo con las normas establecidas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica, de la Universidad Cesar Vallejo para optar el título de Ingeniería Mecánica Eléctrica presento a vuestra consideración el presente trabajo de tesis denominado **“DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATICO DE PROTECCIÓN PARA MEJORAR LA PERFORMANCE DEL SUMINISTRO ELÉCTRICO DEL ALIMENTADOR A1048 EN ENOSA TUMBES - 2018”**.

Por tal motivo, dejo a vuestro criterio profesional la evaluación, agradeciendo de antemano a Uds. y a toda la plana docente por los conocimientos impartidos durante el transcurso de mi formación profesional.

Chiclayo 13 de diciembre del 2018

El autor

Rafael Cristian Castro Ojeda.

INDICE

PÁGINA DEL JURADO	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DECLARATORIA AUTENTICIDAD	v
PRESENTACIÓN	vi
INDICE	vii
RESUMEN	xii
ABSTRACT	13
I. INTRODUCCIÓN	14
1.1 Realidad Problemática	16
a) A nivel Internacional	16
b) A nivel Sudamérica y Centro América	17
c) Indicadores en resto del mundo	22
SAIFI	22
SAIDI:	24
A nivel nacional	26
d) Electro centro S.A.	26
e) Hidrandina S.A	29
f) Electro norte S.A	32
Comentario de la problemática de Electro norte S.A	33
g) Electro noroeste S.A.	33
h) Problemática en Unidad de Negocio Tumbes	35
1.2 Trabajos Previos	40
a) Jorge Hernán Ayre Sánchez 2005.	40
b) Aldo Garay Arriagada Mass	43
1.3 Teorías relacionadas al Tema.	44
1.3.1 Teorías científicas	44
a) Sistema de Protección de potencia	44
b) Relé de Protección Multifunción	44
c) Recloser:	45
NOJA Power - Recloser Switchgear Engineers -2017	46
https://www1.nojapower.com.au/images/recloser-app.jpg	46
d) Seccionalizador	46
d.1) Modo de operación del seccionalizador	46
Escenario 1 de funcionamiento:	46
Escenario 2 de funcionamiento:	47
Comentario:	47

1.3.2 Teorías relacionadas al tema acerca de la variable dependiente	51
a) Ley de concesiones Eléctricas No 25844, artículo 57, 86, 103. Reglamento artículo 131° - 168°	51
b) Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos. DS 020-1997-EM, base metodológica 616-2008-OS/CD.	51
c) Procedimiento para la supervisión de la Norma Técnica de la Calidad de los Servicios Eléctricos y su base metodológica. Resolución no 686-2008-OS/CD.	51
d) Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos Rurales. Resolución Directoral no 016-2008-EM/DGE. Base Metodológica no 046-2009-OS/CD.	51
e) Supervisión de la Operación de los Sistemas Eléctricos 074-2004-OS/CD. Modificada: 177-2012-OS/CD.	51
f) Supervisión del Performance de los Sistemas de Distribución	52
g) Desempeño Esperado. 590-2007-OS/CD Modificada: 178 2012-OS/CD RCD 306-2009-OS/CD.	52
h) Supervisión del Performance de los Sistemas de Transmisión. 091/2006-OS/CD.	52
i) Supervisión de Generación en Sistemas Aislados. 220-2010-OS/CD.	52
j) Supervisión Implementación y Actuación de los ERACMF. 489-2008-OS/CD.	52
k) Tolerancias para la NTCSE	53
l) Indicadores de Calidad para la NTCSE	53
m) Tolerancia – NTCSE	54
1.4 Formulación del Problema	56
1.5 Justificación del Estudio.	56
1.6 Hipótesis.	58
1.7 Objetivos	58
1.7.1 Diagnosticar el Estado Actual del Servicio Eléctrico del Alimentador A1048 en ENOSA Tumbes – 2018	59
1.7.2 Determinar la ubicación de los Dispositivos Automáticos (Recloser) y Seccionadores Inteligentes para Aislar las Fallas	59
1.7.3 Determinar los Niveles de Cortocircuito en los Puntos de Ubicación de los Sistemas de Protección y Coordinación.	59
1.7.4 Integración de los Equipos de Protección al Sistema SCADA de ENOSA	59
1.7.5 Evaluación Técnica Económica Del Sistema Automático de Protección.	59
II METODO.....	60
2.1. Diseño de Investigación	60
2.2. Variables, operacionalización	61
a) Definición Conceptual.....	61
b) Definición Operacional.	62
c) Objeto de análisis (OA)	63
2.3. Población y Muestra.....	63
a) Población (N)	63
b) Muestra (n)	63
2.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos, validez y confiabilidad.....	63

