



**Universidad
Técnica de
Cotopaxi**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS ELÉCTRICA DE
POTENCIA**

PROPUESTA TECNOLÓGICA

“IMPLEMENTACIÓN DE CIRCUITOS DE COMUNICACIÓN Y PRUEBAS DE MOTORES AC PARA EL MÓDULO DE LABVOLT 3806-42 EN EL LABORATORIO DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”

Proyecto de titulación presentado previo a la obtención del título de Ingeniero Eléctrico en
Sistemas Eléctricos de Potencia

Autores:

Villamarin Álvarez Silvio Tobías
Sigcha Oña Darwin Leonidas

Tutor:

Ing. MSc. Marco Aníbal León Segovia

Latacunga – Ecuador

Agosto 2019

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, VILLAMARIN ÁLVAREZ SILVIO TOBÍAS Y SIGCHA OÑA DARWIN LEONIDAS declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **“IMPLEMENTACIÓN DE CIRCUITOS DE COMUNICACIÓN Y PRUEBAS DE MOTORES AC PARA EL MÓDULO DE LABVOLT 3806-42 EN EL LABORATORIO DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”**, siendo el Ing. Msc. Marco Aníbal León Segovia tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo de investigación, son de nuestra exclusiva responsabilidad.



Silvio Tobías Villamarin Álvarez

CC: 0504004961





Darwin Leonidas Sigcha Oña

CC: 0503567521

AVAL DE IMPLEMENTACIÓN

En calidad de director de carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica certifico que mediante el proyecto de investigación: **“IMPLEMENTACIÓN DE CIRCUITOS DE COMUNICACIÓN Y PRUEBAS DE MOTORES AC PARA EL MÓDULO DE LABVOLT 3806-42 EN EL LABORATORIO DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”** de los estudiantes; VILLAMARIN ÁLVAREZ SILVIO TOBÍAS y SIGCHA OÑA DARWIN LEONIDAS, realizan la entrega de dos módulos uno tensión y de corriente y la repotenciación del módulo de labvolt de protecciones para el laboratorio de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica Cotopaxi.

Latacunga, Julio, 2019



Ph.D. Secundino Marrero Ramírez
C.C.175710790-7

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“IMPLEMENTACIÓN DE CIRCUITOS DE COMUNICACIÓN Y PRUEBAS DE MOTORES AC PARA EL MÓDULO DE LABVOLT 3806-42 EN EL LABORATORIO DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”, de VILLAMARIN ÁLVAREZ SILVIO TOBÍAS Y SIGCHA OÑA DARWIN LEONIDAS, de la carrera de Ingeniería Eléctrica , considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Julio, 2019.



Ing. MSc. Marco Aníbal León Segovia

CC: 0502305402

TUTOR

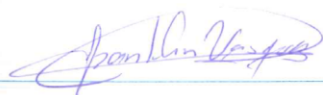
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS; por cuanto, el o los postulantes VILLAMARIN ÁLVAREZ SILVIO TOBÍAS Y SIGCHA OÑA DARWIN LEONIDAS, con el título de Proyecto de titulación **“IMPLEMENTACIÓN DE CIRCUITOS DE COMUNICACIÓN Y PRUEBAS DE MOTORES AC PARA EL MÓDULO DE LABVOLT 3806-42 EN EL LABORATORIO DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, julio, 2019

Para constancia firman:



Lector 1 (Presidente)

Ing. MSc. Franklin Vásquez Teneda

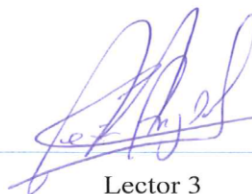
CC: 1710434497



Lector 2

Ing. MSc. Wilian Guamán Cuenca

CC: 0603578956



Lector 3

Ing. MSc. Ángel León Segovia

CC: 0502041353

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultades y por guiarnos a lo largo de nuestras vidas.

A nuestros padres por darnos la confianza necesaria y apoyarnos en todos los momentos de nuestras vidas.

Nuestro sincero agradecimiento a nuestro tutor, el Ingeniero Marco León por ser una persona que se enfoca en brindar conocimientos que nos permita cumplir con nuestras expectativas y siempre ir por una constante mejora, exalto su trabajo, y le agradecemos de corazón por ayudarnos a cumplir una nueva meta.

Silvio, Darwin

DEDICATORIA

El presente proyecto dedicamos a nuestros padres como tal, las oportunidades que nuestros padres han brindado son incomparables, y ante todo a Dios.

Agradecemos a nuestros maestros, compañeros, y la universidad técnica de Cotopaxi en general, por todos los conocimientos y sabidurías que nos ha otorgado.

Silvio, Darwin.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TITULO: “IMPLEMENTACIÓN DE CIRCUITOS DE COMUNICACIÓN Y PRUEBAS DE MOTORES AC PARA EL MÓDULO DE LABVOLT 3806-42 EN EL LABORATORIO DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”.

Autores: Villamarin Álvarez Silvio Tobías
Sigcha Oña Darwin Leonidas

RESUMEN

El desarrollo de la presente propuesta tecnológica abarca los principios fundamentales sobre el funcionamiento de los relés, como sistema básico de protección para los motores de corriente alterna. La Universidad Técnica de Cotopaxi, en el laboratorio de la carrera de Ingeniería Eléctrica cuenta con un módulo de protecciones Labvolt 3806-42. Este módulo de entrenamiento presenta la falencia de no poseer un sistema de adquisición y visualización de datos para el estudio del comportamiento de los relés. Es por ello que el presente proyecto consiste en la implementación de un sistema de comunicación con interfaz USB, lo cual permitirá el enlace entre el módulo de protecciones y la computadora.

Este sistema de comunicación provee un interfaz con adquisición de datos, cuyo software está basado en Windows, necesario para la operación didáctica del módulo de protecciones. El software consiste en proporcionar todas las mediciones estándar de los parámetros eléctricos como: voltaje, corriente, potencia, frecuencia, factor de potencia. Este Sistema de Adquisición y Control de datos, permite la visualización de las formas de onda y el análisis fasorial. Este sistema de comunicación permite la adquisición y tabulación de datos, permitiendo al estudiante reafirmar sus conocimientos sobre el funcionamiento de los relés sobre los motores.

Palabras claves: Sistemas de protección, relés, factor de potencia, Motor jaula de ardilla, parámetros eléctricos, interfaz de comunicación.

THE TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCE

THEME: “IMPLEMENTATION OF COMMUNICATION CIRCUITS AND AC MOTOR TESTS FOR THE LABVOLT MODULE 3806-42 IN THE ELECTRICITY ENGINEERING LABORATORY OF THE TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI”.

Authors: Villamarin Álvarez Silvio Tobías

Sigcha Oña Darwin Leonidas

ABSTRACT

The development of the present technological proposal includes the fundamental principles on the relays operation, as a basic protection system for AC motors. The Technical University of Cotopaxi, in the Electrical Engineering Lab counts with a protections module Labvolt 3806-42. This training module has the disadvantage of not having a data acquisition and visualization system for studying the relay behavior. That is why the present project consists on the implementation of a communication system with USB interface, which will allow the link between the protection module and the computer. This communication system provides an interface with data acquisition, whose software is based on Windows, necessary for the didactic operation of the protection module. The software consists of providing all standard measurements of electrical parameters such as: voltage, current, power, frequency, power factor. This data acquisition and control system allows the visualization of waveforms and phasor analysis. This communication system allows the acquisition and data tabulation, allowing the student to reaffirm the knowledge about the relays operation on the motors.

Keywords: protection system, relays, power factor, squirrel cage motor, electrical parameters, communication interface.

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en forma legal **CERTIFICO** que: la traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por los señores Egresados de la Carrera de **INGENIERÍA ELÉCTRICA** de la **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS, VILLAMARIN ÁLVAREZ SILVIO TOBÍAS Y SIGCHA OÑA DARWIN LEONIDAS**, cuyo título versa “**IMPLEMENTACIÓN DE CIRCUITOS DE COMUNICACIÓN Y PRUEBAS DE MOTORES AC PARA EL MÓDULO DE LABVOLT 3806-42 EN EL LABORATORIO DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**”, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, Julio del 2019.

Atentamente,

.....
Lcda. María Fernanda Aguaiza
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C.:0503458499



ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DE IMPLEMENTACIÓN.....	iii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	v
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	x
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS	xviii
1 INFORMACIÓN BÁSICA	19
2 DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA.....	20
2.1 Título de la propuesta tecnológica	20
2.2 Tipo de propuesta alcance.....	20
2.3 Área del conocimiento	20
2.4 Sinopsis de la propuesta tecnológica	20
2.5 Objeto de estudio y campo de acción	21
2.5.1 Objeto de estudio.....	21
2.5.2 Campo de acción	21
2.6 Situación problemática y problema	21
2.6.1 Situación problemática	21
2.6.2 Problema.....	22
2.7 Hipótesis o formulación de preguntas directrices.....	22

2.8	Objetivo(s)	22
2.8.1	Objetivo general	22
2.8.2	Objetivos específicos	22
2.9	Descripción de las actividades y tareas propuestas con los objetivos establecidos ...	23
3	MARCO TEÓRICO	24
3.1	Contextualización:	24
3.2	Elaboración de los módulos que contienen los transformadores de corriente, voltaje y contactor	27
3.3	La histéresis	28
3.4	Los sistemas de protección	28
3.4.1	Puesto de control de relés de protección 3806-42	28
3.5	Transformadores	30
3.5.1	Transformadores de corriente	30
3.5.2	Descripción de los transformadores de corriente	31
3.5.3	Transformadores de tensión 3772-2	31
3.6	Módulo de interconexión 3787-1	32
3.7	Relé	33
3.7.1	Relé de mínima y máxima frecuencia.	33
3.7.2	Relé de desequilibrio de fases o tensión mínima / secuencia de fases.	34
3.7.3	Relé de factor de potencia para motor 3825-1	34
3.7.4	Relé trifásico de mínima/máxima tensión 3817-2	35
3.7.5	Relé de tensión para ca/cc 3818-1	37
3.8	Cables de conexión (blindado) 8951-d	38
3.9	Los interfaces hombre-máquina (HMI)	39
3.10	Interfaz de adquisición de datos 9063	39
3.11	Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes 8960	39
3.12	Contactador AF 09	40

3.12.1	Criterio para la selección del contactor	41
4	METODOLOGÍA.....	41
4.1	Método documental bibliográfico.....	41
4.2	Tipos de investigación	41
4.2.1	Investigación aplicada	41
4.2.2	Investigación descriptiva	41
4.2.3	Investigación explicativa	42
5	Técnicas e instrumentos.....	42
5.1	Observación	42
5.2	Variables de investigación	42
6	Parámetros de los transformadores de corriente.....	42
6.1	Cálculo del Transformador de Corriente.	43
6.2	Cálculo del Transformador de Voltaje.....	46
7	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	51
7.1	Relé trifásico de mínima y máxima tensión.....	51
7.1.1	Relé trifásico de máxima tensión al 100 % modo máximo	51
7.1.2	Relé trifásico de mínima y máxima tensión al 105%	53
7.1.3	Relé trifásico de máxima tensión al 115%	54
7.1.4	Relé trifásico de máxima tensión al 125%	55
7.1.5	Relé trifásico de mínima tensión al 75%	56
7.1.6	Relé trifásico de mínima tensión al 80%	57
7.1.7	Relé trifásico de mínima tensión al 90%	58
7.1.8	Relé trifásico de mínima tensión al 95%	59
7.1.9	Relé trifásico de mínima tensión al 100%	60
7.2	Relé de tensión para corriente alterna.....	61
7.2.1	Relé de máxima tensión para CA con histéresis de 5% y voltaje al 40 %	61
7.2.2	Relé de máxima tensión para CA con histéresis de 5% al 80 % de voltaje.....	63

7.2.3	Relé de máxima tensión para CA con histéresis 5% al 100 % de voltaje	64
7.3	Relé de tensión para CA máxima tensión histéresis 50% al 40 % de voltaje.....	65
7.3.1	Relé de tensión para CA máxima tensión histéresis 50% al 80 % de voltaje.....	66
7.4	Relé de tensión para CA máxima tensión histéresis 50% al 100 % de voltaje.....	67
7.5	Relé de tensión para CA mínima tensión histéresis 5% al 40 % de voltaje.....	68
7.6	Relé de tensión para CA mínima tensión histéresis 5% al 80 % de voltaje.....	69
7.7	Relé de tensión para CA mínima tensión histéresis 5% al 100 % de voltaje.....	70
7.8	Relé de tensión para CA mínima tensión histéresis 50% al 40 % de voltaje.....	71
7.9	Relé de tensión para CA mínima tensión histéresis 50% al 80 % de voltaje.....	72
7.10	Relé de tensión para CA mínima tensión histéresis 50% al 100 %.....	73
7.11	Relé de factor de potencia	74
8	PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS	76
8.1	Presupuesto	76
8.2	Presupuesto general	77
8.3	Análisis de impactos	77
9	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	77
9.1	Conclusiones.....	77
9.2	Recomendaciones	78
10	REFERENCIAS	79
11	Anexos.....	80
11.1	Guía Instructiva de Conexión de los Equipos para el Estudiante	80
11.2	Protección con el relé de máxima y mínima tensión a un motor jaula de ardilla... 80	80
11.3	Protección con el relé de máxima tensión para un motor jaula de ardilla.....	87
11.4	Guía para la práctica de laboratorio del relé de factor de potencia	94
11.5	Guía para la práctica de laboratorio protección con el relé de máxima tensión CA (modo tensión máxima).....	101

11.6	Guía para la práctica de laboratorio protección con el relé de tensión para CA (modo mínima tensión)	107
12	Guía Instructiva de Conexión de los Equipos para el Docente.	113
12.1	Protección con el relé de máxima y mínima tensión a un motor jaula de ardilla.	113
12.2	Protección con el relé de máxima y mínima tensión a un motor jaula de ardilla.	120
12.3	Guía para la práctica de laboratorio del relé de factor de potencia	127
12.4	Guía para la práctica de laboratorio protección con el relé de máxima tensión CA (modo tensión máxima).	134
12.5	Guía para la práctica de laboratorio protección con el relé de máxima tensión CA (modo mínima tensión).....	140
	MANUAL DEL USUARIO	146

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de las actividades y tareas establecidas	23
Tabla 2. Comprobación del estado de las salidas analógica	26
Tabla 3. Datos de recolección de corriente	27
Tabla 4. Datos de recolección de voltaje	27
Tabla 5. Características del control de protecciones	30
Tabla 6. Características de los transformadores de intensidad	31
Tabla 7. Características de los transformadores de voltajes	32
Tabla 8. Características del relé trifásico de mínima/máxima tensión	36
Tabla 9. Características del Relé de tensión para ca/cc	38
Tabla 10. Análisis de las variables	42
Tabla 11. Rango de Histéresis	44
Tabla 12. Transformadores de corriente	46
Tabla 13. Transformadores de tensión	50
Tabla 14. Relé trifásico de máxima tensión al 100%	52
Tabla 15. Relé trifásico de máxima tensión al 105%	53
Tabla 16. Relé trifásico de máxima tensión al 115%	54
Tabla 17. Relé trifásico de máxima tensión al 125%	55
Tabla 18. Relé trifásico de mínima tensión al 75%	56
Tabla 19. Relé trifásico de mínima tensión al 80%	57
Tabla 20. Relé trifásico de mínima tensión al 90%	58
Tabla 21. Relé trifásico de mínima tensión al 95%	59
Tabla 22. Relé trifásico de mínima tensión al 100%	60
Tabla 23. Rango de Histéresis	61
Tabla 24. Relé de tensión para CA con histéresis 5% al 40 % de voltaje	62
Tabla 25. Relé de tensión para CA con histéresis de 5% al 80% de voltaje	63
Tabla 26. Relé de tensión para CA con histéresis de 5% al 100 %	64
Tabla 27. Relé de tensión para CA con histéresis de 50% al 40 % de voltaje	65
Tabla 28. Relé de tensión para CA con histéresis 50% al 80 % de voltaje	66
Tabla 29. Relé de tensión para CA con histéresis 50% al 100 % de voltaje	67
Tabla 30. Relé de tensión para CA con histéresis de 5% al 40 % de voltaje	68
Tabla 31. Relé de tensión para CA con histéresis de 5% al 80 % de voltaje	69
Tabla 32. Relé de tensión para CA con histéresis de 5% al 100 % de voltaje	70

Tabla 33. Relé de tensión para CA con histéresis 50% al 40 % de voltaje	71
Tabla 34. Relé de tensión para CA con histéresis 50% al 80 %	72
Tabla 35. Relé de tensión para CA con histéresis 50% al 100 % de voltaje	73
Tabla 36. Análisis de parámetros eléctricos para el relé de factor de potencia	74
Tabla 37. Análisis de parámetros eléctricos	75
Tabla 38. Presupuesto detallado para la ejecución del proyecto	76
Tabla 39. Presupuesto general	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelo 3806-42 Puesto de control de relés de protección	29
Figura 2. Transformadores de intensidad	31
Figura 3. Transformadores de tensión	32
Figura 4. Relé de factor de potencia para motor.....	35
Figura 5. Relé trifásico de mínima/máxima tensión.....	36
Figura 6. Relé de tensión para ca/cc	38
Figura 7. Interfaz de adquisición de datos y de control.....	39
Figura 8. El dinamómetro.....	40
Figura 9. Relé de máxima tensión	52
Figura 10. Relé de máxima tensión al 105 %	53
Figura 11. Relé de máxima tensión al 115%	54
Figura 12. Relé de máxima tensión al 125%	55
Figura 13. Relé de mínima tensión al 75%	56
Figura 14. Relé trifásico de mínima tensión al 80%.....	57
Figura 15. Relé trifásico de mínima tensión al 90%.....	58
Figura 16. Relé trifásico de mínima tensión al 90%.....	59
Figura 17. Relé trifásico de mínima tensión al 100%.....	60
Figura 18. Relé de tensión para CA con histéresis 5% al 40 % de voltaje.....	62
Figura 19. Relé de tensión para CA con histéresis de 5% al 80% de voltaje	63
Figura 20. Relé de tensión para CA con histéresis 5% al 100 % de voltaje.....	64
Figura 21. Relé de tensión para CA con histéresis de 50% al 40 % de voltaje	65
Figura 22. Relé de tensión para CA con histéresis 50% al 80 % de voltaje.....	66
Figura 23. Relé de tensión para CA con histéresis 50% al 100 % de voltaje.....	67
Figura 24. Relé de tensión para CA con histéresis de 5% al 40 % voltaje.....	68
Figura 25. Relé de tensión para CA con histéresis de 5% al 80 % de voltaje.....	69
Figura 26. Relé de tensión para CA con histéresis de 5% al 100 % de voltaje	70
Figura 27. Relé de tensión para CA con histéresis 50% al 40 % de voltaje.....	71
Figura 28. Relé de tensión para CA con histéresis 50% al 80 % de voltaje.....	72
Figura 29. Relé de tensión para CA con histéresis 50% al 100 % de voltaje.....	73
Figura 30. Relé de factor de potencia.....	75

1 INFORMACIÓN BÁSICA

Propuesto por:

Villamarin Alvares Silvio Tobías

Sigcha Oña Darwin Leónidas

Tema aprobado:

PhD. Secundino Marrero

Carrera:

Ingeniería Eléctrica

Director de la propuesta tecnológica:

MSc. Ing. Marco León Segovia

Equipo de trabajo:

MSc. Ing. Marco León Segovia

Lugar de ejecución:

Región Sierra, Cotopaxi, Latacunga, Universidad Técnica de Cotopaxi “Av. Simón Rodríguez s/n Barrio El Ejido / San Felipe”

Tiempo de duración de la propuesta:

6 meses

Fecha de inicio:

05 de abril de 2019

Fecha de finalización:

La planificación para la culminación del proyecto se manifiesta el periodo marzo 2019 - agosto 2019.

Fecha de entrega:

25 de Julio de 2019

Línea(s) y sublíneas de investigación:

Sistemas de Potencia, Protecciones Eléctricas.

Tipo de propuesta tecnológica:

Innovación.

2 DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA**2.1 Título de la propuesta tecnológica**

Labvolt 3806-42 en el laboratorio de Ingeniería en Electricidad de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

2.2 Tipo de propuesta alcance

Multipropósito: Restablecer la funcionalidad del módulo Labvolt 3806-42 para la comunicación con una PC y elaborar guías prácticas para que los estudiantes de la carrera de Ingeniería Eléctrica realicen prácticas de protecciones eléctricas.

2.3 Área del conocimiento

Ingeniería, Industria y Construcción: Ingeniería y profesiones afines Dibujo Técnico, Mecánica, Electricidad, Electrónica, Telecomunicaciones, Ingeniería Energética.

2.4 Sinopsis de la propuesta tecnológica

Contar con equipamiento tecnológico, es la mejor alternativa para complementar los conocimientos teóricos con los prácticos en la carrera de Ingeniería Eléctrica. Con la implementación de los circuitos de comunicación en el módulo Labvolt 3806-42 con la PC, esto ayudara a verificar posibles fallas en la protección realizando simulaciones con las prácticas establecidas en el módulo Labvolt 3806-42.

Una vez que estos equipos estén listos para la realización de prácticas el estudiante podrá poner en práctica sus habilidades y conocimientos adquiridos en el aula.

Los beneficiarios del presente proyecto serán los estudiantes y docentes de la carrera de Ingeniería Eléctrica, quienes lograrán obtener información con resultados claros, concisos, y de esta manera ayudara a resolver el problema de no realizar prácticas en el laboratorio de protecciones eléctricas. El impacto que pretende tener la propuesta es permitir a los estudiantes realizar prácticas ayudando a mejorar los conocimientos.

Por lo expresado anteriormente se demuestra que es factible y necesaria la implementación de circuitos para la comunicación entre el módulo de protecciones y motores en el laboratorio de Ingeniería en Eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

2.5 Objeto de estudio y campo de acción

2.5.1 Objeto de estudio

El objeto de estudio es el módulo Labvolt 3806-42 de protecciones eléctricas, los relés de factor de potencia y relé de desequilibrio de fases en el laboratorio de Ingeniería Eléctrica, otro objeto de estudio es la comunicación entre motores y el módulo.

2.5.2 Campo de acción

Circuitos de comunicación y protecciones eléctricas.

2.6 Situación problemática y problema

2.6.1 Situación problemática

El laboratorio de la carrera de Ingeniería Eléctrica no cuenta con un equipamiento adecuado para realizar prácticas de protecciones Eléctricas, motivo por el cual los estudiantes no han logrado realizar prácticas y afianzar los conocimientos teóricos adquiridos en el transcurso del periodo académico, teniendo como consecuencias falencias practicas al momento de realizar trabajos de protecciones en motores eléctricos, estas falencias van en torno a cómo funciona un relé y cuando debe entrar en acción una protección.

Además, al no contar con una guía práctica para la realización de conexión de protecciones eléctricas el estudiante no posee una base sólida para la conexión de relés y motores por lo mismo existe un efecto negativo en el inicio de una futura vida profesional.

2.6.2 Problema

El laboratorio de Ingeniería Eléctrica cuenta con un módulo de protecciones eléctricas no funcional ya que no cuenta con transformadores y no contiene circuitos de comunicación además no cuenta con guías prácticas, motivo por el cual los estudiantes de Ingeniería Eléctrica no pueden realizar prácticas en este módulo y los conocimientos teóricos y prácticos no son asimilados de una forma correcta.

Mediante la implementación para la funcionalidad del módulo de protecciones el estudiante podrá realizar prácticas sobre los conocimientos teóricos adquiridos en el aula y esto permitirá que el estudiante mejore los niveles de conocimiento dentro y fuera de la universidad.

La implementación se realizará en la Universidad Técnica de Cotopaxi en la carrera de Ingeniería Eléctrica, laboratorio de protecciones en el periodo académico marzo 2019-agosto 2019.

2.7 Hipótesis o formulación de preguntas directrices

Con la funcionalidad del módulo de Labvolt 3806-42 el estudiante logrará realizar prácticas de protecciones eléctricas con motores de corriente alterna y a la vez afianzará conocimientos teóricos.

2.8 Objetivo(s)

2.8.1 Objetivo general

- ✓ Establecer la comunicación entre el módulo Labvolt 3806-42 de protecciones con la PC, y la implementación de una guía práctica para los estudiantes en el laboratorio de ingeniería eléctrica en la Universidad Técnica de Cotopaxi.

2.8.2 Objetivos específicos

- ✓ Determinar el estado entre el módulo de protecciones Labvolt 3806-42.
- ✓ Dimensionar e implementar transformadores de corriente y voltaje.
- ✓ Elaborar una guía para que los estudiantes puedan realizar pruebas con los relés de factor de potencia, relé trifásico mínima y máxima tensión de corriente alterna y relé de tensión para corriente alterna.

2.9 Descripción de las actividades y tareas propuestas con los objetivos establecidos

En referencia a la tabla 1 detalla la descripción de las actividades y tareas establecidas

Tabla 1. Descripción de las actividades y tareas establecidas

Objetivos	Actividad	Resultado de actividades	Descripción de la actividad
Determinar el estado entre el módulo de protecciones Labvolt 3806-42 y el módulo de adquisición de datos.	Investigación de los posibles daños que puede sufrir el interfaz de adquisición de datos.	La funcionalidad del módulo de recolección de datos fue restablecida.	Cambiar las partes dañadas del módulo actualizar y reinstalar el software complemento del mismo.
Dimensionar e implementar transformadores de corriente y voltaje.	Investigación las características necesarias que deben tener los transformadores para los módulos de labvolt.	Los transformadores adquiridos tienen las características para los módulos de labvolt.	Adquirir y dimensionar los transformadores de corriente y voltaje.
Elaborar una guía para que los estudiantes puedan realizar pruebas con los relés de factor de potencia, relé trifásico mínima y máxima tensión de corriente alterna y relé de tensión para corriente alterna.	Realizar una serie de procedimientos y luego detallarlos en paso para la comprensión de los estudiantes.	Tener una guía didáctica para el uso de los estudiantes.	Diseñar una guía detallada del procedimiento de conexión.

Fuente: Los autores

3 MARCO TEÓRICO

3.1 Contextualización:

Uno de los factores principales que establece la eficiencia y la calidad en el proceso educativo, es el aprovechamiento de los recursos que se dispone en los laboratorios de eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, el emplear adecuadamente tanto el tiempo como la ayuda de la tecnología es importante para el mejoramiento del proceso de las prácticas.

En el campo de eléctrica, contar con módulos de entrenamiento para motores AC contribuye a entender el funcionamiento, conexiones, protecciones, etc., de los mismos. Por otro lado la adquisición de los datos arrojados por el motor permitirá verificar su comportamiento ante diversos casos de estudio. A través de la implementación de módulos de pruebas se garantiza que los estudiantes refuercen los conocimientos adquiridos, obteniendo excelentes resultados en la preparación teórica y técnica. Para la correcta manipulación se requiere que el usuario cuente con nociones respecto a los dispositivos, parámetros y variables físicas involucradas en el empleo de los módulos. El modulo donde se va a realizar la implementación del sistema de comunicación para la adquisición de datos es el módulo de relés de protecciones para motores AC de Labvolt. Este bastidor cuenta con dos juegos de relés de control cc, una fuente de alimentación cc y un panel de interconexión. Estos relés de protección son unidades de categoría industrial, de estado sólido y bajo costo destinado a la capacitación básica en el campo de la protección por relés.

La Universidad Técnica de Cotopaxi cuenta con un módulo de relé para la protección de motores de inducción. Cada panel de relé está equipado con interruptores para la inserción de averías a fin de realizar la detección y reparación de fallas a nivel sistema. Los requisitos iniciales para iniciar las pruebas en protecciones por relés son tener conocimientos previos de la operación y calibración de relés, además de tener conocimientos de generación de energía eléctrica, los transformadores de potencia y motores de inducción.

En los laboratorios de Ingeniería Eléctrica se dispone de los siguientes tipos de relés de protección que se enlista a continuación:

- Relé de sobreintensidad trifásico 3811
- Relé de intensidad para ca/cc regulable 3815
- Relé trifásico de mínima/máxima tensión 3817

- Relé trifásico de tensión para ca/cc regulable 3818
- Relé de mínima/máxima frecuencia 3821
- Relé de factor de potencia para motor 3825
- Relé monofásico de mínima/máxima intensidad 3810
- Relé monofásico de mínima/máxima tensión 3816

A continuación, se detalla la lista de equipos que se requiere para complementar el sistema de protecciones en el laboratorio de ingeniería eléctrica.

- Relé verificador de sincronismo 3820
- Relé de equilibrio de fases 3822
- Relé de potencia inversa 3824
- Relé de secuencia de fases 3836
- Impedancia limitadora de corriente
- Transformadores con Inserción de Fallos
- Módulo de interconexión
- Módulo de fallos universal
- Diodos de potencia
- Rueda de Inercia

Además de los diferentes equipos necesarios para complementar el funcionamiento de los relés como son:

- Carga inductiva
- Línea de transmisión trifásica
- Carga capacitiva
- Autotransformador de regulación
- Tiristores de potencia
- Cables de conexión

Motivo por el cual el estudio se ha enfocado en los equipos de protección anteriormente mencionados en los objetivos.

Para restablecer la comunicación y la funcionalidad de los módulos antes mencionados se procedió a realizar un análisis completo del interfaz de recolección de datos obteniendo como resultado las siguientes averías:

- Daño en las salidas análogas de voltaje para lo cual fue necesario cambiar los jacks de salida ya que los anteriores estaban en mal estado.
- Daño en el puerto de salida USB que comunica al interfaz al equipo con la computadora además que el cable de transmisión de datos estaba en mal estado motivo por el cual fue necesario adquirir un cable nuevo y reemplazar el puerto de salida USB.
- Daño en la comunicación de la entrada común del interfaz para la medición de tensión para esto se optó por cambiar la comunicación entre los comunes ya que uno de ellos cortaba la misma con el resto y no permitía que la línea neutro tuviera conexión con las otras salidas.
- Daño en los dispositivos de protección del módulo de recolección de datos de corrientes el cual se solucionó mediante el cambio de estos equipos de protección.
- El software LVDAC-EMS se encontraba en mal estado y con funciones obsoletas para lo cual se recurrió a la desinstalación e instalación del mismo logrando así cumplir con los parámetros necesarios para la visualización de resultados en la computadora.

Una vez establecida la comunicación entre el módulo y la computadora se prosiguió a realizar guías instructivas de prácticas para los estudiantes de ingeniería eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi. En la tabla 2 se observa la comprobación del estado de las salidas análogas.

Tabla 2. Comprobación del estado de las salidas analógica

Salida analógica 1			Salida analógica 2		
Voltaje configurado del software	Datos obtenidos en las salidas		Voltaje configurado del software	Datos obtenidos en las salidas	
	Antes	Después		Antes	Después
Voltios			Voltios		
1	0V	1V	1	0V	1V
2	0V	2V	2	0V	2V
3	0V	3V	3	0V	3V
4	0V	4V	4	0V	4V
5	0V	5V	5	0V	5V
6	0V	6V	6	0V	6V
7	0V	7V	7	0V	7V
8	0V	8V	8	0V	8V
9	0V	9V	9	0V	9V
10	0V	10V	10	0V	10V

Fuente: Los autores

En la tabla 3 se observa los datos de corriente que ingresan antes y después de la comprobación de las entradas de corrientes.

Tabla 3. Datos de recolección de corriente

Datos de recolección de corriente			
Corriente que ingresa		Antes	Después
I1	0.35 A	0.007	0.35 A
I2	0.36 A	0.008	0.36 A
I3	0.37 A	0.007	0.37 A
I4	0.35 A	0.008	0.35 A

Fuente: Los autores

En la tabla 4 se observa los datos de tensión que ingresan antes y después de la comprobación de las entradas de E1 a E4.

Tabla 4. Datos de recolección de voltaje

Datos de recolección de voltaje			
Voltaje que ingresa		Antes	Después
E1	68 V	0.007	67.96 V
E2	68 V	0.008	68V
E3	68 V	0.007	68V
E4	68V	0.008	68V

Fuente: Los autores

3.2 Elaboración de los módulos que contienen los transformadores de corriente, voltaje y contactor

Los módulos que contienen los transformadores de corriente fueron fabricados con las siguientes dimensiones de largo poseen 60 cm de alto 27cm y de ancho 30 cm, las pestañas en forma de muescas tienen una longitud de 2,5 cm asíéndolo ideal para encajar en los contenedores de los módulos de labvolt además cuentan con jaks de color negro y azul en los terminales de las bobinas del transformador y un interruptor para cortocircuitar los mismos evitando posibles accidentes, cuentan con los gráficos respectivos de las bobinas y los interruptores además de un terminado con pintura color negra antioxidante.

Para la fabricación del módulo contenedor de los transformadores de voltaje cuenta con las siguientes características 60 cm de alto 27cm y de ancho 30 cm, las pestañas en forma de muescas tienen una longitud de 2,5 cm cumpliendo de esta manera las condiciones para encajar

en los tableros contenedores existentes, también cuentan con los gráficos de las bobinas de entrada y salida de voltaje, poseen jaks de color negro y rojo en los terminales de las bobinas y un acabado con pintura antioxidante en color negro.

Para la fabricación de la placa que contiene el contactor las dimensiones utilizadas fueron de 25 por 23 cm formando un rectángulo y unos dobles en la parte superior de 30 grados además cuenta con los respectivos jaks para conectar los contactos necesarios para realizar las respectivas prácticas de laboratorio.

3.3 La histéresis

La función de la histéresis evita que el relé cambie una y otra vez cuando el valor medido este cerca de los valores del punto de referencia. El relé se activa cuando el valor medido pasa el valor exacto del punto de referencia. Cuando se vuelve y pasa por el punto de referencia nuevamente, el relé no se libera antes de que valor alcance el valor aumentado o disminuido por el valor de la histéresis.

3.4 Los sistemas de protección

En la actualidad los sistemas de protección se utilizan para prevenir la destrucción de equipos o instalaciones por causa de una falla que podría iniciarse de manera simple y después extenderse sin control en forma encadenada. Los sistemas de protección deben aislar la parte donde se ha producido la falla buscando perturbar lo menos posible la red.

3.4.1 Puesto de control de relés de protección 3806-42

El Puesto de control de relés de protección, modelo 3806-42 de Labvolt, montado sobre ruedas, es la base de una típica estación de protección por relés. Este bastidor cuenta con un juego de relés de control ca, una fuente de alimentación cc-ca y un panel de interconexión. El juego de relés (seis relés) permiten que los contactos de los relés de protección (normalmente abiertos o normalmente cerrados) se conviertan en múltiples contactos normalmente abiertos (NA) / normalmente cerrados (NC) para accionar los disyuntores (contactores) de los circuitos ca del sistema de energía eléctrica. Dos de los relés de control ca tienen el retardo ajustable [1].

El panel de interconexión consiste en tres juegos de doce enchufes hembra protegidos para fichas banana de 4 mm montados en un panel estándar de 48 centímetros (19 pulgadas). Tres conectores de contactos múltiples, también montados en dicho panel, permiten la conexión de

los cables provenientes del Módulo de interconexión, modelo 3787. El Puesto de control de relés de protección se suministra con una serie de guías metálicas y tres paneles estándares vacíos de 48 centímetros (19 pulgadas) [1].

Las guías de metal se utilizan para montar los relés de protección de Labvolt en este puesto de control. Por su parte, los usuarios pueden emplear los tres paneles vacíos del mismo puesto para instalar sus propios relés de protección. Todos los relés de protección de Labvolt se montan en un panel metálico de 23 centímetros (9 pulgadas), excepto los modelos 3820 y 3824, que se instalan en paneles de 30 centímetros (12 pulgadas). Los paneles metálicos facilitan la instalación de los relés en el Puesto de control de relés de protección. Los interruptores para la inserción de fallas, montados detrás del panel metálico de cada relé protector, permiten la práctica en la localización y reparación de averías. Estos relés de protección son unidades de categoría industrial, de estado sólido y bajo costo destinado a la capacitación básica en el campo de la protección por relés [1].

En la figura 1 se muestra el puesto de control de relés de control.



Figura 1. Modelo 3806-42 Puesto de control de relés de protección
Fuente: [1]

La tabla 5 muestra las características del control de protecciones sobre la cual indica todos los parámetros y valores del puesto de control de relés de protección 3806-42.

Tabla 5. Características del control de protecciones

Parámetro	Valor
Voltaje de entrada	120 V - 60 Hz
Corriente de entrada	6 A
Voltaje de salida	120 V
Corriente de salida	5 A
Relés de control	1
Voltaje de la bobina	120 V de CC
Calificaciones de contacto	3 A a 150 V CC; 10 A a 240 V ca
Relés de control	2 (CR1 a CR4)
Voltaje de la bobina	120 V de CC
Calificaciones de contacto	3 A a 150 V CC; 10 A a 240 V ca
Relés de control	2 (TD1)
Voltaje de la bobina	120 V de CC
Calificaciones de contacto	0.5 A a 120 V CC; 10 A a 240 V ca
Rango de retardo de tiempo	0.1 a 10 s
Relés de control	2 (TD2)
Voltaje de la bobina	120 V de CC
Calificaciones de contacto	0.5 A a 120 V CC; 10 A a 240 V ca
Rango de retardo de tiempo	0.6 a 60 s

Fuente: [1]

3.5 Transformadores

3.5.1 Transformadores de corriente

Los transformadores de corriente desarrollan dos tipos de función: transformar la corriente y aislar los instrumentos de protección y medición conectados a los circuitos de alta tensión. El primario del transformador, que consta de muy pocas espiras, se conecta en serie con el circuito cuya intensidad se desea medir y el secundario se conecta en serie con las bobinas de corriente de los aparatos de medición y de protección que requieran ser energizados.

El módulo Transformadores de corriente, consiste en un juego de seis transformadores de corriente, del tipo para instrumentos, instalados en un módulo. Cada transformador está equipado con un interruptor, montado en el panel frontal, que permite cortocircuitar el arrollamiento secundario. Las relaciones para estos transformadores se seleccionaron cuidadosamente a fin de adaptar el equipamiento de potencia con los dispositivos de protección [2].

3.5.2 Descripción de los transformadores de corriente

Los componentes básicos de los transformadores de corriente son las siguientes:

- Aislamiento externo
- Aislamiento interno
- Núcleo

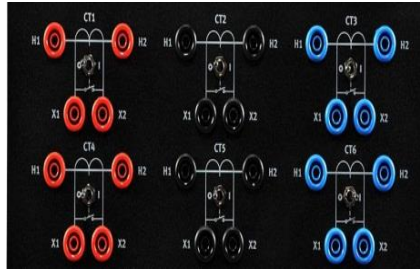


Figura 2. Transformadores de intensidad

Fuente: [2]

En referencia a la tabla 6 muestra las características de los transformadores de corriente sobre la cual incide algún parámetro, tales como impedancia, potencia aparente y la relación de transformación.

Tabla 6. Características de los transformadores de intensidad

Parámetro	Valor
CT1 a CT6	
Relación actual	5: 1 A
Impedancia primaria	2.5 Ω
Potencia aparente	5 VA
Precisión	$\pm 5\%$

Fuente: [2]

3.5.3 Transformadores de tensión 3772-2

La importancia de los transformadores de tensión, actualmente la energía es indispensable para todos los aspectos de nuestras vidas los transformadores de tensión son dispositivos eléctricos que sirven para regular la intensidad o tensión en un circuito de corriente alterna de forma que la frecuencia y la potencia se mantenga estables.

El módulo Transformadores de tensión, consiste en un juego de seis transformadores de tensión, del tipo empleado para instrumentos, instalados en un módulo. Las relaciones de estos transformadores se seleccionaron cuidadosamente a fin de adaptar el equipamiento de potencia con los dispositivos de protección [3].

La figura 3 muestra los bordes de conexión de la parte del primario que está conectado a un circuito de control y la parte del secundario conectado a los aparatos que se decían alimentar.

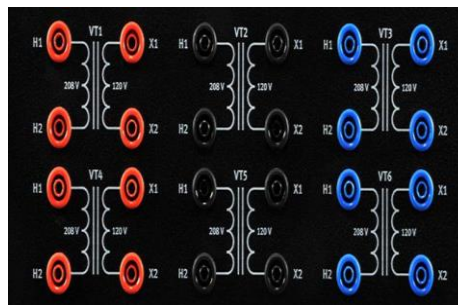


Figura 3. Transformadores de tensión

Fuente: [3]

En la tabla 7 se muestra las características de los transformadores de voltajes, los parámetros y valores.

Tabla 7. Características de los transformadores de voltajes

PARÁMETRO	VALOR
VT1 a VT6	
Relación de voltaje	110:220 V
Precisión	± 2%

Fuente: [3]

3.6 Módulo de interconexión 3787-1

El Módulo de interconexión, modelo 3787-1 de Labvolt, incluye tres grupos de doce enchufes hembra protegidos para fichas banana de 4 mm y tres conectores de contactos múltiples montados en el panel frontal de un módulo. Tres cables de interconexión, provistos con el módulo, se utilizan para conectar los enchufes hembra para fichas banana de este módulo con los enchufes del mismo tipo del panel de interconexión del Puesto de control de relés de protección, modelo 3806, a través de los conectores de contactos múltiples. Esto proporciona

un medio eficiente para interconectar el sistema de energía eléctrica (sistema EMS) a los relés instalados en el Puesto de control de relés de protección [4].

Características del módulo de interconexión:

- ✓ Voltaje 450(V)
- ✓ Corriente (5A)

3.7 Relé

Un relé es un interruptor accionado por un electroimán. Un electroimán está formado por una barra de hierro dulce, llamada núcleo, rodeada por una bobina de hilo de cobre. Al pasar una corriente eléctrica por la bobina el núcleo de hierro se magnetiza por efecto del campo magnético producido por la bobina, convirtiéndose en un imán tanto más potente cuanto mayor sea la intensidad de la corriente y el número de vueltas de la bobina. Al abrir de nuevo el interruptor y dejar de pasar corriente por la bobina, desaparece el campo magnético y el núcleo deja de ser un imán [5].

3.7.1 Relé de mínima y máxima frecuencia.

Este relé es un dispositivo de protección sensible a la frecuencia de los equipos protegidos su funcionamiento hace referencia actuar cuando el motor tiene un aumento de la frecuencia nominal y por debajo de la misma estos parámetros de pueden configurar en las opciones disponibles en el dispositivo el cual va en las opciones de baja frecuencia (under) en un porcentaje de 50,60 y 70 de la potencia nominal el este caso los 60hz es la potencia nominal en la opción de sobre frecuencia las opciones de configuración es de 50,60 y 70 respectivamente además posee contactos de entrada de 120 voltios entre línea y neutro .

Cuenta además con los respectivos contactos cerrados y abiertos para cada modo de configuración ya sea que se necesite los contactos de mínima o máxima frecuencia.

Para realizar las prácticas con este relé hacen falta los siguientes elementos.

- Modulo para insertar fallas.
- Módulo de interconexión.
- Transformadores con inserción fallas.

3.7.2 Relé de desequilibrio de fases o tensión mínima / secuencia de fases.

El funcionamiento de este relé se basa en la relación de voltaje de las tres líneas el dispositivo de protección el mismo actuara cuando detecte un desequilibrio de fases o tensión mínima en cualquiera de las tres líneas que ingresan al relé motivo por el cual el motor requiere una corriente de línea más grande para producir el mismo par aumentando las pérdidas del motor y provocando el recalentamiento del equipo [6].

El relé de desequilibrio de fases cuenta con tres contactos de entrada cada uno a un voltaje nominal de 120 voltios línea a línea este es el voltaje de partida para la regulación en la cual el relé va actuar también cuenta con dos perillas regulables en la cual se puede ajustar el nivel de variación de tensión admisible y el tiempo en el que el relé actuara. La variación puede ir de 5 al 15 por ciento de voltaje y de 0 a 10 segundos tiempo en el cual el relé actuara.

3.7.3 Relé de factor de potencia para motor 3825-1

El relé de factor de potencia es un dispositivo de protección que actúa ante la variación de este parámetro, en este dispositivo se puede calibrar el punto de referencia al cual el relé va actuar cuando el motor protegido sufra un cambio drástico en este parámetro, el dispositivo cuenta con dos parámetros regulables el nivel de factor de potencia el cual tiene una escala de cero a 0.9 de factor de potencia y el segundo es el porcentaje en el cual este dispositivo actuara este parámetro tiene las opciones regulables a partir de cero segundo de actuación hasta los 20 segundos momento en el cual dependiendo de las necesidades del usuario el relé enviara la orden de abrir el circuito y por ende proteger al motor.

Este dispositivo cuenta además con tres entradas una para cada línea con su salida correspondiente además la opción para configurarla en dos modos de funcionamiento una para carga mínima y una para carga máxima, posee una salida de contactos una para los cerrados y una para los abiertos.

Mediante las pruebas realizadas al relé de factor de potencia se logró observar que el comportamiento del mismo era normal hasta llegar al voltaje de 58 voltios una vez que se superaba este voltaje el relé abría el circuito desactivando al contactor y por ende apagando al motor este comportamiento del relé es debido a la configuración aplicada al dispositivo ya que este toma como referencia el factor de potencia que está en el relé actuando cuando el factor de potencia disminuya de forma considerable.

El Relé de factor de potencia para motor, modelo 3825-1 de Labvolt, es un dispositivo de protección sensible a la variación del factor de potencia. Debido a que el ángulo de fase entre la corriente y la tensión del motor, en consecuencia, el factor de potencia, depende de la carga mecánica aplicada al motor, este relé se puede utilizar para detectar las condiciones de mínima y máxima carga de un motor de inducción trifásico. Con este relé se suministran, junto con un único juego de contactos, los ajustes del valor de referencia del factor de potencia y del retardo en el arranque, así como un selector de carga mínima/máxima. El retardo ajustable en el arranque es una característica útil que evita el disparo del relé mientras el motor está arrancando [7].

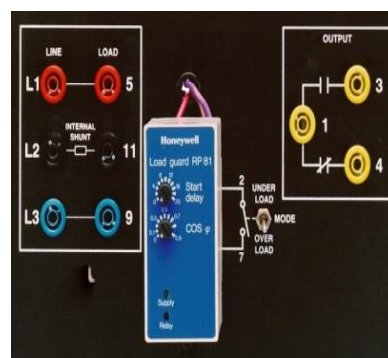


Figura 4. Relé de factor de potencia para motor

Fuente: [7]

3.7.4 Relé trifásico de mínima/máxima tensión 3817-2

Este dispositivo de protección posee dos modos el modo en tensión mínima y el de tensión máxima posee cuatro entradas una para el neutro y tres para las líneas este dispositivo admite un voltaje línea neutro hasta 83 voltios, el 100 por ciento de voltaje es de 69 voltios a partir de este valor se empieza a configurar los rangos en el cual se requiere que el relé actúe además posee perillas regulables una para el modo de máxima tensión que va en el rango del 100 al 125 por ciento y otra para el modo de mínima tensión en el cual se utiliza el rango de 75 al 100 por ciento de la entrada nominal del voltaje. Cuenta además con contactos de salida para cada uno de los modos antes mencionados.

Tras realizar las pruebas con el relé de mínima y máxima tensión se observó que el comportamiento del relé en la configuración de modo máxima tensión presentaba un comportamiento normal hasta los 59 voltios debido a que se cumplía lo programado de tener una máxima tensión hasta los 60 voltios una vez llegado a este valor se observó que el relé mandaba abrir el circuito y proteger el motor. En las pruebas realizadas en la configuración de

tensión mínima se observó que el circuito no trabaja ya que el voltaje no cumplía con lo programado en el relé una vez superado la barrera programada de 59v el mismo cerro el circuito trabajando con normalidad.

El Relé trifásico de mínima/máxima tensión, modelo 3817-2 de Labvolt, es un dispositivo de protección sensible a las condiciones de mínima y máxima tensión que se presentan en los sistemas de potencia trifásicos. Se dispara cuando la tensión de cualquiera de las tres fases sale fuera de los límites ajustados. Este relé se suministra con los ajustes de la tensión de referencia y de la histéresis para las tensiones mínima y máxima junto con dos juegos independientes de contactos: uno para la tensión mínima y otro para la tensión máxima [8].



Figura 5. Relé trifásico de mínima/máxima tensión
Fuente:[8]

En referencia a la tabla 8 muestra los parámetros y valores con sus respectivas características del relé trifásico de mínima/máxima tensión.

Tabla 8. Características del relé trifásico de mínima/máxima tensión

Parámetro	Valor
Tensión nominal de entrada	69 V, línea a neutro
Voltaje máximo de entrada	120% del voltaje de entrada nominal
Rango de punto de ajuste de baja tensión	75% a 100% del voltaje de entrada nominal
Rango de punto de referencia de sobrevoltaje	100% a 125% del voltaje de entrada nominal
Gama de histéresis	1% a 15% del voltaje de entrada nominal
Contactos de salida	2 x SPDT: 0.5 A a 120 V CC; 5 A a 240 V ca

Fuente: [8]

3.7.5 Relé de tensión para ca/cc 3818-1

El funcionamiento de este relé se basa en el nivel de entrada del voltaje teniendo en cuenta que para el estudio se tomó en cuenta la entrada que va de 4 a 60(V) el relé cuenta además con perillas regulables para el nivel de voltaje que se tomara como referencia para la activación y desactivación de este dispositivo además cuenta con dos opciones la de modo máxima tensión y la de mínima tensión las perillas regulables cuentan con una gama de configuración de voltaje del 5 al 100 por ciento siendo 60 el nivel máximo de voltaje y los porcentajes anteriores con una relación a este mismo nivel de tensión. Mediante las pruebas realizadas con este relé se logró observar Para el punto de operación de voltaje de 28 Voltios y el 40% de histéresis, el nivel de voltaje y corriente en cada fase tienen valores normales de operación, el motor funciona en los rangos nominales. En este nivel de voltaje el relé tiene un comportamiento normal.

Para el punto de operación de voltaje de 51 Voltios y el 80% de histéresis, el nivel de voltaje y corriente en cada fase es aproximadamente cero, es decir es despreciable debido a que se tomó un valor fuera del rango de funcionamiento del relé, debido a esto el relé deja de funcionar. Para el punto de operación de voltaje de 62 Voltios y el 100% de histéresis, el nivel de voltaje y corriente en cada fase tiene valores similares al caso anterior, donde el relé se desactiva. Analizando los valores del relé a carga máxima se observa que Para el punto de operación de voltaje de 23 Voltios y el 40% de histéresis, el nivel de voltaje y corriente en cada fase tiene valores normales de operación, el motor funciona en los rangos nominales.

En este nivel de voltaje el relé tiene un comportamiento normal. A partir del voltaje de operación de 26 Voltios y el 80% de histéresis, el nivel de voltaje y corriente en cada fase sigue funcionando. Esto significa que para el escenario de carga máxima el rango de voltaje es menos amplio que en el escenario de carga mínima.

El Relé de tensión para ca/cc, modelo 3818-1 de Labvolt, es un dispositivo de protección sensible a la corriente alterna (ca) o continua (cc). Se puede ajustar para responder a las condiciones de tensión mínima y máxima Este relé se suministra con los ajustes del valor de referencia de la tensión y de la histéresis, así como los selectores de las tensiones cc/ca mínima y máxima, junto con un único juego de contactos [9].



Figura 6. Relé de tensión para ca/cc

Fuente:[9]

En la tabla 9 se muestra los parámetros y valores con sus respectivas características del relé de tensión para corriente alterna/continua, también podemos observar los rangos de medición de voltaje de entrada máximo y los rangos de los puntos ajustables del relé.

Tabla 9. Características del Relé de tensión para ca/cc

Parámetro	Valor
Rangos de medición de voltaje	0.4 a 6 V, 4 a 60 V, 40 a 600 V
Voltaje de entrada máximo	50 V para el rango de 0.4-6 V de 150 V para el rango de 4-60 V de 650 V para el rango de 40-600 V
Rango de punto de ajuste de voltaje	igual que el rango de medición de voltaje seleccionado
Gama de histéresis	5% a 50% del rango de medición de voltaje seleccionado
Contactos de salida	SPDT: 0.5 A a 120 V CC; 8 A a 250 V ca
Fuente Auxiliar	
Voltaje	120 V CA
Carga	2.5 VA

Fuente: [9]

3.8 Cables de conexión (blindado) 8951-d

Este cable de conexión del juego consiste de cables extra flexibles terminados con conectores banana apilamiento de seguridad de 4 mm. Los cables se suministran en longitudes diferentes y están codificados por colores de acuerdo a la longitud [10].

3.9 Los interfaces hombre-máquina (HMI)

Una interfaz de usuario asistida por ordenador, actualmente una interfaz de uso, también conocida como interfaz hombre-máquina (IHM), forma parte del programa informático que se comunica con el usuario, el término interfaz de usuario se define como "todas las partes de un sistema interactivo (software o hardware) que proporcionan la información y el control necesarios para que el usuario lleve a cabo una tarea con el sistema interactivo" [11].

3.10 Interfaz de adquisición de datos 9063

El Labvolt Adquisición de datos y la interfaz (DACI), Modelo 9063, es un USB versátil periférico utilizado para medir, observar y analizar los parámetros eléctricos y mecánicos en los circuitos de potencia y sistemas de electrónica de potencia eléctrica. A estos efectos, un conjunto de instrumentos basados en el ordenador, así como una variedad de funciones. Cada conjunto de instrumentos basados en computadoras y función de visualizar se debe activar en la DACI antes de que pueda ser utilizado. Se accede a estos instrumentos a través de la adquisición de datos Labvolt y Control de Sistemas Electromecánicos software (LVDAC-EMS). El software LVDAC-EMS [12].

Juntos, el software DACI y LVDAC-EMS permiten la capacitación en diversas áreas, como la tecnología de energía eléctrica, máquinas de CA / CC, energía renovable, líneas de transmisión y electrónica de potencia utilizando instrumentos de medición y funciones de control modernos y versátiles [12].



Figura 7. Interfaz de adquisición de datos y de control

Fuente:[12]

3.11 Dinamómetro/Fuente de alimentación de cuatro cuadrantes 8960

El dinamómetro / fuente de alimentación de cuatro cuadrantes es un periférico USB altamente versátil diseñado para ser utilizado en los sistemas de capacitación en tecnología de energía

eléctrica. Hay dos modos de operación disponibles: Dinamómetro y Fuente de alimentación. Una amplia variedad de funciones seleccionables por el usuario está disponible en cada modo de operación. En el modo Dinamómetro, la unidad se convierte en un dinamómetro de cuatro cuadrantes que puede actuar como un freno totalmente configurable (es decir, una carga mecánica) o como un motor primario totalmente configurable (es decir, un motor). En el modo de fuente de alimentación, la unidad se convierte en una fuente de alimentación de cuatro cuadrantes que puede actuar como fuente de voltaje de CC, fuente de corriente CC, fuente de alimentación de CA [13].

En cada modo de operación, se muestran los parámetros clave relacionados con la función seleccionada. La velocidad, el par, la potencia mecánica y la energía se muestran en el modo Dinamómetro, mientras que la tensión, la corriente, la potencia eléctrica y la energía se muestran en el modo Fuente de alimentación. Hay dos modos disponibles para controlar la función que realiza la fuente de alimentación / dinamómetro de cuatro cuadrantes: manual y basada en computadora. En el modo de control manual, el módulo funciona como una unidad independiente, y la función realizada se selecciona, configura y monitorea mediante los controles y la pantalla montados en el panel frontal. Este modo proporciona acceso a todas las funciones básicas [13].



Figura 8. El dinamómetro

Fuente: [13]

3.12 Contactor AF 09

Un contactor es un elemento electromecánico que tiene la capacidad de establecer o interrumpir la corriente eléctrica de una carga, con la posibilidad de ser accionado a distancia mediante la utilización de elementos de comando, los cuales están compuesto por un circuito bobina /

electroimán por la cual circula una menor corriente que la de carga en sí (incluso podría utilizarse baja tensión para el comando). Constructivamente son similares a los relés, y ambos permiten controlar en forma manual o automática, ya sea localmente o a distancia toda clase de circuitos. Pero se diferencian por la misión que cumple cada uno: los relés controlan corrientes de bajo valor como las de circuitos de alarmas visuales o sonoras, alimentación de contactores, etc. y los contactores se utilizan como interruptores electromagnéticos en la conexión y desconexión de circuitos de iluminación y fuerza motriz de elevada tensión y potencia [14].

3.12.1 Criterio para la selección del contactor

Debe tener en cuenta algunas cosas, como las siguientes características:

- El tipo de corriente
- La tensión de alimentación de la bobina
- La frecuencia
- La potencia nominal de carga

4 METODOLOGÍA

4.1 Método documental bibliográfico

Esta propuesta tecnológica utilizara diferentes citas bibliográficas para desarrollar una metodología y evaluar las falencias que posee el módulo de Labvolt 3806-42.

4.2 Tipos de investigación

4.2.1 Investigación aplicada

Mediante esta técnica de investigación se logrará evaluar las falencias que posee del módulo de Labvolt 3806-42, para posteriormente hacer un análisis de los equipos que están en malas condiciones y los que son necesarios para el funcionamiento del mismo.

4.2.2 Investigación descriptiva

Mediante esta técnica permitirá, analizar cada uno de los resultados obtenidos de las tabulaciones de las guías prácticas y de esta manera poder dar a conocer soluciones alternativas que permitan mejorar el módulo de Labvolt 3806-42.

4.2.3 Investigación explicativa

Mediante este tipo de investigación nos permite hacer un análisis cada uno de los resultados obtenidos de las tabulaciones de las guías prácticas.

5 Técnicas e instrumentos

5.1 Observación

Mediante esta técnica se logrará evaluar las falencias que posee del módulo de estudio, para posteriormente hacer un análisis de los equipos que están en malas condiciones y los que son necesarios para el funcionamiento del mismo, la forma mediante la cual se van a registrar los datos son tabulaciones.

5.2 Variables de investigación

Tabla 10. Análisis de las variables

Variable directa	Variable indirecta	Relación
Daños en la interfaz de adquisición de datos.	Una incorrecta medición de los parámetros de voltaje y corriente	Interpretación errónea de los resultados obtenidos.
Voltaje de entrada de los relés que se tomaron en cuenta para estudio.	Configuración de los equipos para que actúen.	Voltajes al que actúa las protecciones.
Transformadores	Numero de vueltas en los devanados.	Voltajes y corrientes de los transformadores
Elaboración de las guías para los estudiantes.	Descripción de los pasos para su desarrollo.	Resultados obtenidos para el análisis.

Fuente: Los autores

6 Parámetros de los transformadores de corriente.

Los parámetros que se desea conseguir para los transformadores de corriente es que tengan una relación de 5:1 con un error de medición de más menos el 5%.

6.1 Cálculo del Transformador de Corriente.

Los transformadores de corriente reducen corrientes de altos valores a corrientes de valor muy bajo y proporcionar una forma conveniente de monitorear de forma segura el flujo de corriente eléctrica.

a) Cálculo de corriente.

Las corrientes primaria y secundaria de un transformador de corriente deben estar normalizadas de acuerdo con cualquiera de las normas nacionales (IRAM) o internacionales en uso (IEC, ANSI). El transformador de corriente que se encuentra instalado en el módulo de Labvolt posee las siguientes características:

Potencia: 5 VA

Relación de Corriente: 100/5 A

I_{primario}: Valor normalizado de 100 A

I_{secundario}: Valor normalizado de 5 A

b) Carga secundaria o prestación:

Es el valor de la impedancia en Ohms, reflejada en el secundario de los transformadores de corriente. Una potencia de precisión de 5 VA para una corriente nominal secundaria de 5 amperes, representa una impedancia de carga de:

$$Z = \frac{S}{I_{\text{secundario}}^2} \quad \text{Ecuación (1)}$$

$$Z = \frac{5 \text{ VA}}{5^2 \text{ A}}$$

$$Z = \frac{5 \text{ VA}}{25 \text{ A}^2}$$

$$Z = 0,2 \Omega$$

La carga se puede expresar también, por los volt - amperes totales y su factor de potencia, obtenidos a un valor especificado de corriente y frecuencia. El valor del factor de potencia normalizado es de 0,9 para los circuitos de medición y de 0,5 para los de protección.

c) Tensión secundaria nominal.

Es la tensión que se levanta en los terminales secundarios del transformador al alimentar éste una carga de veinte veces la corriente secundaria nominal. Si se tiene un transformador con carga nominal de 0,2 ohm, la tensión secundaria generada será de:

$$V_{\text{secundario}} = Z * I_{\text{secundario}} * 20 \text{ veces} \quad \text{Ecuación (2)}$$

$$V_{\text{secundario}} = 0,2 \Omega * 5A * 20 \text{ veces}$$

$$V_{\text{secundario}} = 20 \text{ V}$$

d) Frecuencia nominal.

Valor de la frecuencia en la que serán basadas todas las especificaciones y que será de 60 Hz.

e) Clase de precisión para medición.

La clase de precisión se designa por el error máximo admisible, en por ciento, que el transformador puede introducir en la medición, operando con su corriente nominal primaria y la frecuencia nominal.

En la tabla 11 se indica las precisiones normalizadas para los transformadores de corriente, de acuerdo a la tabla presentada el transformador de corriente utilizado para las prácticas es de clase 1.2 que es para la alimentación a las bobinas de corriente de los equipos de medición y para los relés .

Tabla 11. Rango de Histéresis

Clase	Utilización
0.1	Aparatos para mediciones y calibraciones de laboratorio
0.2 a 0.3	Mediciones de laboratorio y alimentaciones para los kilowatímetros hora de alimentadores de potencia.
0.5 a 0.6	Alimentación para de kilowatímetros hora de facturación en circuitos de distribución e industriales.
1.2	Alimentación a las bobinas de corriente de los aparatos de medición en general, indicadores o registradores y a los relés de las protecciones diferencial, de impedancia y de distancia.
3 a 5	Alimentación a las bobinas de los relés de sobrecorriente.

Fuente: [15]

Los transformadores para medición están diseñados para que el núcleo se sature para valores relativamente bajos de sobrecorriente, protegiendo de esta forma los instrumentos conectados al secundario del transformador.

f) Cálculo del número de espiras.

A diferencia de un transformador de voltaje o de potencia un transformador de corriente consiste de una o solo algunas vueltas en su devanado primario. Este devanado primario puede ser de una sola vuelta de una bobina hecha de un alambre de alta resistencia enrollado alrededor de un núcleo o solo un conductor o barra solida colocada a través de un hueco central.

Espiras en el primario= 1vuelta

Se calcula el número de espiras en el secundario, a partir de la relación de la corriente, 100 A en el primario y 5A en el secundario.

$$\frac{N_P}{N_S} = \frac{I_S}{I_P} \qquad \text{Ecuación (3)}$$

Dónde:

N_P : Enrollamiento primario

N_S : Enrollamiento secundario

I_S : Corriente del secundario

I_P : Corriente del primario

$$\frac{1}{N_S} = \frac{5}{100}$$

$$100=5 N_S$$

$$N_S = \frac{100}{5}$$

$$N_S=20$$

Para obtener los 5A, se necesitan 20 vueltas en el secundario (núcleo). Para la alimentación de los relés se necesitan de 1 A en la salida, por lo tanto, se calcula el número de espiras que se necesita para obtener el 1 A.

Relación de corriente: 5/1 A

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{I_s}{I_p}$$

Ecuación (4)

$$\frac{1}{N_s} = \frac{1}{5}$$

$$5 = 1N_s$$

$$N_s = \frac{5}{1}$$

$$N_s = 5$$

Para obtener el 1 A en el lado secundario se necesita de 5 espiras.

Tabla 12. Transformadores de corriente

Transformadores de corriente		
Numero de vueltas	Amperaje calculado	Amperaje medido
500	100 (A)	100(A)
300	60 (A)	60.8(A)
100	20(A)	20.59(A)
50	10 (A)	10.73(A)
25	5 (A)	5.45(A)
10	2 (A)	2.15(A)
5	1(A)	1.05(A)

Fuente: Los autores

6.2 Cálculo del Transformador de Voltaje

El transformador utilizado para la realización de las prácticas tiene las siguientes características:

$$P = 50 \text{ W}$$

$$V_p = 110 \text{ V}$$

$$V_s = 220 \text{ V}$$

Para el correcto dimensionamiento del transformador de voltaje se debe cumplir con ciertos parámetros que se especifican a continuación:

a. Área del Núcleo

$$A = k(\sqrt{\text{Potencia}})$$

Ecuación (5)

Dónde:

A= área del núcleo

k= 0.8 si el núcleo es fino y 1.2 si el núcleo es de inferior calidad. Por lo general tomamos 1 como valor de constante,

$$A=1(\sqrt{50 W})$$

$$A=7,07\text{cm}^2$$

b. Relación de vueltas

Para calcular el número de vueltas por voltio utilizamos esta fórmula empírica

$$\text{Relación de vueltas (espiras) por voltio}=A*0.02112 \quad \text{Ecuación (6)}$$

Donde:

A= área del núcleo, el 0.02112 es una constante considerada para el cálculo del número de espiras.

$$\text{Relación de vueltas (espiras) por voltio}=7.07 *0.02112$$

$$\text{Relación de vueltas (espiras) por voltio}= 0.14$$

El voltaje deseado para cada lado de transformador se dividirá por la relación de espiras. El resultado es el número de vueltas o espiras para el voltaje en cada lado.

$$\text{Número de espiras} = \frac{\text{Voltaje en cada lado}}{\text{Relación de vueltas por voltio}} \quad \text{Ecuación (7)}$$

Lado Primario:

$$V_p= 110 \text{ V}$$

$$\text{Número de espiras} = \frac{110 \text{ V}}{0.14}$$

$$\text{Número de espiras} =785 \text{ vueltas}$$

Lado Secundario:

$$V_p= 220 \text{ V}$$

$$\text{Número de espiras} = \frac{220 \text{ V}}{0.14}$$

$$\text{Número de espiras} =1751 \text{ vueltas}$$

c. Cálculo de las corrientes del lado primario y del secundario.

Se conoce que la potencia es de 50 W, se puede calcular la corriente máxima presente en ambos lados para dicha potencia, para esto se indica la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{V} \quad \text{Ecuación (8)}$$

Donde:

P= Potencia del transformador

V= Voltaje de acuerdo a cada lado de transformación

Corriente en el primario

$$I_p = \frac{50W}{110V}$$

$$I_p = 0.454A$$

Corriente en el secundario

$$I_s = \frac{50W}{220V}$$

$$I_s = 0.454A$$

Después de realizar el cálculo de las corrientes para el lado primario y del lado secundario, se procede a seleccionar el calibre del conductor mediante el uso de la tabla de equivalencias de conductores AWG.

De acuerdo a la tabla de conductores se realiza la selección de los conductores para cada lado, de acuerdo a la corriente admisible:

- Para una corriente de primario de 0,454 A se selecciona el calibre #25 por su capacidad.
- Para una corriente de secundario de 0,22 A se selecciona el calibre #30 por su capacidad.

d. Cálculo de la resistencia para cada lado respectivo del transformador.

Se realiza el cálculo de la resistencia para el lado primario y para el lado secundario, utilizando la formula descrita a continuación:

$$R = \frac{V}{I} \quad \text{Ecuación (9)}$$

Donde:

V= Voltaje de alimentación del transformador de acuerdo al lado de transformación, primario y secundario

I= Corriente calculada de acuerdo al lado de transformación

Lado Primario:

$$R_p = \frac{V_p}{I_p}$$

$$R_p = \frac{110V}{0,45A}$$

$$R_p = 244\Omega$$

Lado Secundario:

$$R_p = \frac{V_s}{I_s}$$

$$R_p = \frac{220V}{0,22A}$$

$$R_p = 1000 \Omega$$

e. Cálculo de las Pérdidas de Potencia del lado Primario y del lado secundario

El transformador tiene una potencia de 50 W, tanto para el lado primario y el lado secundario se debe calcular las pérdidas que se producen, el transformador no es ideal. Para calcular las pérdidas se aplica la siguiente fórmula:

$$P_{p\acute{e}rdidas} = I^2 \times R \qquad \qquad \qquad \text{Ecuación (10)}$$

Donde:

P_{pérdidas}= Potencia de pérdidas del transformador.

I= Corriente del transformador a cada lado de transformación.

P= Resistencia de acuerdo a cada lado de transformación.

Lado Primario:

Esta es la potencia con la que se alimenta en el lado primario, tomando en cuenta las pérdidas.

$$P_p = I_p^2 \times R_p$$

$$P_p = (0,45)^2 A \times 244 \Omega$$

$$P_p = 50,40 \text{ w}$$

Lado Secundario:

Esta es la potencia con la que se alimenta en el lado secundario, tomando en cuenta las pérdidas. se puede observar que la potencia es menor a la nominal debido a las pérdidas.

$$P_s = I_s^2 \times R_s$$

$$P_s = (0,22)^2 A \times 1000 \Omega$$

$$P_s = 48,4 \text{ W}$$

Potencia Total de Pérdidas:

Para calcular la potencia total de pérdidas, se debe restar la potencia del lado primario, con el lado secundario. Se utiliza la siguiente fórmula:

$$P_{tp} = P_p - P_s$$

Ecuación (11)

Donde:

P_{tp}= Potencia total de pérdidas

P_p= Potencia de pérdidas primario

P_s = Potencia de pérdidas secundario

$$P_{tp} = 50,40 \text{ w} - 48,4 \text{ w}$$

$$P_{tp} = 2 \text{ w}$$

En la tabla 13 se registran los valores del transformador de tensión

Tabla 13. Transformadores de tensión

Transformadores de tensión					
Lado primario		Lado secundario		I(A) en el primario	I(A) en el secundario
Voltaje	# de espiras	Voltaje	# de espiras	0,454(A)	0,227(A)
110(V)	785	220(V)	1751		

Fuente: Los autores

7 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Una vez realizada la instalación del software de adquisición de datos del módulo de protecciones de Labvolt, se procede a realizar diversas prácticas que permitan observar y analizar el comportamiento de los parámetros eléctricos, corriente y voltaje ante la respuesta de los relés de protección.

7.1 Relé trifásico de mínima y máxima tensión.

Para la realización de esta práctica se debe entender el funcionamiento de los relés de mínima y máxima tensión. El relé de mínima tensión se acciona cuando la tensión cae por debajo de un valor determinado, mientras que el relé de máxima tensión se acciona cuando la tensión exceda de valor de referencia.

El relé de salida permanecerá conectado, mientras la tensión medida este comprendida entre los valores ajustados en los potenciómetros de mínima (MIN) y de máxima (MAX).

a) Relé de mínima tensión.

El funcionamiento del relé de mínima tensión, consiste si la tensión medida desciende del valor de mínima (MIN) ajustado, donde el relé se dispara y deja de funcionar, el relé permanece así hasta que la tensión vuelva a encontrarse en los rangos del valor configurado, en el que el dispositivo volverá a conectarse de nuevo.

b) Relé de máxima tensión.

El funcionamiento del relé de máxima tensión, consiste si la tensión medida sobrepasa el valor de máxima (MAX) ajustado, donde el relé se dispara y deja de funcionar, el relé permanece así hasta que la tensión descienda por debajo del valor de máxima (MAX) ajustado, en que el relé volverá a conectarse de nuevo.

7.1.1 Relé trifásico de máxima tensión al 100 % modo máximo

Para la realización de las pruebas del relé de máxima tensión, se toman como referencia valores de voltajes que se encuentran dentro de los rangos establecidos para cada escenario.

Mediante las pruebas realizadas se puede observar un rango de operación normal hasta los 68 voltios una vez que se sobrepasa este voltaje el relé manda abrir el circuito protegiendo el motor. En la tabla 14 se registran datos por línea de corriente y voltaje.

Tabla 14. Relé trifásico de máxima tensión al 100%

Puntos de referencia	Voltaje de operación (V)	Voltaje L1(V)	Voltaje L2(V)	Voltaje L3(V)	Corriente L1(A)	Corriente L2(A)	Corriente L3(A)
1	64	63,49	64,97	65,84	0,312	0,365	0,342
2	65	64,44	65,8	66,8	0,318	0,365	0,348
3	66	65,94	67,28	68,54	0,321	0,37	0,357
4	67	66,66	67,95	69,0	0,329	0,375	0,353
5	67	66,69	67,95	68,87	0,33	0,374	0,354
6	68	0,608	0,503	0,508	0,008	0,007	0,007

Fuente: Los autores

En la figura 9 se indica el diagrama del relé de trifásico de máxima tensión con una configuración al cien por ciento del voltaje admitido por el relé.

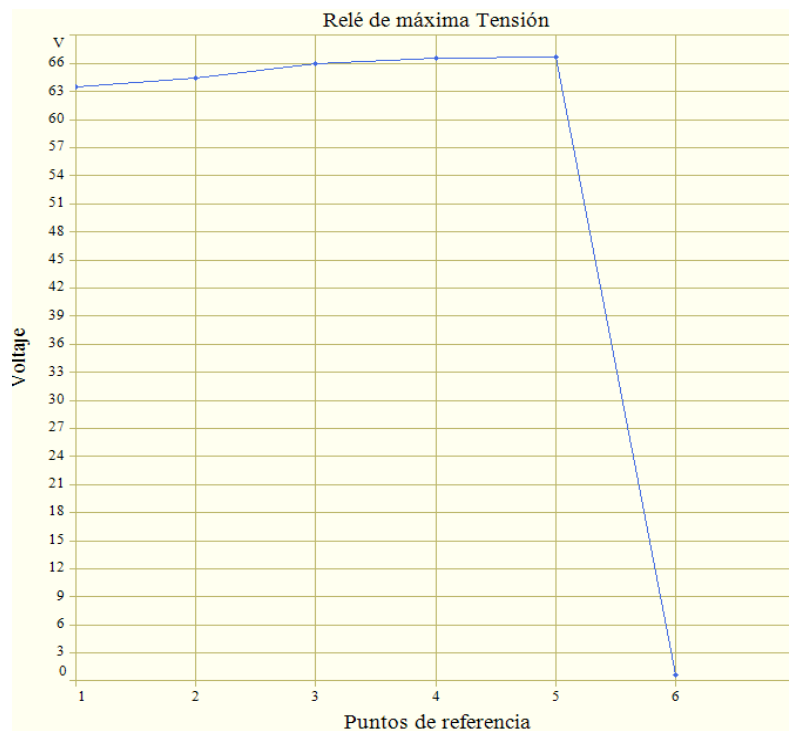


Figura 9. Relé de máxima tensión

Fuente: los autores

7.1.2 Relé trifásico de mínima y máxima tensión al 105%

Al realizar las pruebas a esta configuración se observa que el voltaje admitido por el relé hasta antes de abrir el circuito se ha incrementado a 71 voltios cuando ingresa más voltaje el relé abre el circuito. En la tabla 15 se registran datos por línea de corriente y voltaje.

Tabla 15. Relé trifásico de máxima tensión al 105%

Puntos de referencia	Voltaje de operación (V)	Voltaje L1(V)	Voltaje L2(V)	Voltaje L3(V)	Corriente L1(A)	Corriente L2(A)	Corriente L3(A)
1	68	68,72	69,9	70,81	0,344	0,384	0,368
2	69	68,14	69,45	70,44	0,341	0,384	0,365
3	70	69,69	71,01	72,02	0,35	0,392	0,37
4	71	69,97	71,09	72,36	0,352	0,387	0,373
5	72	0,684	0,666	0,672	0,008	0,007	0,007

Fuente: Los autores

En la figura 10 se indica el diagrama del relé de trifásico de máxima tensión seteado al 105% actúa abriendo el circuito y protegiendo la integridad del motor.

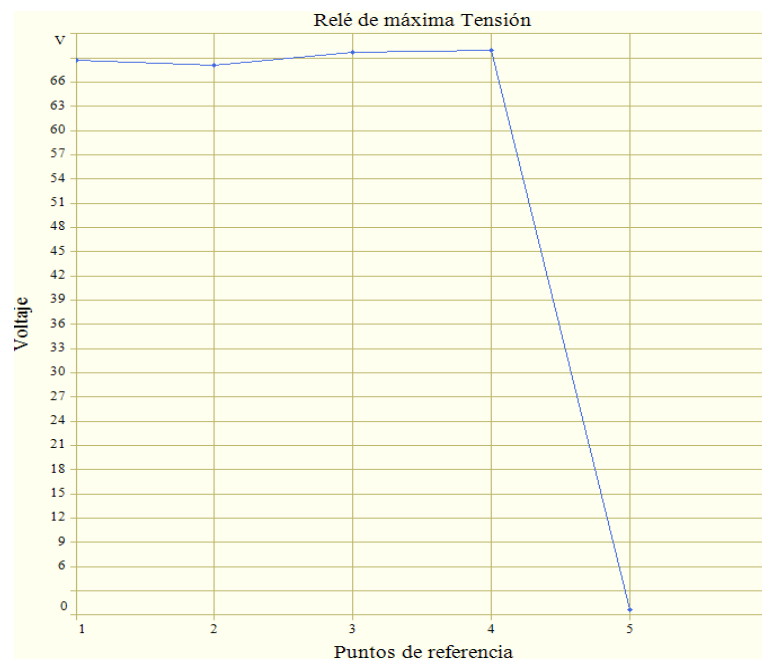


Figura 10. Relé de máxima tensión al 105 %

Fuente: los autores

7.1.3 Relé trifásico de máxima tensión al 115%

En esta configuración se puede observar que el voltaje máximo que admite el relé es de 78 voltios cuando se supera este margen de voltaje el relé desconecta el circuito. En la tabla 16 se registran datos por línea de corriente y voltaje.

Tabla 16. Relé trifásico de máxima tensión al 115%

Puntos de referencia	Voltaje de operación (V)	Voltaje L1(V)	Voltaje L2(V)	Voltaje L3(V)	Corriente L1(A)	Corriente L2(A)	Corriente L3(A)
1	71	71,46	72,46	73,35	0,351	0,397	0,377
2	72	72,30	72,87	73,83	0,355	0,398	0,379
3	73	73,25	73,47	74,64	0,36	0,397	0,386
4	74	74,10	75,05	75,55	0,373	0,408	0,382
5	78	78,75	79,0	79,96	0,4	0,422	0,406
6	79	0,8	0,8	0,803	0,008	0,007	0,007

Fuente: Los autores

En la figura 11 se indica el diagrama del relé de trifásico de máxima tensión seteado al 115%

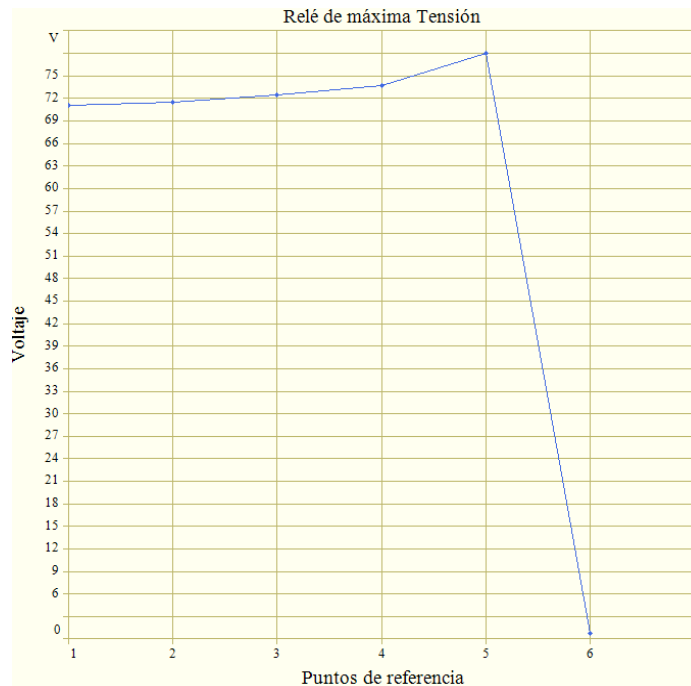


Figura 11. Relé de máxima tensión al 115%

Fuente: los autores

7.1.4 Relé trifásico de máxima tensión al 125%

Para la realización de las pruebas del relé de máxima tensión, seteado al 125% se toman como referencia el máximo voltaje admisible del relé que en este caso es de 84 voltios cuando se supera esta barrera el relé desconecta el circuito. En la tabla 17 se registran datos por línea de corriente y voltaje.

Tabla 17. Relé trifásico de máxima tensión al 125%

Puntos de referencia	Voltaje de operación (V)	Voltaje L1(V)	Voltaje L2(V)	Voltaje L3(V)	Corriente L1(A)	Corriente L2(A)	Corriente L3(A)
1	81	80,15	81,36	82,52	0,409	0,441	0,42
2	82	80,6	81,59	83,02	0,408	0,437	0,427
3	83	81,91	82,8	84,04	0,42	0,442	0,43
4	84	83,34	84,64	85,82	0,423	0,457	0,435
5	85	1,759	1,907	1,612	0,008	0,007	0,007

Fuente: Los autores

En la figura 12 se indica el diagrama del relé de trifásico de máxima tensión hasta su voltaje máximo admisible.

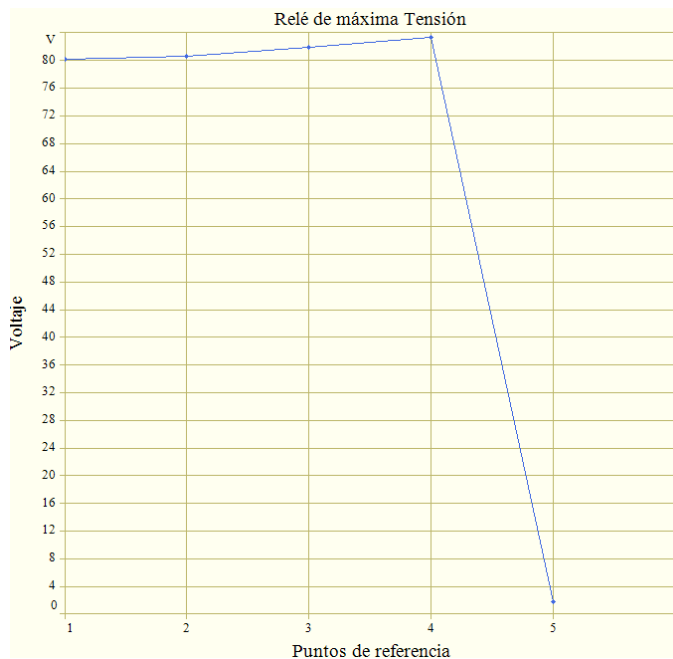


Figura 12. Relé de máxima tensión al 125%

Fuente: los autores

7.1.5 Relé trifásico de mínima tensión al 75%

Para la realización de las pruebas del relé trifásico de mínima y máxima tensión en el modo mínima, se toma como valor inicial el 75% del voltaje nominal de entrada del relé se puede visualizar que hasta los 50 voltios el relé no cierra el circuito una vez se supera este voltaje el funcionamiento se normaliza. En la tabla 18 se registran datos por línea de corriente y voltaje.

Tabla 18. Relé trifásico de mínima tensión al 75%

Voltaje de operación (V)	Voltaje L1(V)	Voltaje L2(V)	Voltaje L3(V)	Corriente L1(A)	Corriente L2(A)	Corriente L3(A)
45	0,731	0,654	0,643	0,008	0,007	0,007
47	0,574	0,478	0,468	0,008	0,007	0,007
50	0,582	0,479	0,477	0,008	0,007	0,007
51	51,33	52,11	53,06	0,269	0,317	0,304
53	53,11	54,1	55,18	0,268	0,325	0,312
55	55,15	56,32	57,2	0,273	0,336	0,313

Fuente: Los autores

En la figura 13 se indica el diagrama del relé de trifásico de mínima tensión seteado al 75%.

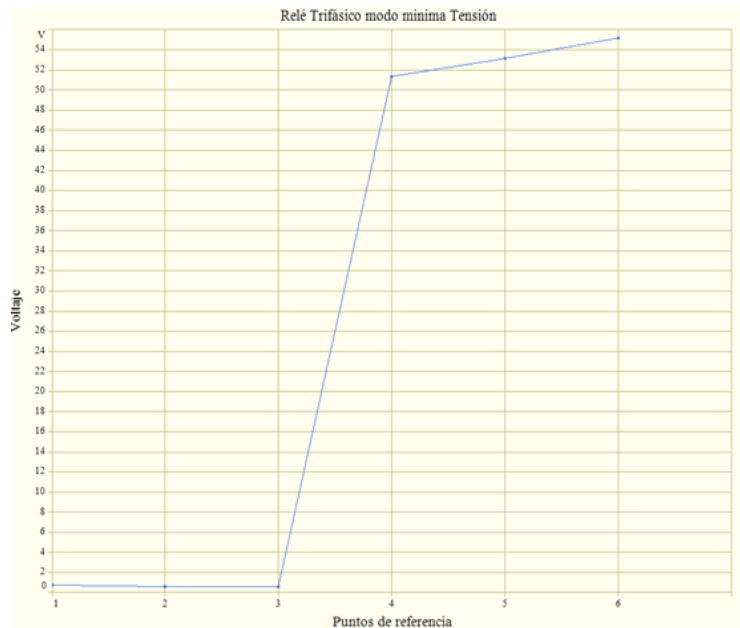


Figura 13. Relé de mínima tensión al 75%

Fuente: los autores

7.1.6 Relé trifásico de mínima tensión al 80%

En la realización de pruebas con el relé en la configuración del 80% se observa que el mínimo voltaje para que funcione el circuito aumento de 52 voltios a 55 voltios voltaje en el cual el circuito se cierra. En la tabla 19 se registran datos por línea de corriente y voltaje.

Tabla 19. Relé trifásico de mínima tensión al 80%

Puntos de referencia	Voltaje de operación (V)	Voltaje L1(V)	Voltaje L2(V)	Voltaje L3(V)	Corriente L1(A)	Corriente L2(A)	Corriente L3(A)
1	50	0,587	0,49	0,473	0,008	0,007	0,007
2	52	0,581	0,488	0,475	0,008	0,007	0,007
3	53	0,595	0,478	0,486	0,008	0,007	0,007
4	55	55,19	56,16	57,21	0,275	0,333	0,324
5	57	56,6	57,38	58,73	0,28	0,334	0,328
6	60	59,16	59,99	61,04	0,295	0,344	0,329

Fuente: Los autores

En la figura 14 se indica el diagrama del relé de trifásico de mínima tensión seteado al 80%.

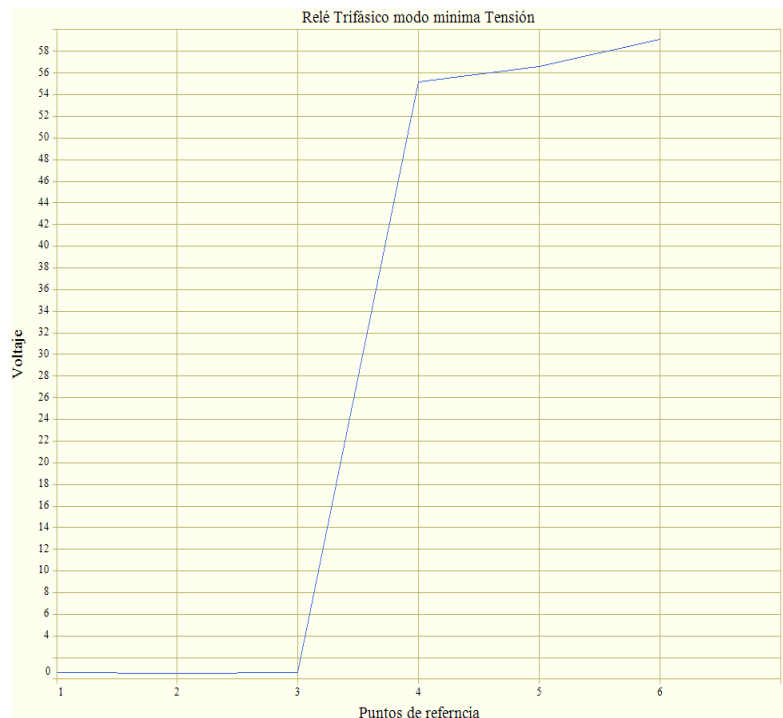


Figura 14. Relé trifásico de mínima tensión al 80%

Fuente: los autores

7.1.7 Relé trifásico de mínima tensión al 90%

En la realización de las pruebas del relé de mínima, seteado al 90% el voltaje para accionar el circuito es de 63 voltios. En la tabla 20 se registran datos por línea de corriente y voltaje.

Tabla 20. Relé trifásico de mínima tensión al 90%

Puntos de referencia	Voltaje de operación (V)	Voltaje L1(V)	Voltaje L2(V)	Voltaje L3(V)	Corriente L1(A)	Corriente L2(A)	Corriente L3(A)
1	60	0,596	0,496	0,493	0,008	0,007	0,007
2	61	0,598	0,508	0,48	0,008	0,007	0,007
3	62	0,596	0,497	0,49	0,008	0,007	0,007
4	63	63,17	64,55	65,35	0,323	0,368	0,346
5	65	64,54	65,76	66,38	0,329	0,373	0,347
6	67	67,06	68,2	69,12	0,34	0,379	0,36

Fuente: Los autores

En la figura 15 se indica el diagrama del relé de trifásico de máxima tensión seteado al 90%.

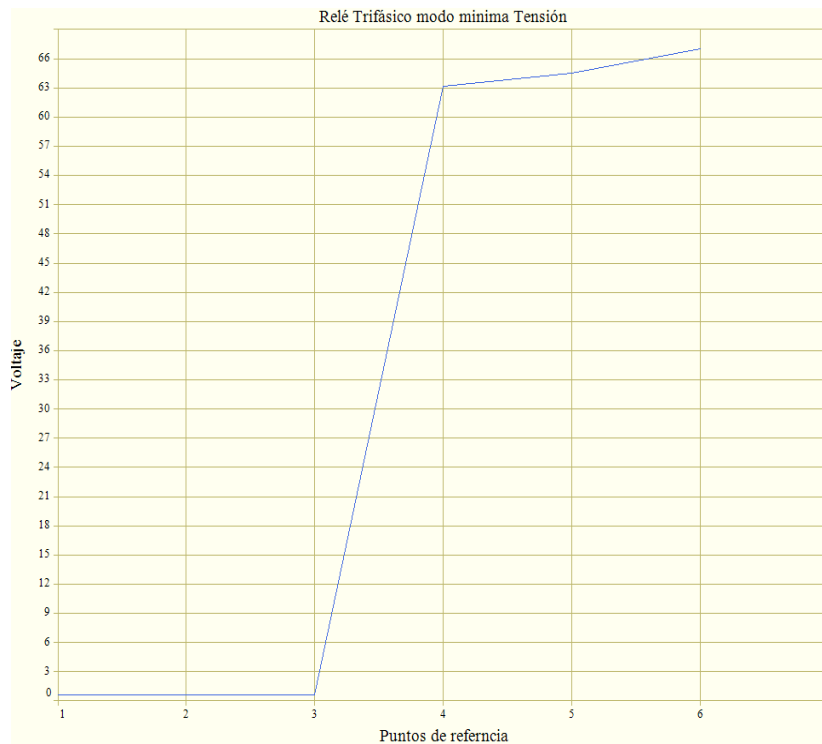


Figura 15. Relé trifásico de mínima tensión al 90%

Fuente: los autores

7.1.8 Relé trifásico de mínima tensión al 95%

Mediante el análisis de resultados de esta prueba se observa que el relé cierra el circuito a los 67 voltios mediante el porcentaje de configuración se acerca más al límite admisible el mínimo voltaje de operación continua subiendo. La tabla 21 se registra datos por línea de corriente y voltaje.

Tabla 21. Relé trifásico de mínima tensión al 95%

Puntos de referencia	Voltaje de operación (V)	Voltaje L1(V)	Voltaje L2(V)	Voltaje L3(V)	Corriente L1(A)	Corriente L2(A)	Corriente L3(A)
1	65	0,612	0,52	0,506	0,008	0,007	0,007
2	66	0,603	0,498	0,496	0,008	0,007	0,007
3	67	65,98	67,5	68,41	0,326	0,381	0,358
4	68	67,99	69,35	70,11	0,338	0,386	0,362

Fuente: Los autores

En la figura 16 se visualiza el diagrama cuando el relé de mínima tensión seteado al 95%.

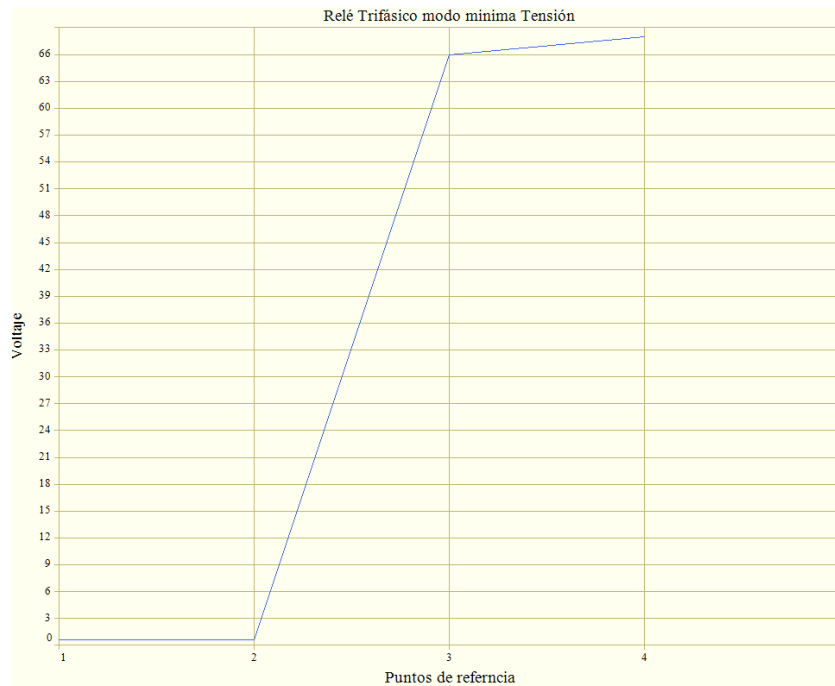


Figura 16. Relé trifásico de mínima tensión al 90%

Fuente: los autores

7.1.9 Relé trifásico de mínima tensión al 100%

Estos resultados toman como referencia para la activación del relé el 100% de la entrada nominal del mismo siendo mínimo voltaje admitido para funcionar 69 voltios. En la tabla 22 se registran datos por línea de corriente y voltaje. La tabla 22 se registra datos por línea de corriente y voltaje.

Tabla 22. Relé trifásico de mínima tensión al 100%

Puntos de referencia	Voltaje de operación (V)	Voltaje L1(V)	Voltaje L2(V)	Voltaje L3(V)	Corriente L1(A)	Corriente L2(A)	Corriente L3(A)
1	65	0,598	0,491	0,495	0,008	0,007	0,007
2	66	0,597	0,486	0,591	0,008	0,007	0,007
3	67	0,594	0,5	0,5	0,008	0,007	0,007
4	68	0,589	0,484	0,493	0,008	0,007	0,007
5	69	69,33	70,66	71,47	0,351	0,388	0,364
6	71	70,63	71,96	72,68	0,356	0,395	0,369
7	73	72,69	74,25	74,76	0,365	0,407	0,379

Fuente: Los autores

En la figura 17 se indica el diagrama del relé de trifásico de mínima tensión seteado al 100%.

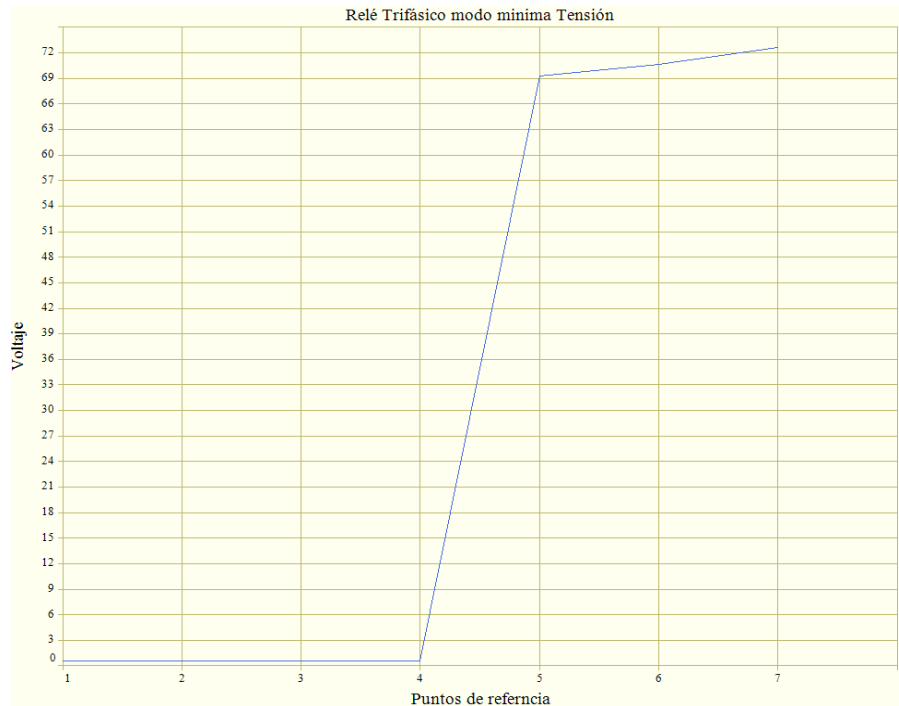


Figura 17. Relé trifásico de mínima tensión al 100%

Fuente: los autores

7.2 Relé de tensión para corriente alterna.

El relé sensible al voltaje de CA/CC, es un relé sensible a la corriente alterna (CA) o la corriente continua (CC), otra de las características para este relé es que cuenta con una fase de la red. El relé se puede configurar para responder a condiciones de subtensión o sobretensión, es decir que tiene el relé de salida permanecerá conectado, mientras la tensión medida este comprendida entre los valores ajustados en los potenciómetros de mínima (MIN) y de máxima (MAX). Por lo tanto el análisis del estado y comportamiento del relé se lo hace en dos escenarios:

- Carga mínima
- Carga máxima

Dicho relé posee un punto de ajuste de voltaje, de histéresis, de selección de corriente alterna y continua y subtensión/sobretensión, todas estas opciones se proporcionan con un solo conjunto de contactos. En la tabla 23 se señala el rango de histéresis establecidos para el relé de voltaje AC/DC, para el módulo de protección de Labvolt.

Tabla 23. Rango de Histéresis

Parámetro	Rango
Rango de Histéresis	Se establece diferentes rangos de histéresis para cada prueba realizada.

Fuente: Los autores

Para ejecutar las prácticas para el estudio del comportamiento del relé de voltaje AC/DC, se debe establecer los puntos de ajustes del voltaje y el porcentaje de calibración para la histéresis, posteriormente se analiza el comportamiento de los parámetros eléctricos para estos valores de ajuste establecidos.

7.2.1 Relé de máxima tensión para CA con histéresis de 5% y voltaje al 40 %

En esta prueba se observa el comportamiento del relé con una configuración de histéresis al 5% y el 40 % del voltaje admitido se puede observar que el máximo voltaje admitido por el relé es de 24 voltios una vez que se supera este valor el relé envía la orden de abrir el circuito. En la tabla 24 se registran datos por línea de corriente y voltaje.

Tabla 24. Relé de tensión para CA con histéresis 5% al 40 % de voltaje.

Puntos de referencia	Voltaje de operación (V)	Voltaje L1(V)	Voltaje L2(V)	Voltaje L3(V)	Corriente L1(A)	Corriente L2(A)	Corriente L3(A)
1	14	0,595	0,504	0,661	0,008	0,007	0,007
2	17	16,95	17,34	17,55	0,316	0,352	0,356
3	20	20,81	21,16	21,528	0,479	0,512	0,518
4	24	24,55	25,1	26,55	0,582	0,63	0,643
5	25	0,594	0,498	0,668	0,008	0,007	0,007

Fuente: Los autores

En la figura 18 se indica el diagrama del relé CA con máxima tensión a una histéresis 5% y al 40 % de voltaje.

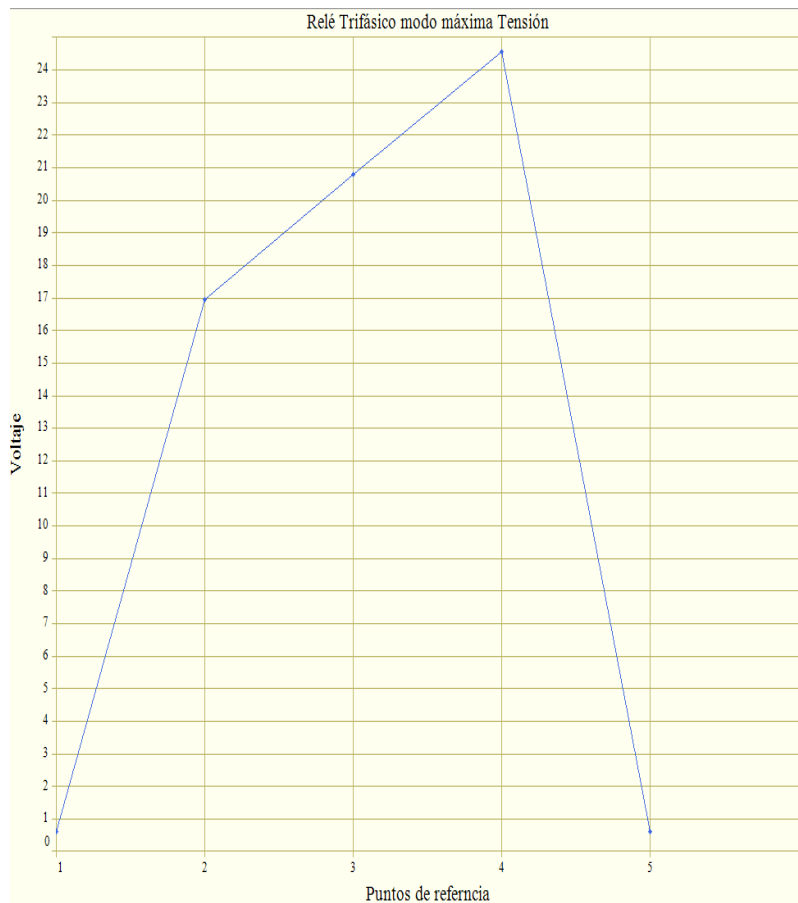


Figura 18. Relé de tensión para CA con histéresis 5% al 40 % de voltaje

Fuente: los autores

7.2.2 Relé de máxima tensión para CA con histéresis de 5% al 80 % de voltaje

Luego de realizar el análisis se observa que al variar el rango de voltaje en el relé el máximo admisible aumenta hasta 48 voltios. En la tabla 25 se registran datos por línea de corriente y voltaje.

Tabla 25. Relé de tensión para CA con histéresis de 5% al 80% de voltaje

Puntos de referencia	Voltaje de operación (V)	Voltaje L1(V)	Voltaje L2(V)	Voltaje L3(V)	Corriente L1(A)	Corriente L2(A)	Corriente L3(A)
1	25	24,69	25,27	25,30	0,332	0,38	0,391
2	28	27,94	28,52	27,536	0,272	0,321	0,321
3	35	35,33	36,38	36,544	0,227	0,29	0,271
4	40	40,39	41,44	41,547	0,223	0,285	0,272
5	45	44,55	45,66	45,556	0,234	0,296	0,274
6	47	46,59	47,48	48,1	0,239	0,297	0,274
7	48	48,14	49,19	49,75	0,246	0,299	0,279
8	49	0,698	0,608	0,612	0,008	0,007	0,007

Fuente: Los autores

En la figura 19 se indica el diagrama del relé CA con máxima tensión a una histéresis 5% y al 80 % de voltaje.

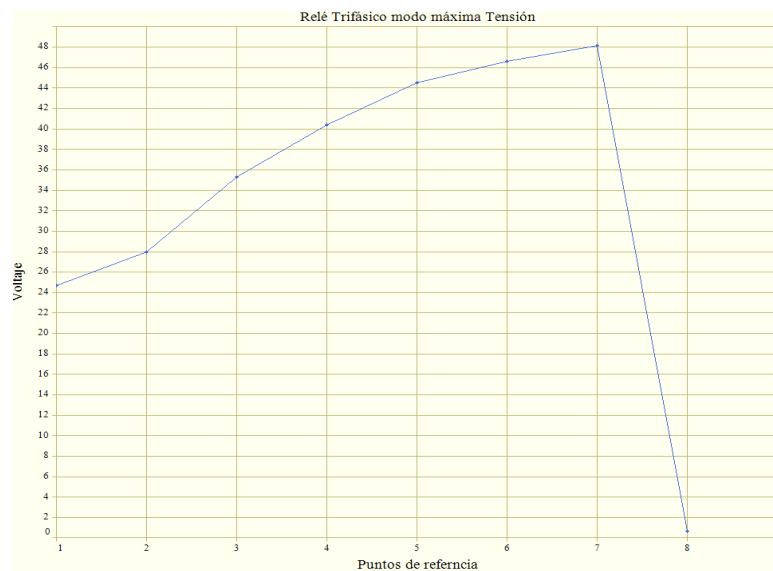


Figura 19. Relé de tensión para CA con histéresis de 5% al 80% de voltaje

Fuente: Los autores

7.2.3 Relé de máxima tensión para CA con histéresis 5% al 100 % de voltaje

Se puede observar que en la configuración al 100% de voltaje el máximo admisible que permite el relé es de 63 voltios. En la tabla 26 se registran datos por línea de corriente y voltaje.

Tabla 26. Relé de tensión para CA con histéresis de 5% al 100 %

Puntos de referencia	Voltaje de operación (V)	Voltaje L1(V)	Voltaje L2(V)	Voltaje L3(V)	Corriente L1(A)	Corriente L2(A)	Corriente L3(A)
1	49	49,3	50,21	51,19	0,245	0,303	0,293
2	55	55,44	56,37	57,26	0,273	0,325	0,308
3	60	60,18	61,22	61,98	0,294	0,347	0,324
4	63	62,5	63,9	64,57	0,308	0,358	0,333
5	64	0,853	0,797	0,791	0,008	0,007	0,007

Fuente: Los autores

En la figura 20 se indica el diagrama del relé CA con máxima tensión a una histéresis 5% y al 100 % de voltaje.

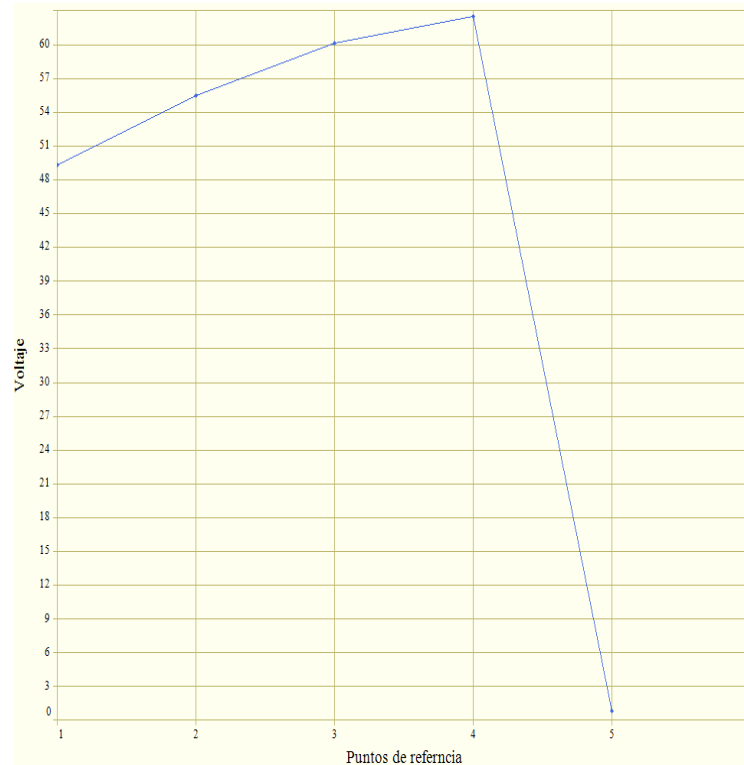


Figura 20. Relé de tensión para CA con histéresis 5% al 100 % de voltaje

Fuente: Los autores

7.3 Relé de tensión para CA máxima tensión histéresis 50% al 40 % de voltaje

En este análisis con histéresis al 50 % se observa que el voltaje máximo admisible es de 25 voltios. En la tabla 27 se registran datos por línea de corriente y voltaje.

Tabla 27. Relé de tensión para CA con histéresis de 50% al 40 % de voltaje

Puntos de referencia	Voltaje de operación (V)	Voltaje L1(V)	Voltaje L2(V)	Voltaje L3(V)	Corriente L1(A)	Corriente L2(A)	Corriente L3(A)
1	25	25,31	25,56	26,43	0,291	0,326	0,342
2	25	25,06	25,42	26,2	0,591	0,633	0,65
3	26	0,61	0,501	0,494	0,008	0,007	0,007

Fuente: Los autores

En la figura 21 se indica el diagrama del relé CA con máxima tensión a una histéresis 50% y al 40 % de voltaje.

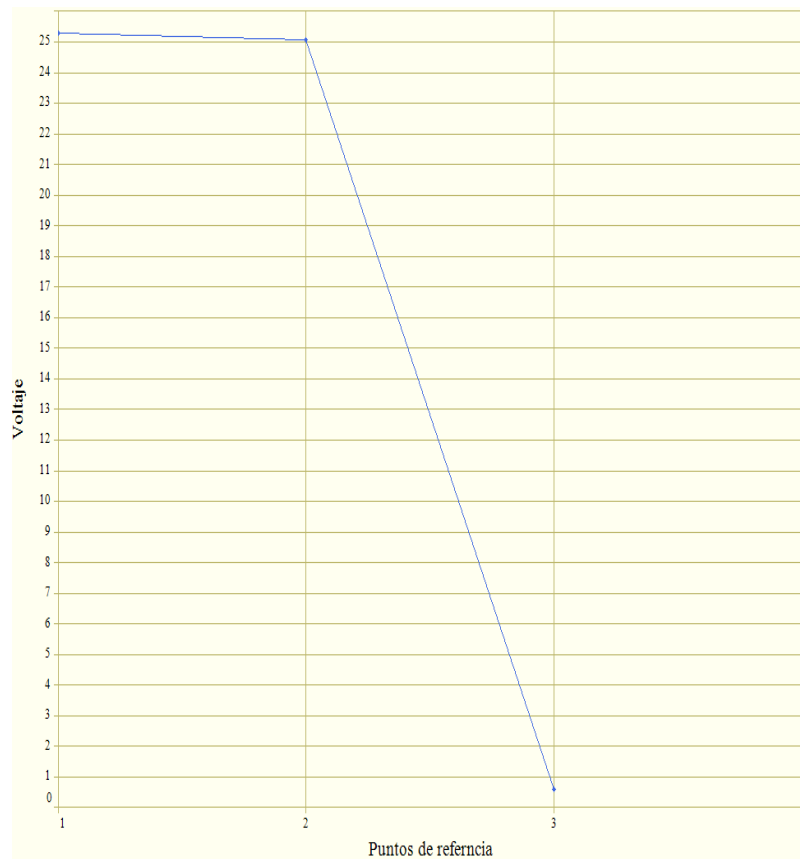


Figura 21. Relé de tensión para CA con histéresis de 50% al 40 % de voltaje

Fuente: Los autores

7.3.1 Relé de tensión para CA máxima tensión histéresis 50% al 80 % de voltaje

En este análisis se muestra que el voltaje máximo admisible que admite el relé es de 48 voltios. En la tabla 28 se registran datos por línea de corriente y voltaje.

Tabla 28. Relé de tensión para CA con histéresis 50% al 80 % de voltaje

Puntos de referencia	Voltaje de operación (V)	Voltaje L1(V)	Voltaje L2(V)	Voltaje L3(V)	Corriente L1(A)	Corriente L2(A)	Corriente L3(A)
1	46	45,99	46,85	47,83	0,236	0,292	0,286
2	47	46,83	47,75	48,52	0,242	0,295	0,28
3	48	48,12	49,1	49,9	0,245	0,3	0,283
4	50	0,701	0,701	0,701	0,008	0,007	0,007

Fuente: Los autores

En la figura 22 se indica el diagrama del relé CA con máxima tensión a una histéresis 50% y al 40 % de voltaje.

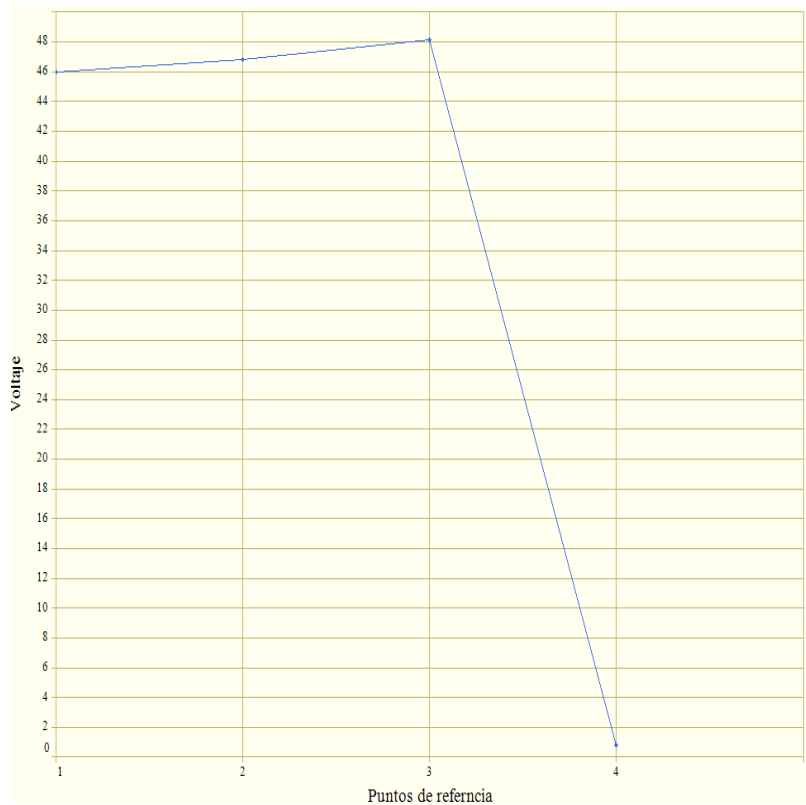


Figura 22. Relé de tensión para CA con histéresis 50% al 80 % de voltaje

Fuente: Los autores

7.4 Relé de tensión para CA máxima tensión histéresis 50% al 100 % de voltaje

En esta configuración se muestra que el voltaje máximo permitido por el relé es de 63 voltios. En la tabla 29 se registran datos por línea de corriente y voltaje.

Tabla 29. Relé de tensión para CA con histéresis 50% al 100 % de voltaje

Puntos de referencia	Voltaje de operación (V)	Voltaje L1(V)	Voltaje L2(V)	Voltaje L3(V)	Corriente L1(A)	Corriente L2(A)	Corriente L3(A)
1	60	59,19	60,37	61,3	0,289	0,349	0,325
2	61	60,52	61,85	62,64	0,295	0,354	0,329
3	62	61,73	63,36	64,222	0,302	0,359	0,335
4	63	63,01	64,39	65,15	0,313	0,358	0,338
5	64	0,899	0,844	0,835	0,008	0,007	0,007

Fuente: Los autores

En la figura 23 se indica el diagrama del relé CA con máxima tensión a una histéresis 50% y al 100 % de voltaje.

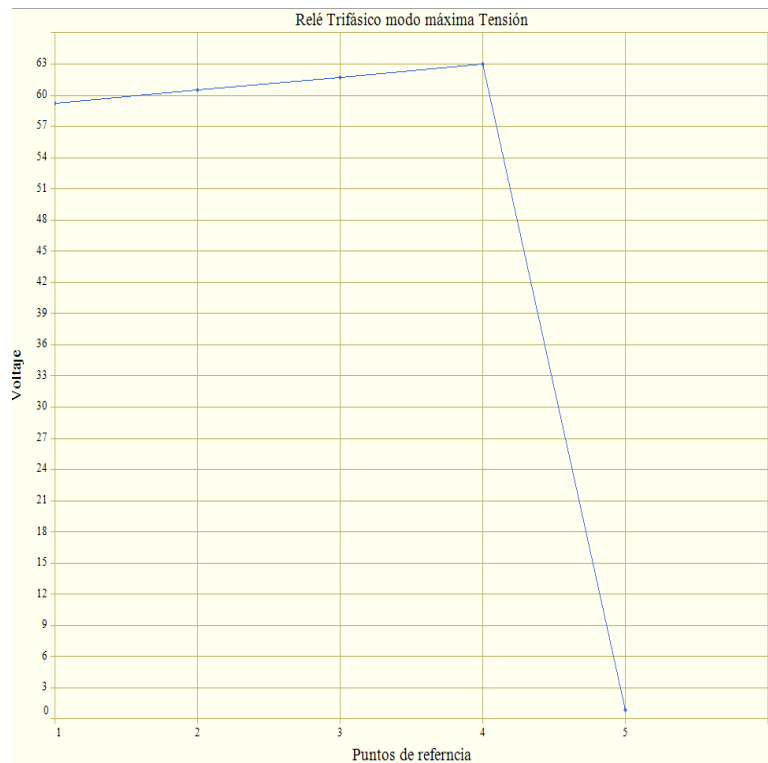


Figura 23. Relé de tensión para CA con histéresis 50% al 100 % de voltaje

Fuente: Los autores

7.5 Relé de tensión para CA mínima tensión histéresis 5% al 40 % de voltaje

En esta prueba se observa que cuando se cambia el modo de máxima por mínima el mínimo voltaje al cual funciona el relé es de 25 voltios una vez que se alcanza este nivel el relé funciona con normalidad. En la tabla 30 se registran datos por línea de corriente y voltaje.

Tabla 30. Relé de tensión para CA con histéresis de 5% al 40 % de voltaje

Puntos de referencia	Voltaje de operación (V)	Voltaje L1(V)	Voltaje L2(V)	Voltaje L3(V)	Corriente L1(A)	Corriente L2(A)	Corriente L3(A)
1	24	0,61	0,493	0,493	0,008	0,007	0,007
2	25	25,26	25,79	26,67	0,629	0,675	0,699
3	27	26,95	27,49	28,18	0,273	0,32	0,324
4	30	30,17	30,97	31,66	0,230	0,291	0,287

Fuente: Los autores

En la figura 24 se indica el diagrama del relé CA con modo mínima tensión a una histéresis 5% y al 40 % de voltaje.

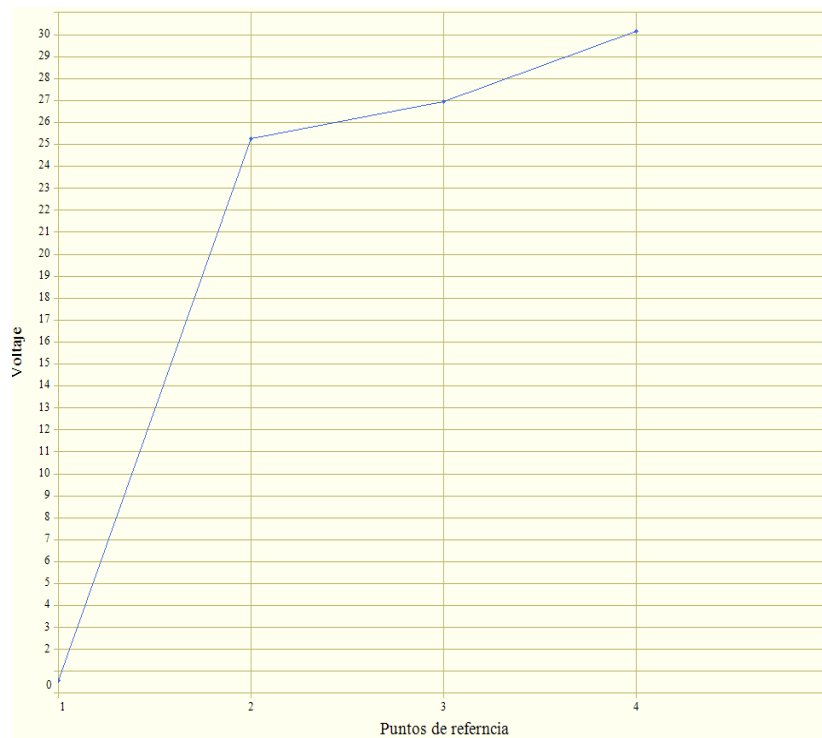


Figura 24. Relé de tensión para CA con histéresis de 5% al 40 % voltaje

Fuente: Los autores

7.6 Relé de tensión para CA mínima tensión histéresis 5% al 80 % de voltaje

En esta configuración se observa que mínimo de voltaje para que trabaje el relé aumenta de 25 a 47 voltios cuando se alcanza este voltaje el relé funciona con normalidad. En la tabla 31 se registran datos por línea de corriente y voltaje.

Tabla 31. Relé de tensión para CA con histéresis de 5% al 80 % de voltaje

Puntos de referencia	Voltaje de operación (V)	Voltaje L1(V)	Voltaje L2(V)	Voltaje L3(V)	Corriente L1(A)	Corriente L2(A)	Corriente L3(A)
1	45	0,603	0,487	0,474	0,008	0,007	0,007
2	46	0,604	0,503	0,491	0,008	0,007	0,007
3	47	46,4	47,46	48,23	0,24	0,301	0,286
4	50	49,34	50,22	51,05	0,254	0,305	0,289

Fuente: Los autores

En la figura 25 se indica el diagrama del relé CA con modo mínima tensión a una histéresis 5% y al 80 % de voltaje.

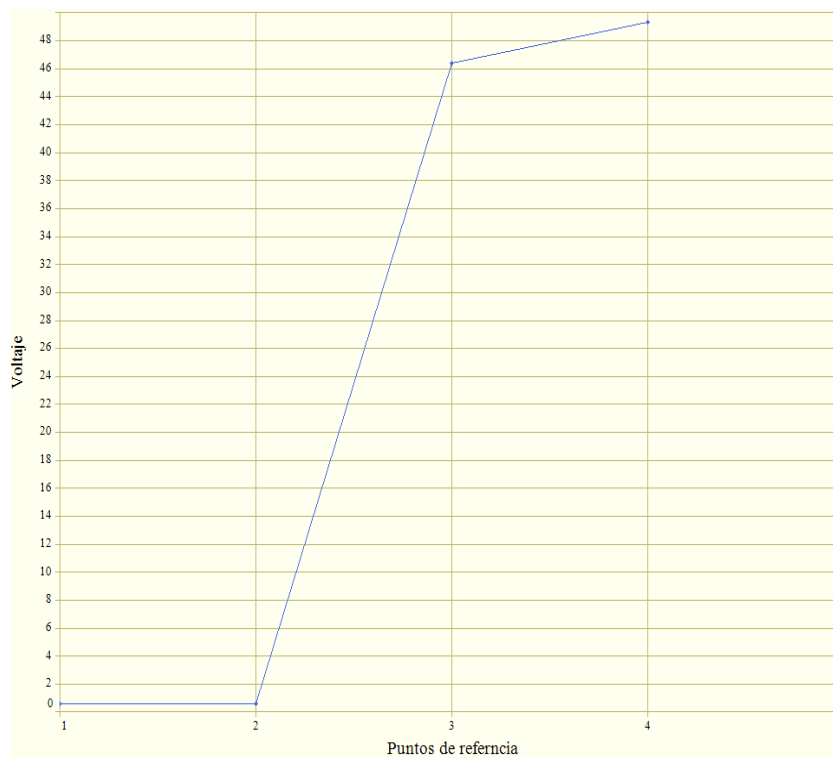


Figura 25. Relé de tensión para CA con histéresis de 5% al 80 % de voltaje

Fuente: Los autores

7.7 Relé de tensión para CA mínima tensión histéresis 5% al 100 % de voltaje

En esta configuración el relé actúa a los 64 voltios momento en el cual cierra el circuito y el motor opera con normalidad. En la tabla 32 se registran datos por línea de corriente y voltaje.

Tabla 32. Relé de tensión para CA con histéresis de 5% al 100 % de voltaje

Puntos de referencia	Voltaje de operación (V)	Voltaje L1(V)	Voltaje L2(V)	Voltaje L3(V)	Corriente L1(A)	Corriente L2(A)	Corriente L3(A)
1	62	0,608	0,493	0,497	0,008	0,007	0,007
2	63	0,602	0,495	0,491	0,008	0,007	0,007
3	64	63,91	65,35	66,14	0,318	0,367	0,342
4	67	66,21	67,52	68,25	0,334	0,374	0,348
5	68	70,08	71,45	72,12	0,353	0,39	0,366

Fuente: Los autores

En la figura 26 se indica el diagrama del relé CA con modo mínima tensión a una histéresis 5% y al 100 % de voltaje.

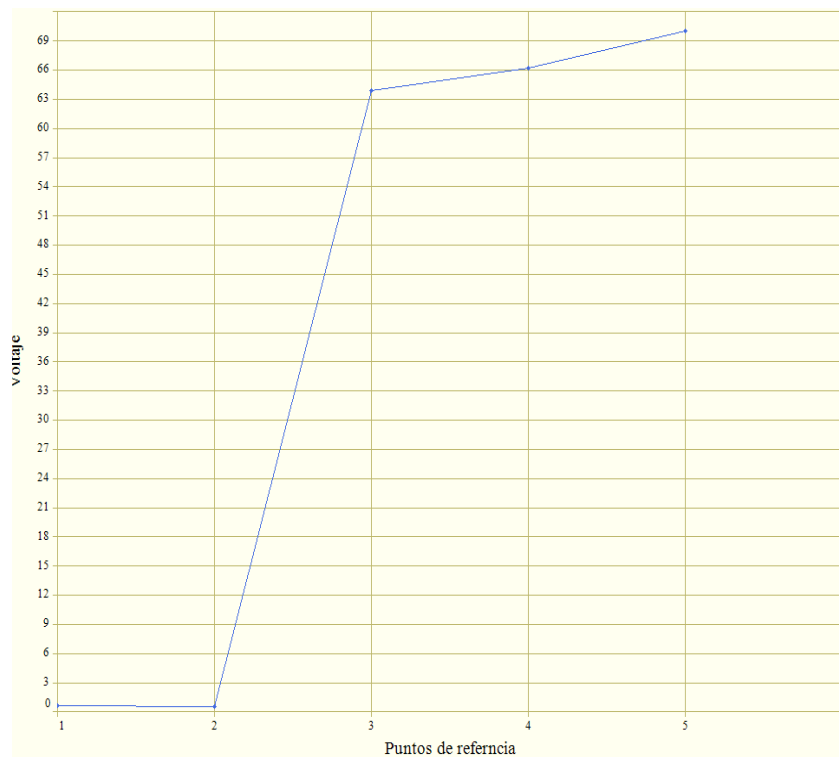


Figura 26. Relé de tensión para CA con histéresis de 5% al 100 % de voltaje

Fuente: Los autores

7.8 Relé de tensión para CA mínima tensión histéresis 50% al 40 % de voltaje.

En esta configuración se observa que el parámetro de mínimo voltaje es de 25 voltios. En la tabla 33 se registran datos por línea de corriente y voltaje.

Tabla 33. Relé de tensión para CA con histéresis 50% al 40 % de voltaje

Puntos de referencia	Voltaje de operación (V)	Voltaje L1(V)	Voltaje L2(V)	Voltaje L3(V)	Corriente L1(A)	Corriente L2(A)	Corriente L3(A)
1	23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	25	25,29	25,78	26,52	0,381	0,432	0,438
4	27	27,34	28,0	28,52	0,278	0,325	0,324
5	30	29,96	30,88	31,46	0,243	0,301	0,296

Fuente: Los autores

En la figura 27 se indica el diagrama del relé CA con modo mínima tensión a una histéresis 50% y al 40 % de voltaje.

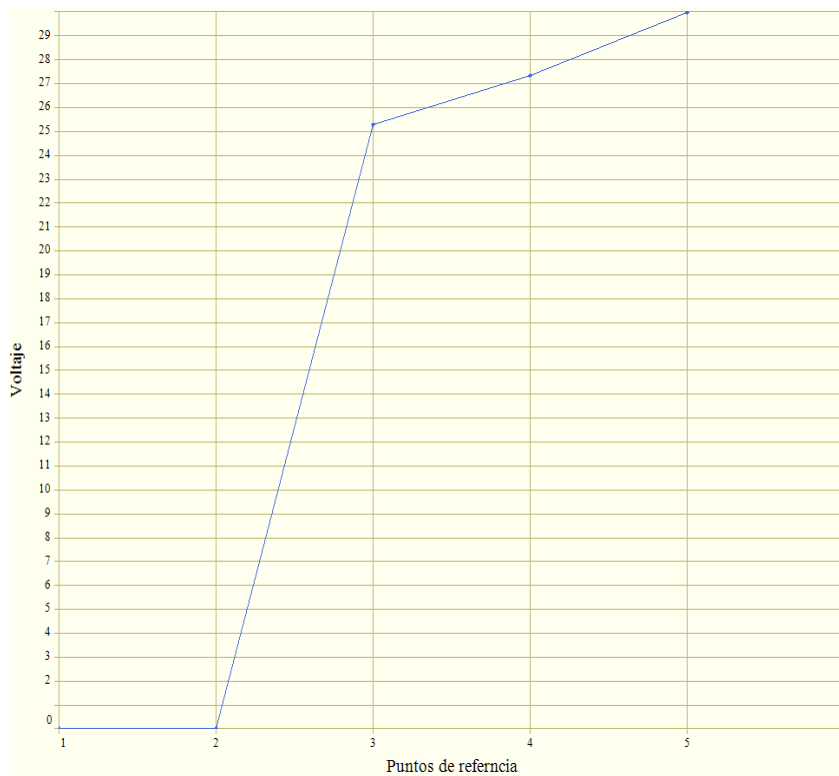


Figura 27. Relé de tensión para CA con histéresis 50% al 40 % de voltaje

Fuente: Los autores

7.9 Relé de tensión para CA mínima tensión histéresis 50% al 80 % de voltaje

En esta configuración se observa que el mínimo voltaje para cerrar el circuito es de 46 voltios. En la tabla 34 se registran datos por línea de corriente y voltaje.

Tabla 34. Relé de tensión para CA con histéresis 50% al 80 %

Puntos de referencia	Voltaje de operación (V)	Voltaje L1(V)	Voltaje L2(V)	Voltaje L3(V)	Corriente L1(A)	Corriente L2(A)	Corriente L3(A)
1	43	0,595	0,498	0,498	0,008	0,007	0,007
2	44	0,613	0,502	0,497	0,008	0,007	0,007
3	45	0,604	0,5	0,496	0,008	0,007	0,007
4	46	45,88	46,43	47,52	0,247	0,293	0,288
5	48	47,69	48,64	49,21	0,249	0,3	0,282
6	50	49,81	51,0	51,6	0,253	0,307	0,286

Fuente: Los autores

En la figura 28 se indica el diagrama del relé CA con modo mínima tensión a una histéresis 50% y al 80 % de voltaje.

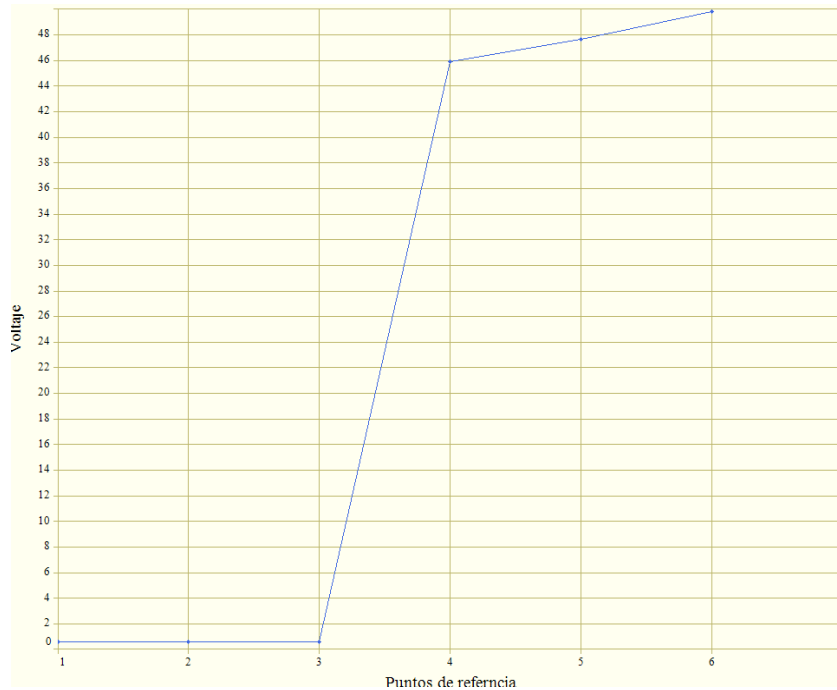


Figura 28. Relé de tensión para CA con histéresis 50% al 80 % de voltaje

Fuente: Los autores

7.10 Relé de tensión para CA mínima tensión histéresis 50% al 100 %

En esta prueba se puede observar que el relé no actúa hasta alcanzar los 64 voltios este es el mínimo voltaje al cual va a cerrar el circuito el relé. En la tabla 34 se registran datos por línea de corriente y voltaje. En la tabla 35 se registran datos por línea de corriente y voltaje.

Tabla 35. Relé de tensión para CA con histéresis 50% al 100 % de voltaje

Puntos de referencia	Voltaje de operación (V)	Voltaje L1(V)	Voltaje L2(V)	Voltaje L3(V)	Corriente L1(A)	Corriente L2(A)	Corriente L3(A)
1	61	0,606	0,493	0,5	0,008	0,007	0,007
2	62	0,61	0,5	0,488	0,008	0,007	0,007
3	63	0,606	0,493	0,499	0,008	0,007	0,007
4	64	64,4	65,69	66,31	0,325	0,369	0,34
5	67	66,76	68,49	69,1	0,331	0,38	0,353
6	70	70,81	72,19	72,85	0,356	0,396	0,37

Fuente: Los autores

En la figura 29 se indica el diagrama del relé CA con modo mínima tensión a una histéresis 50% y al 100 % de voltaje.

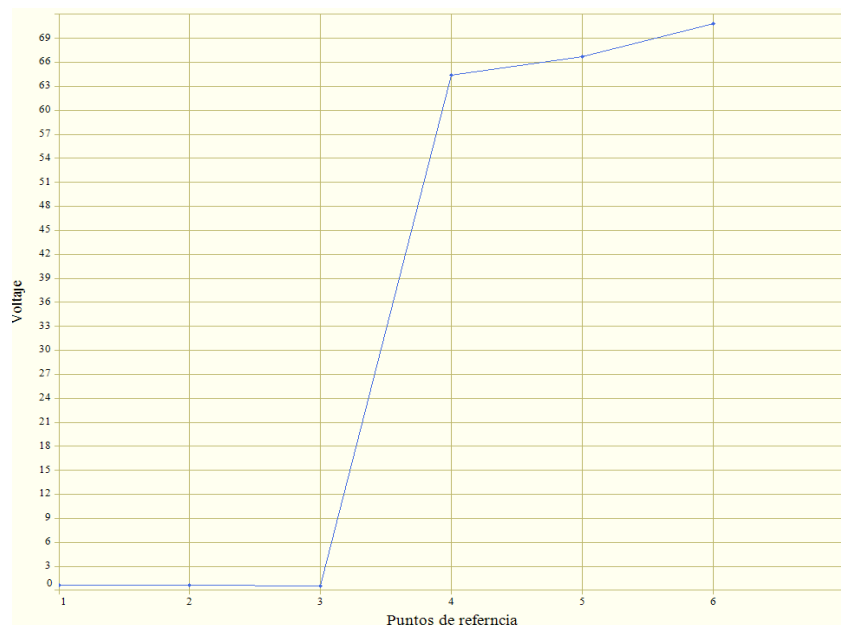


Figura 29. Relé de tensión para CA con histéresis 50% al 100 % de voltaje

Fuente: Los autores

7.11 Relé de factor de potencia

Para la realización de esta práctica se debe entender el funcionamiento del relé de factor de potencia. Este relé se acciona cuando el factor de potencia de un circuito de corriente alterna llega a ser mayor (MAX) que un valor determinado. Los niveles de voltaje utilizados como referencia para el estudio del relé de factor de potencia son de 17 V a 60 V.

Para la evaluación del comportamiento del relé de factor de potencia se analiza en un escenario establecido a continuación:

➤ **Carga máxima.**

El objetivo al realizar esta práctica es visualizar el comportamiento del factor de potencia ante estos dos escenarios. Para realizar las pruebas del relé de factor de potencia se establece valores de voltaje que son utilizados como referencia para el análisis de la variación del factor de potencia. A partir de los dos escenarios mencionados anteriormente, se realiza el análisis de los parámetros eléctricos.

a) Carga máxima

En la tabla 36 se indica los datos obtenidos a partir de la práctica realizada, para el escenario de carga máxima, se registran datos por línea de voltaje, corriente, factor de potencia y potencias, posteriormente se realiza el análisis del comportamiento de estos parámetros eléctricos.

Tabla 36. Análisis de parámetros eléctricos para el relé de factor de potencia

Puntos de referencia	Voltaje de operación	Voltajes (V)			Corriente (A)			Factor de Potencia		
		L1	L2	L3	L1	L2	L3	E1,I1	E2,I2	E3,I3
1	25 V	26,35	27,11	26,01	0,34	0,37	0,31	0,62	0,65	0,62
3	41 V	41,54	42,52	40,76	0,27	0,28	0,22	0,46	0,54	0,45
6	60 V	0,51	0,42	0,40	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00

Fuente: Los autores

En la tabla 37 se indica los datos obtenidos a partir de la práctica realizada, para el escenario de carga máxima se registran datos por líneas de factor de potencias, potencia aparente [VA], potencia activa [W] y potencia reactiva [VAR].

Tabla 37. Análisis de parámetros eléctricos

Potencia								
L1			L2			L3		
P [W]	Q VAR	S [VA]	P [W]	Q [VAR]	S [VA]	P [W]	Q [VAR]	S [VA]
5,52	6,39	8,52	6,03	6,76	9,11	4,07	5,06	7,27
5,51	9,08	11,22	6,36	9,06	11,46	3,90	7,06	8,59
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: Los autores

Análisis:

- Se observa que para los 25 Voltios, el factor de potencia se encuentra en un promedio de 0,62; es el valor establecido para la tabulación de la práctica, debido a esto el motor arranca y comienza su funcionamiento normal.
- A los 40 voltios el factor de potencia del motor está en un promedio de 0,5 valor establecido en el relé por lo cual la continua funcionando con normalidad.
- A los 60 V el factor comienza a disminuir a un 0,28; dicho valor se encuentra fuera del rango establecido que es de 0,50. Por lo tanto el relé se dispara y deja de funcionar, cortando el paso de energía y deja de funcionar el motor.

En la figura 30 se indica el diagrama del relé de factor de potencia operando a carga máxima.

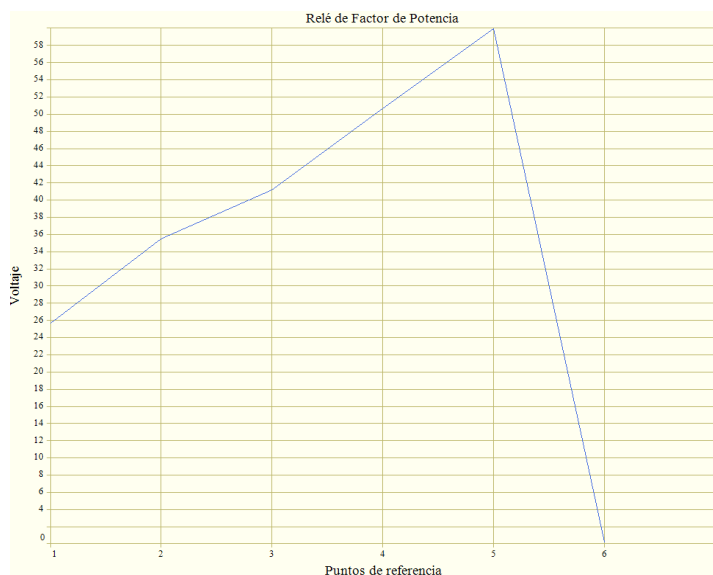


Figura 30. Relé de factor de potencia
Fuente: Los autores

8 PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS

8.1 Presupuesto

En referencia a la tabla 35 muestra los recursos detallados para la ejecución del proyecto.

Tabla 38. Presupuesto detallado para la ejecución del proyecto

RECURSOS	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO \$	COSTO TOTAL \$
Recursos materiales (suministros y materiales)				
Transformador de corriente	6		25	150,00
Transformadores de Tensión	6		12	72,00
Cajas	2		75,00	150,00
Caja simple	1		15,00	15,00
Contactador AF 09	1		120,00	45,00
Impresiones	200	Unidades	0,10	20,00
Repotenciación del interfaz de adquisición de datos y Control			400,00	400,00
Anillados	3	Unidades	4,00	12,00
Empastados	2	Unidades	20,00	40,00
Recursos Tecnológicos				
Uso de internet	100	Horas	0,60	60,00
Scanner	12	Unidades	0,50	6,00
Gastos varios				
Alimentación	30	Unidades	2,5	75,00
Movilización	30	Unidades	2,00	60,00
Asesorías	12	Horas	4,00	48,00
SUB TOTAL				
Imprevistos 10%				120,00
TOTAL				1273,00

Fuente: Los autores

8.2 Presupuesto general

En referencia a la tabla 39 muestra los recursos y valores del presupuesto general para la ejecución del proyecto.

Tabla 39. Presupuesto general

Recursos	Valor
Recursos materiales	904,00
Recursos tecnológicos	66,00
Gastos varios	183,00
Imprevistos	120,00
Total	1273,00

Fuente: Los autores

8.3 Análisis de impactos

Impacto práctico: ¿Para qué sirve?

Sirve para utilizar los relés ubicados en el módulo de protecciones protegiendo motores de los parámetros variables descritos en el relé, además los estudiantes puedan realizar conexiones en los relés y visualizar ondas de voltaje y corriente.

¿Qué permite hacer que sin ella sería imposible?

Utilizar los relés ubicados en el módulo de protecciones y visualizar las formas de onda de voltaje y corriente antes y después que actúen las protecciones eléctricas, así como el comportamiento de los valores y formas sinusoidales de las mismas.

Facilita la comprensión del funcionamiento de los relés.

9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 Conclusiones

- Mediante la comunicación del módulo de protecciones eléctricas con la pc se logró observar el comportamiento de las ondas de voltaje mientras se tiene un equilibrio en los parámetros de actuación de los relés de protección y el comportamiento cuando ocurre una variación

significativa que hace actuar a los equipos de protección momento en el cual se dispara la protección y desconecta al motor.

- Con el fin de adaptar los transformadores de corriente a las características técnicas de los módulos de labvolt fue necesario realizar mediciones empíricas y cálculos obteniendo como resultado la disminución de espiras en estos equipos para conseguir la relación de corriente deseada.
- Mediante la implementación de una guía práctica el estudiante puede realizar las conexiones en el módulo de protecciones y observar el comportamiento de las ondas de voltaje y corriente antes y después que actúa la protección obteniendo valores representativos de voltaje que suministra la fuente cuando el dispositivo de protección actúa con normalidad y valores de cero cuando este haya abierto el circuito y protegido al equipo.

9.2 Recomendaciones

- Para la correcta visualización de parámetros de voltaje y corriente se sugiere revisar los voltajes de la fuente de alimentación antes de realizar las prácticas y configurarla en la opción 6-N.
- Se recomienda seguir paso a paso las indicaciones proporcionadas en la guía práctica elaborada para una correcta visualización de ondas y una intervención perfecta de los relés.
- Las guías prácticas no limitan el uso de estos equipos sino todo lo contrario son el punto de arranque para la experimentación con los mismos, el docente y estudiante pueden incrementar datos y equipos para futuras prácticas.

10 REFERENCIAS

- [1] L. Series and F. Didactic, “Protective Relaying Control Station 586187 (3806-40),” vol. 586187, pp. 4–6, 2019.
- [2] L. Series and F. Didactic, “Current Transformers 586147 (3770-60),” vol. 586147, pp. 4–6, 2019.
- [3] L. Series and F. Didactic, “Voltage Transformers 586152 (3772-20),” vol. 586152, 2019.
- [4] L. Series and F. Didactic, “Interconnection Module 586176 (3787-10),” vol. 586176, pp. 10–12, 2019.
- [5] P. J. Castela Gil-Toresano, “El relé 1.,” pp. 1–6, 2003.
- [6] L. Series and F. Didactic, “Phase Balance / Sequence Relay,” vol. 586219, pp. 4–6, 2019.
- [7] L. Series and F. Didactic, “Motor Power-Factor Relay,” vol. 586228, pp. 4–6, 2019.
- [8] L. Series and F. Didactic, “Three-Phase Under / Over Voltage Relay,” vol. 586205, pp. 4–6, 2019.
- [9] L. Series and F. Didactic, “AC / DC Voltage Sensitive Relay,” vol. 586208, pp. 4–6, 2019.
- [10] L. Series and F. Didactic, “Connection Lead Sets 8951-00,” 2019.
- [11] “Interfaz Hombre-maquina (IHM) - Human-Machine Interface (HMI) - COPA-DATA.”
- [12] K. L. S. Sharma, “Data Acquisition and Control Unit,” *Overv. Ind. Process Autom.*, pp. 99–123, 2016.
- [13] L. Series and F. Didactic, “Four-Quadrant Dynamometer / Power Supply (with All Function Sets),” vol. 586914, 2019.
- [14] “Contactor - Wikipedia, la enciclopedia libre.”
- [15] L. S. and F. Didactic, “Modulo II Transformadores, 1994.”

11 Anexos

11.1 Guía Instructiva de Conexión de los Equipos para el Estudiante

11.2 Protección con el relé de máxima y mínima tensión a un motor jaula de ardilla

GUÍA PRÁCTICA					
FACULTAD:	CIYA	CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA		
ASIGNATURA:	PROTECCIONES ELÉCTRICAS	PERÍODO ACADÉMICO		NIVEL:	
DOCENTE:		FECHA:		PRÁCTICA N°:	
LABORATORIO DONDE SE DESARROLLARÁ LA PRÁCTICA:					
TEMA DE LA PRÁCTICA:	Protección con el relé de máxima y mínima tensión a un motor jaula de ardilla utilizando la función de mínima tensión.				

INTRODUCCIÓN:

Relé de máxima y mínima tensión:

El relé de máxima y mínima tensión es un dispositivo que permite proteger a los aparatos de una sobre tensión y una mínima tensión. El Relé trifásico de mínima/máxima tensión, de Labvolt, es un dispositivo de protección sensible a las condiciones de mínima y máxima tensión que se presentan en los sistemas de potencia trifásicos. Se dispara cuando la tensión de cualquiera de las tres fases sale fuera de los límites ajustados. Este relé se suministra con los ajustes de la tensión de referencia y de la histéresis para las tensiones mínima y máxima junto con dos juegos independientes de contactos: uno para la tensión mínima y otro para la tensión máxima en esta práctica se utiliza los contactos de mínima tensión.

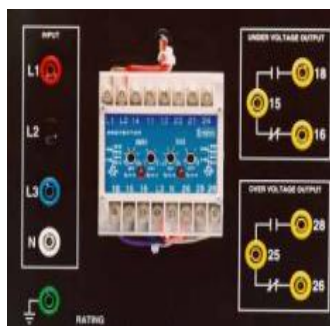


Ilustración 1. Relé de mínima/máxima tensión

Motor jaula de ardilla

El motor jaula de ardilla de cuatro polos es una maquina es un motor de inducción de corriente alterna, está montado sobre un eje rotatorio e internamente este compuesto por barras de

aluminio o de cobre colocados en ambos extremos poniendo en cortocircuito los anillos que forman la jaula.

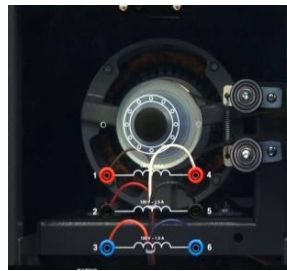


Ilustración 2. Motor jaula de ardilla

OBJETIVOS:

GENERAL

- Proteger al motor jaula de ardilla con el relé de máxima y mínima tensión utilizando los contactos de mínima tensión

ESPECÍFICOS

- Investigar el funcionamiento del relé de máxima y mínima tensión.
- Realizar la conexión del módulo de protección con el motor.
- Observar los rangos de voltaje que opera el relé a mínima tensión.

LISTADO DE EQUIPOS, MATERIALES:

MATERIALES:

- Cables conectores de labvolt.

EQUIPOS:

- Fuente de alimentación.
- Relé trifásico de mínima y máxima tensión.
- Motor jaula de ardilla de cuatro polos.
- Interfaz de adquisición de datos.
- Computadora.
- Contactor.

PREPARATORIO:

(Antes de la Práctica Realizar el siguiente trabajo preparatorio que relaciona la temática a desarrollar en la práctica)

- ¿Investigar que hace un relé de protección y su funcionamiento?
- ¿Investigar aplicaciones del relé de máxima y mínima tensión?

- ¿Investigar el funcionamiento del motor jaula de ardilla?
- ¿Investigar el funcionamiento y las conexiones de un contactor?

INSTRUCCIONES:

Advertencia: ¡En este experimento de laboratorio se manejan altos voltajes! ¡No haga ninguna conexión cuando la fuente esté conectada! ¡La fuente debe desconectarse después de hacer cada medición!

- Mantener un plan de emergencia por presentarse cualquier eventualidad por accidente de trabajo o enfermedad ocupacional.
- Establecer un cronograma de las actividades a desarrollar y responsables de cada una de ellas.
- Evitar distracciones en el momento de desarrollar la práctica.
- Verifique la disponibilidad de los equipos a usar en la práctica y comprobar que todos los elementos estén en buen estado.
- Utilizar el equipo de protección adecuado para realizar la práctica.

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:

1) Conexión de la fuente de voltaje contactor y relé:

- a. Asegúrese que la fuente de alimentación este apagada.



Ilustración 3. Fuente de alimentación

- b. De las entradas variables 4, 5,6 de la fuente alimentación proceda a conectar a las entradas del relé trifásico de máxima y mínima tensión L1, L2, L3 respectivamente.
- c. Conecte L1 a la entrada del contacto número 15 de salida del relé.

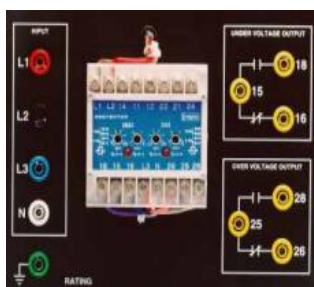


Ilustración 4. Relé de mínima y máxima tensión

- d. Del contacto 16 de salida de tensión mínima conecte a A1 del contactor.
- e. De neutro del ingreso del relé conecte a A2 del contactor.
- f. Conecte de las entradas L1, L2, L3 de la entrada del relé a las entradas 2T1, 4T2, 6T3 del contactor.
- g. De las salidas del contactor L1, L2, L3 conecte al interfaz de adquisición de datos y control I1, I2, I3 respectivamente.
- h. Conecte los comunes del interfaz de adquisición de datos a la entrada 1, 2, 3 del motor jaula de ardilla.
- i. Para realizar mediciones de voltaje conecte los comunes de las tenciones del módulo de interfaz a neutro.
- j. Posteriormente conecte las entradas 1, 2, 3 del motor jaula de ardilla a E1, E2, E3 del módulo de interfaz.
- k. Asegúrese que la fuente de alimentación este configurada en la opción 6-N.
- l. Encienda la fuente y regule el voltaje para observar el comportamiento del relé.



Ilustración 5. Motor jaula de ardilla

2) Conexión para la adquisición de datos de corriente.

- a. Apague la fuente de alimentación.
- b. Alimente el interfaz de adquisición de datos mediante la fuente a un voltaje de 24 voltios.

- c. Ingrese en la computadora al programa LVDAC-EMS, escoja la opción frecuencia de 60 Hz.
- d. Si desea visualizar ondas de corriente y voltaje escoja la opción osciloscopio.
 - a) Ubíquese en la ventana ajustes de osciloscopio.
 - b) Presione la opción regeneración continua o auto escala de ser necesario.
 - c) En la opción canal 1 configure la entrada E1.
 - d) En la opción canal 2 configure la entrada E2.
 - e) En la opción canal 3 configure la entrada E3.
 - f) En la opción canal 4 configure la entrada I1.
 - g) En la opción canal 5 configure la entrada I2.
 - h) En la opción canal 6 configure la entrada I3.
- e. Si desea observar diagramas fasoriales escoja la opción analizador de fasores.
 - a) Ubique en la ventana ajustes de analizador de fasores.
 - b) Presione la opción regeneración continua y auto escala de ser necesario.
 - c) Para observar fasores de corriente colóquese en la ventana de corrientes y encienda I1, I2, I3.
 - d) Para observar fasores de voltaje colóquese en la ventana de voltaje y encienda las opciones E1, E2, E3.
- f. Si desea observar opciones de amperímetro voltímetro despliegue la opción aparatos de medición.
 - a) Ubíquese en la pestaña M1 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija E1 de ser necesario.
 - b) Ubíquese en la pestaña M2 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija E2 de ser necesario.
 - c) Ubíquese en la pestaña M3 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija E3 de ser necesario.
 - d) Ubíquese en la pestaña M7 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija I1 de ser necesario.
 - e) Ubíquese en la pestaña M8 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija I2 de ser necesario.
 - f) Ubíquese en la pestaña M9 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija I3 de ser necesario.

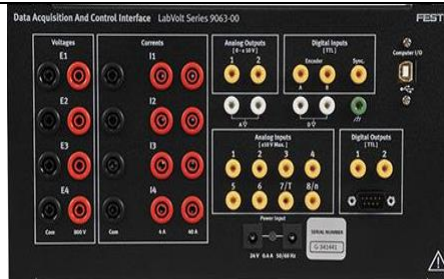


Ilustración 6. Interfaz de adquisición de datos

RESULTADOS OBTENIDOS:

Incorporar más resultado de ser necesario en función de variantes que puede establecer el tutor.

Relé trifásico de mínimo al 75%

Voltaje de operación (mínima tensión) (V)	Voltaje L1(V)	Voltaje L2(V)	Voltaje L3(V)	Corriente L1(A)	Corriente L2(A)	Corriente L3(A)
45						
47						
50						
51						
53						
55						

Relé trifásico de mínima tensión al 80%

Voltaje de operación (mínima tensión) (V)	Voltaje L1(V)	Voltaje L2(V)	Voltaje L3(V)	Corriente L1(A)	Corriente L2(A)	Corriente L3(A)
50						
52						
53						
55						
57						
60						

Relé trifásico de mínima tensión al 100%

Voltaje de operación (V)	Voltaje L1(V)	Voltaje L2(V)	Voltaje L3(V)	Corriente L1(A)	Corriente L2(A)	Corriente L3(A)
65						
66						
67						
68						
69						
71						
73						

CUESTIONARIO:

- ¿Qué ocurre con las corrientes cuando el motor trabaja con normalidad?
- ¿Qué ocurre con la corriente y el voltaje cuando el relé de mínima tensión actúa y acciona el contactor?
- ¿Por qué el voltaje no desaparece completamente de las fases que abre el relé?

CONCLUSIONES:

- El relé trifásico de tensión mínima y máxima en modo de tensión mínima ayuda a proteger al motor censando los voltajes y abriendo el circuito para la posterior acción de abrir el mismo mediante el contactor.
- Para que la bobina del contactor se energice y el circuito se cierre la fuente de voltaje debe estar en un valor superior los 14 voltios, el motor vence la inercia luego de superar los 19 voltios.
- Una vez que el dispositivo de protección en el modo mínima tensión sobrepasa los 60 voltios este mediante el contactor desconecta a todo el circuito salvaguardando la vida útil del mismo.

RECOMENDACIONES:

- Ajustar la fuente de alimentación en la opción 6-N y verificar en qué modo de tensión se encuentra el relé.
- Realizar todas las practicas percatándose que la fuente de alimentación este apagada y que los voltajes no superen el máximo permisible de operación de los relés.
- No sobrepase los 60 voltios de trabajo ya que podría ocurrir daños en los equipos.

11.3 Protección con el relé de máxima tensión para un motor jaula de ardilla

GUÍA PRÁCTICA					
FACULTAD:	CIYA	CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA		
ASIGNATURA:	PROTECCIONES ELÉCTRICAS	PERÍODO ACADÉMICO:		NIVEL:	
DOCENTE:		FECHA:		PRÁCTICA N°:	
LABORATORIO DONDE SE DESARROLLARÁ LA PRÁCTICA:					
TEMA DE LA PRÁCTICA:	Protección con el relé de máxima y mínima tensión a un motor jaula de ardilla utilizando la función de máxima tensión.				

INTRODUCCIÓN:

Relé de máxima y mínima tensión:

El relé de máxima y mínima tensión es un dispositivo que permite proteger a los aparatos de una sobre tensión y una mínima tensión. El Relé trifásico de mínima/máxima tensión, de Labvolt, es un dispositivo de protección sensible a las condiciones de mínima y máxima tensión que se presentan en los sistemas de potencia trifásicos. Se dispara cuando la tensión de cualquiera de las tres fases sale fuera de los límites ajustados. Este relé se suministra con los ajustes de la tensión de referencia y de la histéresis para las tensiones mínima y máxima junto con dos juegos independientes de contactos: uno para la tensión mínima y otro para la tensión máxima en esta práctica se utiliza los contactos de mínima tensión.

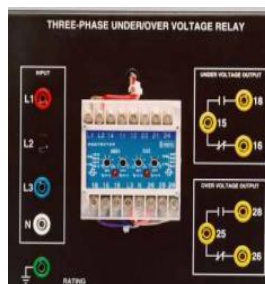


Ilustración 7. Relé de mínima/máxima tensión

Motor jaula de ardilla

El motor jaula de ardilla de cuatro polos es una maquina es un motor de inducción de corriente alterna, está montado sobre un eje rotatorio e internamente este compuesto por barras de aluminio o de cobre colocados en ambos extremos poniendo en cortocircuito los anillos que forman la jaula.



Ilustración 8. Motor jaula de ardilla

OBJETIVOS:

GENERAL

- Proteger y evidenciar la acción que realiza el relé trifásico de mínima y máxima tensión en el modo máxima tensión para salvaguardar la integridad de un motor.

ESPECÍFICOS

- Investigar el funcionamiento del relé de máxima y mínima tensión.
- Observar el comportamiento de las ondas de voltaje y corriente antes de la fallas y después que el equipo de protección haya actuado.
- Comparar los rangos de voltaje en los que actúa el relé trifásico de mínima y máxima tensión calibrado en los dos modos respectivamente.

LISTADO DE EQUIPOS, MATERIALES:

MATERIALES:

- Cables conectores de labvolt.

EQUIPOS:

- Fuente de alimentación.
- Relé trifásico de mínima y máxima tensión.
- Motor jaula de ardilla de cuatro polos.
- Interfaz de adquisición de datos.
- Computadora.
- Contactor.

PREPARATORIO:

(Antes de la Practica Realizar el siguiente trabajo preparatorio que relaciona la temática a desarrollar en la práctica)

- ¿Investigar la diferencia entre el modo de tensión mínima y tensión máxima del relé?
- ¿Investigar cómo actúa un relé y un contacto?

- ¿Investigar el funcionamiento del motor jaula de ardilla?
- ¿Investigar las conexiones de un contactor?

INSTRUCCIONES:

Advertencia: ¡En este experimento de laboratorio se manejan altos voltajes! ¡No haga ninguna conexión cuando la fuente esté conectada! ¡La fuente debe desconectarse después de hacer cada medición!

- Mantener un plan de emergencia por presentarse cualquier eventualidad por accidente de trabajo o enfermedad ocupacional.
- Establecer un cronograma de las actividades a desarrollar y responsables de cada una de ellas.
- Evitar distracciones en el momento de desarrollar la práctica.
- Verifique la disponibilidad de los equipos a usar en la práctica y comprobar que todos los elementos estén en buen estado.
- Utilizar el equipo de protección adecuado para realizar la práctica.

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:

1) Conexión de la fuente de voltaje contactor y relé:

m. Asegúrese que la fuente de alimentación este apagada.



Ilustración 9. Fuente de alimentación

- De las entradas variables 4, 5, 6 de la fuente alimentación proceda a conectar a las entradas del relé trifásico de máxima y mínima tensión L1, L2, L3 respectivamente.
- Conecte L1 a la entrada del contacto número 25 de salida del relé.

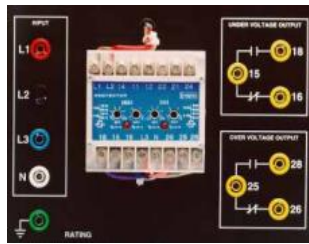


Ilustración 10. Relé de mínima y máxima tensión

- c. Del contacto 26 de salida de tensión mínima conecte a A1 del contactor.
- d. De neutro del ingreso del relé conecte a A2 del contactor.
- e. Conecte de las entradas L1, L2, L3 de la entrada del relé a las entradas 2T1, 4T2, 6T3 del contactor.
- f. De las salidas del contactor L1, L2, L3 conecte al interfaz de adquisición de datos y control I1, I2, I3 respectivamente.
- g. Conecte los comunes del interfaz de adquisición de datos a la entrada 1, 2, 3 del motor jaula de ardilla.
- h. Para realizar mediciones de voltaje conecte los comunes de las tenciones del módulo de interfaz a neutro.
- i. Posteriormente conecte las entradas 1, 2, 3 del motor jaula de ardilla a E1, E2, E3 del módulo de interfaz.
- j. Asegúrese que la fuente de alimentación este configurada en la opción 6-N.
- k. Encienda la fuente y regule el voltaje para observar el comportamiento del relé.



Ilustración 11. Motor jaula de ardilla

2) Conexión para la adquisición de datos de corriente.

- a. Apague la fuente de alimentación.
- b. Alimente el interfaz de adquisición de datos mediante la fuente a un voltaje de 24 voltios.

- c. Ingrese en la computadora al programa LVDAC-EMS, escoja la opción frecuencia de 60 Hz.
- d. Si desea visualizar ondas de corriente y voltaje escoja la opción osciloscopio.
 - a) Ubíquese en la ventana ajustes de osciloscopio.
 - b) Presione la opción regeneración continua o auto escala de ser necesario.
 - c) En la opción canal 1 configure la entrada E1.
 - d) En la opción canal 2 configure la entrada E2.
 - e) En la opción canal 3 configure la entrada E3.
 - f) En la opción canal 4 configure la entrada I1.
 - g) En la opción canal 5 configure la entrada I2.
 - h) En la opción canal 6 configure la entrada I3.
- e. Si desea observar diagramas fasoriales escoja la opción analizador de fasores.
 - a) Ubique en la ventana ajustes de analizador de fasores.
 - b) Presione la opción regeneración continua y auto escala de ser necesario.
 - c) Para observar fasores de corriente colóquese en la ventana de corrientes y encienda I1, I2, I3.
 - d) Para observar fasores de voltaje colóquese en la ventana de voltaje y encienda las opciones E1, E2, E3.
- f. Si desea observar opciones de amperímetro voltímetro despliegue la opción aparatos de medición.
 - a) ubíquese en la pestaña M1 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija E1 de ser necesario.
 - b) ubíquese en la pestaña M2 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija E2 de ser necesario.
 - c) Ubíquese en la pestaña M3 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija E3 de ser necesario.
 - d) ubíquese en la pestaña M7 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija I1 de ser necesario.
 - e) ubíquese en la pestaña M8 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija I2 de ser necesario.
 - f) ubíquese en la pestaña M9 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija I3 de ser necesario.

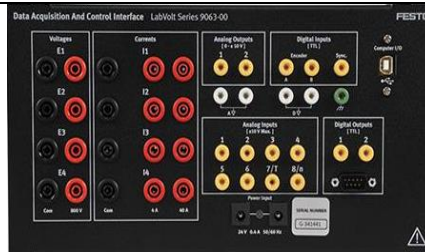


Ilustración 12. Interfaz de adquisición de datos

RESULTADOS OBTENIDOS:

Incorporar más resultado de ser necesario en función de variantes que puede establecer el tutor.

Relé trifásico de máxima tensión al 100%

Voltaje de operación (V)	Voltaje L1(V)	Voltaje L2(V)	Voltaje L3(V)	Corriente L1(A)	Corriente L2(A)	Corriente L3(A)
64						
65						
66						
67						
67						
68						

Relé trifásico de máxima tensión al 105%

Voltaje de operación (V)	Voltaje L1(V)	Voltaje L2(V)	Voltaje L3(V)	Corriente L1(A)	Corriente L2(A)	Corriente L3(A)
68						
69						
70						
71						
72						

Relé trifásico de máxima tensión al 125%

Voltaje de operación (mínima tensión) (V)	Voltaje L1(V)	Voltaje L2(V)	Voltaje L3(V)	Corriente L1(A)	Corriente L2(A)	Corriente L3(A)
81						
82						
83						
84						
85						

CUESTIONARIO:

- ¿Cuál es la diferencia entre las configuraciones de mínima y máxima tensión del relé?
- ¿Por qué el voltaje al cual actúa el relé es diferente según sus configuraciones?
- ¿A qué modo de tensión es más seguro trabajar justifique su respuesta?


CONCLUSIONES:

- El relé de tensión mínima y máxima ayuda a proteger cualquier de las tres fases que está conectado al motor, evitando que llegue a la carga sobrevoltajes que puede ser producido por el arranque del motor.
- Los voltajes de actuación del relé varían dependiendo el estado del modo en el cual se trabaje.
- Los voltajes y corrientes varían en tal forma que antes que la bobina se energice y después de actuar la protección es cero y en el intervalo de voltaje de correcto funcionamiento del motor son cambiantes dependiendo el voltaje de la fuente.

RECOMENDACIONES:

- Trabajar con la fuente de alineación en la configuración 6-N y las salidas variables de voltaje.
- Realice las conexiones con la fuente en estado inactivo para evitar accidentes y lesiones.
- Antes de realizar la práctica se debe comprobar que el relé se encuentre en buen estado de tal manera que evite la elevación de la tensión de red a valores superiores al máximo previsible.

11.4 Guía para la práctica de laboratorio del relé de factor de potencia

GUÍA PRÁCTICA					
FACULTAD:	CIYA	CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA		
ASIGNATURA:	PROTECCIONES ELÉCTRICAS	PERÍODO ACADÉMICO		NIVEL:	
DOCENTE:		FECHA		PRÁCTICA N°:	
LABORATORIO DONDE SE DESARROLLARÁ LA PRÁCTICA:					
TEMA DE LA PRÁCTICA:	Adquisición de datos de corriente, voltaje y ondas de un motor jaula de ardilla conectado con un relé de factor de potencia.				
INTRODUCCIÓN:					
<p>Relé de factor de potencia.</p> <p>El Relé de factor de potencia para motor, es un dispositivo de protección sensible a la variación del factor de potencia, en consecuencia el factor de potencia depende de la carga mecánica aplicada al motor, este relé se puede utilizar para detectar las condiciones de mínima y máxima carga de un motor de inducción trifásico. Con este relé se suministran, los ajustes del valor de referencia del factor de potencia.</p>					
					
<p>Ilustración 13. Relé de factor de potencia.</p>					
OBJETIVOS:					
GENERAL					
➤ Observar las ondas de corrientes y voltajes conectados al motor jaula de ardilla.					
ESPECÍFICOS					
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Evidenciar alteraciones de factor de potencia al aumentar voltaje. ➤ Realizar la conexión del relé de factor de potencia con el motor jaula de ardilla ➤ Observar las ondas de corrientes y voltajes conectando con el relé de factor de potencia y el motor jaula de ardilla. 					
LISTADO DE EQUIPOS, MATERIALES:					

MATERIALES:

- Cables conectores Labvolt

EQUIPOS:

- Contactor
- Relé de factor de potencia para motor.
- Fuente de alimentación variable y fija
- Motor jaula de ardilla
- Relé de factor de potencia

PREPARATORIO:

(Antes de la Practica Realizar el siguiente trabajo preparatorio que relaciona la temática a desarrollar en la práctica)

- ¿Investigar los tipos de cargas que alteran el factor de potencia?
- ¿Investigar cuáles son los parámetros básicos que se deben configurar al relé de factor de potencia?
- ¿Analizar que sucede con las ondas de voltaje y corriente?

INSTRUCCIONES:

Advertencia: ¡En este experimento de laboratorio se manejan altos voltajes! ¡No haga ninguna conexión cuando la fuente esté conectada! ¡La fuente debe desconectarse después de hacer cada medición!

- Mantener un plan de emergencia por presentarse cualquier eventualidad por accidente de trabajo o enfermedad ocupacional.
- Establecer un cronograma de las actividades a desarrollar y responsables de cada una de ellas.
- Evitar distracciones en el momento de desarrollar la práctica.
- Verifique la disponibilidad de los equipos a usar en la práctica y comprobar que todos los elementos estén en buen estado.
- Utilizar el equipo de protección adecuado para realizar la práctica.

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:

- 1) Conexión de la fuente de voltaje y relé y contactor.
 - a. Asegúrese que la fuente de alimentación está apagada.



Ilustración 14. Fuente de alimentación

- b. De las salidas variables de la fuente de alimentación 4, 5, 6 conecte a la entrada del relé de factor de potencia L1, L2, L3 respectivamente.

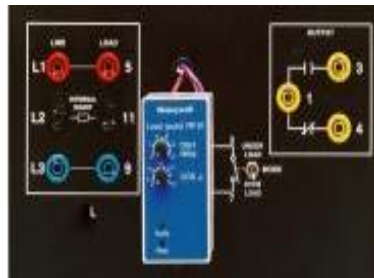


Ilustración 15. Relé de factor de potencia para motor

- c. De la salida 5 de la carga conecte a la salida 1 del relé.
- d. Conecte A1 del contactor a la salida 4 del relé de factor de potencia y A2 a neutro de la fuente variable.
- e. Conecte 5, 11 y 9 a las entradas del contactor 2T1, 4T2 y 6T3.
- f. De las salidas de los contactos L1, L2 y L3 conecte al interfaz de adquisición de datos y control I1, I2, I3 respectivamente.
- g. De las salidas comunes de las corrientes del interfaz conecte a las entradas del motor jaula de ardilla 1, 2, 3.
- h. Conecte las entradas del motor 1, 2, 3 a las entradas E1, E2, E3 del interfaz de datos y de control, las salidas comunes de tensión deben estar conectadas al neutro de una de las fuentes.
- i. Conecte el neutro de la fuente variable al motor.
- j. Encienda la fuente y observe el comportamiento del relé al aumentar y disminuir voltaje.
- 2) Conexión para la adquisición de datos de voltaje.**
- a. Apague la fuente de alimentación.

- b. Alimente el interfaz de adquisición de datos mediante la fuente a un voltaje de 24 voltios.
- c. Ingrese en la computadora al programa LVDAC-EMS, escoja la opción frecuencia de 60 Hz.
- d. Si desea visualizar ondas de corriente y voltaje escoja la opción osciloscopio.
 - a) Ubíquese en la ventana ajustes de osciloscopio.
 - b) Presione la opción regeneración continua o auto escala de ser necesario.
 - c) En la opción canal 1 configure la entrada E1.
 - d) En la opción canal 2 configure la entrada E2.
 - e) En la opción canal 3 configure la entrada E3.
 - f) En la opción canal 4 configure la entrada I1.
 - g) En la opción canal 5 configure la entrada I2.
 - h) En la opción canal 6 configure la entrada I3.
- e. Si desea observar diagramas fasoriales escoja la opción analizador de fasores.
 - a) Ubique en la ventana ajustes de analizador de fasores.
 - b) Presione la opción regeneración continua y auto escala de ser necesario.
 - c) Para observar fasores de corriente colóquese en la ventana de corrientes y encienda I1, I2, I3.
 - d) Para observar fasores de voltaje colóquese en la ventana de voltaje y encienda las opciones E1, E2, E3.
- f. Si desea observar opciones de amperímetro voltímetro despliegue la opción aparatos de medición.
 - a) ubíquese en la pestaña M1 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija E1 de ser necesario.
 - b) ubíquese en la pestaña M2 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija E2 de ser necesario.
 - c) Ubíquese en la pestaña M3 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija E3 de ser necesario.
 - d) ubíquese en la pestaña M7 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija I1 de ser necesario.
 - e) ubíquese en la pestaña M8 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija I2 de ser necesario.

- f) ubíquese en la pestaña M9 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija I3 de ser necesario.

Para visualizar datos de factor de potencia.

- g) Ubíquese en la pestaña M13 y escoja la opción factor de potencia luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija FP(E1, I1).
- h) Ubíquese en la pestaña M14 y escoja la opción factor de potencia luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija FP(E2, I2).
- i) Ubíquese en la pestaña M14 y escoja la opción factor de potencia luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija FP(E3, I3).

Para visualizar potencias.

- a) Ubíquese en la pestaña M4 y en la pestaña de junto escoja la opción potencia luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija PQS(E1.I1) para cambiar la potencia que desea visualizar presione en la pestaña de potencia activa (P).
- b) Ubíquese en la pestaña M10 y en la pestaña de junto escoja la opción potencia luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija PQS(E2.I2) para cambiar la potencia que desea visualizar presione en la pestaña de potencia activa (P).
- c) Ubíquese en la pestaña M4 y en la pestaña de junto escoja la opción potencia luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija PQS(E3.I3) para cambiar la potencia que desea visualizar presione en la pestaña de potencia activa (P).

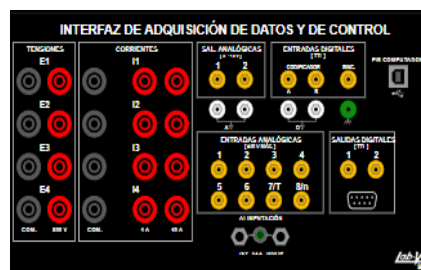


Ilustración 16. Interfaz de adquisición de datos y control

RESULTADOS OBTENIDOS:

Incorporar más resultado de ser necesario en función de variantes que puede establecer el tutor.

VOLTIOS	E1	E2	E3	I1	I2	I3	FP(E1,I1)	FP(E1,I1)	FP(E1,I1)
5									
10									
15									
16									
20									
25									
30									
35									
40									
45									
50									
55									
60									
65									
VOLTIOS	P(E1,E2)	P2(E2,I2)	P3(E3,I3)	Q(E1,E2)	Q2(E2,I2)	Q3(E3,I3)	S(E1,E2)	S2(E2,I2)	S3(E3,I3)
5									
10									
15									
16									
20									
25									
30									
35									
40									
45									
50									
55									
60									
65									

CUESTIONARIO:

- ¿Explique cómo actúa el relé de factor potencia?
- ¿Explique un parámetro importante a cerca del relé de factor de potencia?
- ¿Explique porque al variar voltaje de la fuente de alimentación varía el factor de potencia?

CONCLUSIONES:

- El relé de factor de potencia impide que exista una disminución de este parámetro siendo un punto de referencia al cual debe regirse, una vez detectado un factor de potencia debajo del valor nominal el relé se dispara, desconectando el sistema. La mejora del factor de potencia ayuda a disminuir las capacidades térmicas de los transformadores y conductores, reducen las pérdidas en las líneas, las caídas de tensión y por ende el ahorro energético.
- De acuerdo a los datos tabulados se puede observar que el relé de factor de potencia actúa cuando el factor de potencia de un equipo tiene una variación significativa del valor asignado como referencia en el relé.
- Al realizar las prácticas con el relé de factor de potencia se puede observar que cuando se inyecta el mínimo voltaje en las líneas en carga máxima los valores de los parámetros eléctricos de las fases conectadas a la carga son iguales no existe alteración.

RECOMENDACIONES:

- Se debe manipular el equipo por personal familiarizado, con la puesta en servicio y operación para asegurar el funcionamiento correcto del equipo.
- Trabajar con las entradas variables de la fuente para observar los parámetros de variación.
- Trabajar con la fuente de voltaje apagada para evitar posibles daños en los equipos.

11.5 Guía para la práctica de laboratorio protección con el relé de máxima tensión CA (modo tensión máxima)

GUÍA PRÁCTICA					
FACULTAD:	CIYA	CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA		
ASIGNATURA:	PROTECCIONES ELÉCTRICAS	PERÍODO ACADÉMICO		NIVEL:	
DOCENTE:		FECHA		PRÁCTICA N°:	
LABORATORIO DONDE SE DESARROLLARÁ LA PRÁCTICA:					
TEMA DE LA PRÁCTICA:	Protección con el relé de máxima tensión para CA.				

INTRODUCCIÓN:

El Relé de tensión para ca:

El Relé de tensión para ca, modelo 3818-1 de Labvolt, es un dispositivo de protección sensible a la corriente alterna (ca). Se puede ajustar para responder a las condiciones de tensión máxima. Este relé se suministra con los ajustes del valor de referencia de la tensión y de la histéresis, así como los selectores de las tensiones máximas, junto con un único juego de contactos.



Ilustración 17. Relé de mínima/máxima tensión

Motor jaula de ardilla

El motor jaula de ardilla de cuatro polos es una máquina es un motor de inducción de corriente alterna, está montado sobre un eje rotatorio e internamente este compuesto por barras de aluminio o de cobre colocados en ambos extremos poniendo en cortocircuito los anillos que forman la jaula.

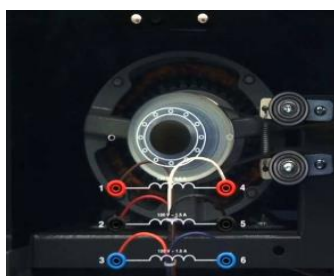


Ilustración 18. Motor jaula de ardilla

OBJETIVOS:

GENERAL

- Proteger al motor jaula de ardilla con el relé de tensión para corriente alterna.

ESPECÍFICOS

- Investigar el funcionamiento del relé de tensión para corriente alterna.
- Consultar las características generales del relé de tensión para corriente alterna.
- Observar los rangos de voltaje que opera el relé de tensión.

LISTADO DE EQUIPOS, MATERIALES:

MATERIALES:

- Cables conectores de labvolt.

EQUIPOS:

- Fuente de alimentación.
- Relé trifásico de tensión para corriente alterna.
- Motor jaula de ardilla de cuatro polos.
- Interfaz de adquisición de datos.
- Computadora.
- Contactor.

PREPARATORIO:

(Antes de la Práctica Realizar el siguiente trabajo preparatorio que relaciona la temática a desarrollar en la práctica)

- ¿Investigar que hace un relé de tensión para corriente alterna y su funcionamiento?
- ¿Investigar aplicaciones del relé de tensión para ca?
- ¿Investigar los parámetros que accionan este tipo de relé?

INSTRUCCIONES:

Advertencia: ¡En este experimento de laboratorio se manejan altos voltajes! ¡No haga ninguna conexión cuando la fuente esté conectada! ¡La fuente debe desconectarse después de hacer cada medición!

- Mantener un plan de emergencia por presentarse cualquier eventualidad por accidente de trabajo o enfermedad ocupacional.
- Establecer un cronograma de las actividades a desarrollar y responsables de cada una de ellas.
- Evitar distracciones en el momento de desarrollar la práctica.
- Verifique la disponibilidad de los equipos a usar en la práctica y comprobar que todos los elementos estén en buen estado.
- Utilizar el equipo de protección adecuado para realizar la práctica.

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:

1) Conexión de la fuente de voltaje y relé:

- a. Asegúrese que la fuente de alimentación este apagada.



Ilustración 19. Fuente de alimentación

- b. De la salida fija 3 de la fuente alimentación fija y el neutro conecte a la entrada L y N de las entradas del relé de tensión para corriente alterna asegúrese de conectar al relé con el voltaje adecuado para su funcionamiento.
- c. De las salidas 4 de la fuente alimentación variable conecte a la entrada del contactor 2T1, de la salida 5 de la fuente de alimentación conecte a la entrada 4T2 del contactor, de la salida 6 de la fuente conecte a la entrada número 9 del relé de tensión.
- d. Utilice cables para conectar la entrada número 9 del relé a la entrada 6T3 del contactor.
- e. Alimente con el neutro de la entrada de alimentación del relé a A2 del contactor.
- f. Para realizar medidas de corriente conecte de las salidas del contactor L1, L2, L3 a la entrada I1, I2, I3 interfaz de adquisición datos.

- g. De la salida del interfaz (comunes I1, I2, I3 respectivamente) conecte al motor jaula de ardilla en 1, 2,3.
- h. Para recolectar datos de voltaje conecte cables en la entrada 1.2.3 del motor jaula de ardilla y conéctelos a la entrada del interfaz de datos E1, E2, E3 respectivamente.
- i. Para poder realizar la medición de voltaje conecte el neutro a los comunes de la entrada del interfaz
- j. Conecte el cable de transmisión de datos vía USB a la computadora.

2) Conexión para la adquisición de datos de corriente.

- a. Apague la fuente de alimentación.
- b. Alimente el interfaz de adquisición de datos mediante la fuente a un voltaje de 24 voltios.
- c. Ingrese en la computadora al programa LVDAC-EMS, escoja la opción frecuencia de 60 Hz.
- d. Si desea visualizar ondas de corriente y voltaje escoja la opción osciloscopio.
 - a) Ubíquese en la ventana ajustes de osciloscopio.
 - b) Presione la opción regeneración continua o auto escala de ser necesario.
 - c) En la opción canal 1 configure la entrada E1.
 - d) En la opción canal 2 configure la entrada E2.
 - e) En la opción canal 3 configure la entrada E3.
 - f) En la opción canal 4 configure la entrada I1.
 - g) En la opción canal 5 configure la entrada I2.
 - h) En la opción canal 6 configure la entrada I3.
- e. Si desea observar diagramas fasoriales escoja la opción analizador de fasores.
 - a) Ubique en la ventana ajustes de analizador de fasores.
 - b) Presione la opción regeneración continua y auto escala de ser necesario.
 - c) Para observar fasores de corriente colóquese en la ventana de corrientes y encienda I1, I2, I3.
 - d) Para observar fasores de voltaje colóquese en la ventana de voltaje y encienda las opciones E1, E2, E3.
- f. Si desea observar opciones de amperímetro voltímetro despliegue la opción aparatos de medición.
 - a) Ubíquese en la pestaña M1 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija E1 de ser necesario.

- b) Ubíquese en la pestaña M2 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija E2 de ser necesario.
- c) Ubíquese en la pestaña M3 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija E3 de ser necesario.
- d) Ubíquese en la pestaña M7 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija I1 de ser necesario.
- e) Ubíquese en la pestaña M8 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija I2 de ser necesario.
- f) Ubíquese en la pestaña M9 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija I3 de ser necesario.

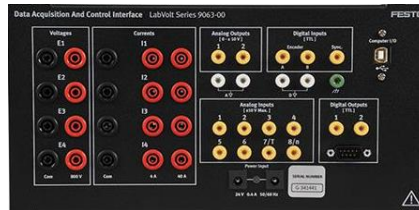


Ilustración 20. Interfaz de adquisición de datos y control

IMPORTANTE: Revisar en ajustes de adquisición de datos y control –G307140 en la opción gama que los valores a medir estén en el rango de la configuración.

RESULTADOS OBTENIDOS:

Incorporar más resultado de ser necesario en función de variantes que puede establecer el tutor.

VOLTIOS	E1	E2	E3	I1	I2	I3
5						
10						
15						
17						
20						
25						
30						
35						
40						
45						
50						
55						
60						
65						

CUESTIONARIO:

- ¿Qué ocurre con las corrientes cuando el motor trabaja con normalidad?
- ¿Por qué las condiciones de los parámetros son iguales antes de energizar la bobina del contactor y después de la falla justifique su respuesta?
- ¿Qué ocurre cuando el relé actúa en tensión máxima?

CONCLUSIONES:

- Una vez el voltaje máximo admisible del relé sea superado la misma manda la orden de abrir el circuito al contactor evidenciando que los parámetros de corriente, voltaje y hondas de los mismos desaparecen y quedan en un valor despreciable.
- Este tipo de dispositivos nos ayudan a controlar el rango de variación de voltaje hacia los motores salvaguardando la vida útil de los mismos.
- Para un correcto funcionamiento de un relé de máxima tensión se debe investigar las configuraciones posibles que se puede adoptar para este ya que la forma de actuación del mismo puede variar dependiendo las configuraciones a las que esté sometido.

RECOMENDACIONES:

- Al momento de poner en marcha el relé, se debe tomar en cuenta el lugar donde se requiere instalar, si son instalaciones industriales, comerciales, etc.
- Se debe tomar en cuenta la carga que se va a conectar, es decir la sensibilidad que debe tener, debido que este relé tiene la facilidad de programar el nivel de voltaje mínimo y máximo al que el relé debe actuar con la finalidad de proteger el sistema eléctrico.
- Trabajar con la fuente de alimentación en con la con figuración 6-N y desactivada para evitar daños en los equipos y accidentes en los estudiantes.

11.6 Guía para la práctica de laboratorio protección con el relé de tensión para CA (modo mínima tensión)

GUÍA PRÁCTICA					
FACULTAD:	CIYA	CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA		
ASIGNATURA:	PROTECCIONES ELÉCTRICAS	PERÍODO ACADÉMICO		NIVEL:	
DOCENTE:		FECHA		PRÁCTICA N°:	
LABORATORIO DONDE SE DESARROLLARÁ LA PRÁCTICA:					
TEMA DE LA PRÁCTICA:	Protección con el relé de máxima tensión para CA.				
INTRODUCCIÓN:					
<p>El Relé de tensión para ca:</p> <p>El Relé de tensión para ca, modelo 3818-1 de Labvolt, es un dispositivo de protección sensible a la corriente alterna (ca). Se puede ajustar para responder a las condiciones de tensión máxima Este relé se suministra con los ajustes del valor de referencia de la tensión y de la histéresis, así como los selectores de las tensiones máximas, junto con un único juego de contactos.</p>					
					
<p>Ilustración 21. Relé de mínima/máxima tensión</p>					
<p>Motor jaula de ardilla</p> <p>El motor jaula de ardilla de cuatro polos es una maquina es un motor de inducción de corriente alterna, está montado sobre un eje rotatorio e internamente este compuesto por barras de aluminio o de cobre colocados en ambos extremos poniendo en cortocircuito los anillas que forman la jaula.</p>					



Ilustración 22. Motor jaula de ardilla

OBJETIVOS:

GENERAL

- Proteger y observar el comportamiento del motor jaula de ardilla cuando se utiliza el dispositivo de protección en modo mínima tensión.

ESPECÍFICOS

- Investigar el funcionamiento del relé de corriente alterna en modo mínima tensión.
- Observar las variaciones de voltaje a las cuales trabaja este equipo.
- Comparar los rangos de voltaje a los cuales actúa este relé en la configuración de tensión mínima y tensión máxima.

LISTADO DE EQUIPOS, MATERIALES:

MATERIALES:

- Cables conectores de labvolt.

EQUIPOS:

- Fuente de alimentación.
- Relé trifásico de tensión para corriente alterna.
- Motor jaula de ardilla de cuatro polos.
- Interfaz de adquisición de datos.
- Computadora.
- Contactor.

PREPARATORIO:

(Antes de la Practica Realizar el siguiente trabajo preparatorio que relaciona la temática a desarrollar en la práctica)

- ¿Investigar las diferencias entre la configuración del relé a modo mínima y máxima tensión?
- ¿Investigar aplicaciones del relé de tensión para ca en modo tensión mínima?
- ¿Investigar los parámetros que accionan este tipo de relé?

INSTRUCCIONES:

Advertencia: ¡En este experimento de laboratorio se manejan altos voltajes! ¡No haga ninguna conexión cuando la fuente esté conectada! ¡La fuente debe desconectarse después de hacer cada medición!

- Mantener un plan de emergencia por presentarse cualquier eventualidad por accidente de trabajo o enfermedad ocupacional.
- Establecer un cronograma de las actividades a desarrollar y responsables de cada una de ellas.
- Evitar distracciones en el momento de desarrollar la práctica.
- Verifique la disponibilidad de los equipos a usar en la práctica y comprobar que todos los elementos estén en buen estado.
- Utilizar el equipo de protección adecuado para realizar la práctica.

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:

1) Conexión de la fuente de voltaje y relé:

- a. Asegúrese que la fuente de alimentación este apagada.



Ilustración 23. Fuente de alimentación

- b. De la salida fija 3 de la fuente alimentación fija y el neutro conecte a la entrada L y N de las entradas del relé de tensión para corriente alterna asegúrese de conectar al relé con el voltaje adecuado para su funcionamiento.
- c. De las salidas 4 de la fuente alimentación variable conecte a la entrada del contactor 2T1, de la salida 5 de la fuente de alimentación conecte a la entrada 4T2 del contactor, de la salida 6 de la fuente conecte a la entrada número 9 del relé de tensión.
- d. Cambie la configuración del relé de máxima a mínima tensión.
- e. Utilice cables para conectar la entrada número 9 del relé a la entrada 6T3 del contactor.
- f. Alimente con el neutro de la entrada de alimentación del relé a A2 del contactor.
- g. Para realizar medidas de corriente conecte de las salidas del contactor L1, L2, L3 a la entrada I1, I2, I3 interfaz de adquisición datos.

- h. De la salida del interfaz (comunes I1, I2, I3 respectivamente) conecte al motor jaula de ardilla en 1, 2,3.
- i. Para recolectar datos de voltaje conecte cables en la entrada 1.2.3 del motor jaula de ardilla y conéctelos a la entrada del interfaz de datos E1, E2, E3 respectivamente.
- j. Para poder realizar la medición de voltaje conecte el neutro a los comunes de la entrada del interfaz
- k. Conecte el cable de transmisión de datos vía USB a la computadora.

2) Conexión para la adquisición de datos de corriente.

- a. Apague la fuente de alimentación.
- b. Alimente el interfaz de adquisición de datos mediante la fuente a un voltaje de 24 voltios.
- c. Ingrese en la computadora al programa LVDAC-EMS, escoja la opción frecuencia de 60 Hz.
- d. Si desea visualizar ondas de corriente y voltaje escoja la opción osciloscopio.
- e. Ubíquese en la ventana