2.5. Métodos de Análisis de datos.....	64
2.6. Aspectos éticos.....	65
III RESULTADOS.....	66
3.1 Diagnosticar el estado actual del servicio eléctrico del Alimentador A1048 en ENOSA Tumbes – 2018.....	66
a) Antecedente del Alimentador A1048:.....	66
b) Diagnóstico del servicio eléctrico del Alimentador A1048.....	67
c) Interrupciones atribuibles a la Concesionaria.....	71
d.1) Clasificación de las fallas	74
Objetos enredados en redes en media tensión aérea.....	74
Hurto de Conductores o elemento eléctrico.	76
Aves en instalaciones	78
3.1.1 Compensaciones por Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos en el Alimentador A1048.	79
3.1.3 Estado de las redes de media tensión del Alimentador A1048.....	85
3.2 Determinar la ubicación de los dispositivos automáticos (Recloser) y seccionadores inteligentes para aislar las fallas.....	86
3.2.1 Análisis de las operaciones de las interrupciones del 2010-2018.....	87
Propuesta del cambio de la protección	102
3.2.2 Modo de operación del sistema de protección automática	103
a. Escenario de falla en la Zona 1	103
b. Escenario de falla en la Zona 2	103
c. Escenario de falla de la zona 3.....	103
d. Escenario de falla de la zona 4.....	104
e. Escenario de falla de la zona 5.....	104
Esquema de Sistema Automático de protección propuesto para el Alimentador A1048.	106
f. Instalaciones a Proteger:	107
3.3 Determinar los niveles de cortocircuito en los puntos de ubicación de los sistemas de protección y coordinación	108
a) Antecedente	108
b) Objetivos de la protección	108
c) Software de ingeniería utilizado	108
d) Alcances del diseño de las protecciones.....	109
e) Thevenin equivalente de los puntos a proteger.....	109
f) Toma de datos en campo del Alimentador A1048	110
Mediciones de corriente:.....	110
Mediciones de resistividad.....	111
f.1 Medición de corriente en Seccionamiento I120102 – Las Malvinas	111
Mediciones de corriente y resistividad en seccionamiento las Malvinas I120202.....	112
f.3 Medición de corriente en Seccionamiento I120032 – Andrés Araujo:.....	113

Mediciones de corriente y resistividad en seccionamiento Andrés Araujo I120132	114
f.4 Medición de corriente en Seccionamiento I120360 – Belaunde:	115
Mediciones de corriente y resistividad en seccionamiento Belaunde I120360.	116
f.5 Medición de corriente en Seccionamiento I120115 – Aviación:.....	117
f.6 Medición de corriente en Seccionamiento I120183 –Panamericana Norte:	119
Mediciones de resistividad de terreno en seccionamiento Panamericana Norte I120183.	120
f.7 Estudio de Cortocircuito en los puntos a proteger:.....	121
Metodología	121
Puntos simulados	123
Barra 10 Kv	123
Seccionamiento Andrés Araujo - I120032.....	123
Seccionamiento Aviación I120105	123
Seccionamiento Belaunde -I120360.....	123
Seccionamiento Panamericana Norte - 120183.....	123
Curva de cortocircuito bifásico con impedancia cero.	124
Barra de 10 Kv - Tumbes.....	126
Seccionamiento Las Malvinas -I120102.....	126
Seccionamiento Andres Araujo - I120032.....	126
Seccionamiento Belaunde -I120360.....	126
Seccionamiento Aviación I120105	126
Seccionamiento Panamericana Norte - 120183.....	126
Resultados	126
g. Criterios para la coordinación de la protección	126
g.1) Criterios básicos de protección.....	126
Antecedente de las protecciones.....	127
Criterio de Ajuste de la protección de sobre corriente de fases (51P/50-P):	127
Criterio de Ajuste de la protección de sobre corriente de tierra (51N/50N).....	135
3.4 Integración de los equipos de protección al sistema SCADA de ENOSA	140
Antecedente.....	140
Sistema de Telecomunicaciones de ENOSA - Tumbes.....	143
Interconexión con el Centro de Control.	145
Especificaciones de los equipos de comunicaciones	145
Equipo de Radio existente.....	145
ODU GE MDS Intrepid Wireless Link	145
ODU GE MDS Intrepid Wireless Link HE	146
Especificaciones de la Unidad Interior	146
Especificaciones de la antena del sistema inalámbrico	147
Especificación de los cables de datos.....	147
Especificación del protector para sobretensión Hyperlink.....	148
Resultado de la integración al sistema SCADA de los nuevos equipos de protección.	149

Sistema de protección a utilizar para las comunicaciones vía scada y vía local.	155
IV Evaluación Técnica Económica del Sistema Automático de Protección.....	160
Antecedente.....	160
Resultado de la evaluación técnica económica.....	170
REFERENCIAS.....	181
ANEXOS	184
Autorización de Publicación de Tesis	272
Acta de Aprobación de Originalidad de Tesis	273
Turnitim.....	274

RESUMEN

El presente proyecto de investigación ha sido realizado con el objetivo de proponer una alternativa eficaz para mejorar la calidad del suministro eléctrico, mediante una reposición automática del servicio eléctrico en condiciones de falla, dejando fuera de servicio solo la parte afectada, asimismo la ubicación en tiempo real de la actuación de los sistemas de protección a través del sistema SCADA de la concesionaria en el Alimentador A1048, del centro de transformación de Tumbes, logrando así mejorar la performance del servicio eléctrico, disminuyendo eficientemente los indicadores de duración de interrupciones SAIDI y frecuencia de interrupciones SAIFI, perteneciente al sistema de distribución eléctrica del departamento de Tumbes, operado por la empresa distribuidora ELECTRONOROESTE S.A de la unidad de negocio Tumbes, teniendo en cuenta la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos y la Norma de Procedimiento “Supervisión de la Operación de los Sistemas Eléctricos” Resolución Osinerg N° 074-2004 OS/CD.

PALABRAS CLAVES

Performance, Indicadores, SAIDI, SAIFI, Fallas, Alimentador A1048 - Tumbes.

ABSTRACT

The present research project has been carried out with the objective of proposing an effective alternative to improve the quality of the electrical supply, by means of an automatic replacement of the electric service in fault conditions, leaving out the affected part only, as well as the location in time Real of the performance of the protection systems through the SCADA system of the concessionaire in the A1048 feeder, of the Tumbes transformation center, thus improving the performance of the electric service, efficiently reducing the indicators of duration of SAIDI interruptions and frequency of interruptions SAIFI, belonging to the electrical distribution system of the department of Tumbes, operated by the distribution company ELECTRONOROESTE SA of the Tumbes business unit, taking into account the Technical Standard for Quality of Electric Services and the Procedure Standard "Supervision of the Operation of the Systems more Electrical "Resolution Osinerg N° 074-2004 OS / CD.

KEYWORDS

Performance, Indicators, SAIDI, SAIFI, Faults, Feeder A1048 - Tumbes.

Autorización de Publicación de Tesis

	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 31-03-2017 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo ...Rafael Cristian Castro Ojeda....., identificado con DNI N° 02818160 egresada de la Escuela de ...Mecánica Eléctrica , de la Universidad César Vallejo, autorizo () , No autorizo (x) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado:

"DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE PROTECCIÓN PARA MEJORAR LA PERFORMANCE DEL SUMINISTRO ELÉCTRICO DEL ALIMENTADOR A1048 EN ENOSA TUMBES 2018" ; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33.

Fundamentación en caso de no autorización:

Los datos utilizados en el estudio de investigación son de origen privado de la empresa ELECTRONOROESTE S.A

.....
En próximos estudios de maestría se seguirá con la investigación del proyecto de diseño de mejora en la calidad del suministro eléctrico.
.....


DNI: 02818160

FECHA: 18. de diciembre... del 2018

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

Acta de Aprobación de Originalidad de Tesis



ACTA DE APROBACION DE ORIGINALIDAD DE TESIS

YO, Ing Marcelo Rojas Coronel, docente de la Facultad de Ingeniería de UCV – Filial Chiclayo, y revisor del trabajo académico (Tesis) titulado: "DISEÑO DE UN SISTEMA DE PROTECCION AUTOMATICO PARA MEJORAR LA PREFORMACE DEL SUMINISTRO ELECTRICO DEL ALIMENTADOR A1048 ENOSA TUMBES-2018" del bachiller de la Escuela profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica:

RAFAEL CRISTIAN CASTRO OJEDA

Que el citado trabajo académico tiene un índice de similitud 17%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, grado de coincidencias irrelevante que convierte el trabajo en aceptable y no constituye plagio, en tanto cumple con todas las normas del uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Cesar Vallejo.

Chiclayo, 22 de Diciembre del 2018



Ing. Marcelo Rojas Coronel

Docente de la facultad de ingeniería de Ucv

Turnitim

DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO PARA MEJORAR LA PERFORMAN DEL SISTEMA ELÉCTRICO A1048

INFORME DE ORIGINALIDAD

17% INDICE DE SIMILITUD	7% FUENTES DE INTERNET	1% PUBLICACIONES	15% TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
-----------------------------------	----------------------------------	----------------------------	---------------------------------------

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	13%
2	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	1%
3	comulsa.s3.amazonaws.com Fuente de Internet	1%
4	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1%
5	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	bibliodigital.tec.ac.cr Fuente de Internet	<1%
7	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	<1%
8	www.osinergminorienta.gob.pe Fuente de Internet	<1%



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
EP DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

CASTRO OJEDA RAFAEL CRISTIAN

INFORME TÍTULADO:

DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE PROTECCIÓN PARA
MEJORAR LA PERFORMANCE DEL SUMINISTRO ELÉCTRICO DEL
ALIMENTADOR A1048 EN ENOSA- TUMBES 2018

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

SUSTENTADO EN FECHA: 13/12/2018

NOTA O MENCIÓN: DIECIOCHO (18)


FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN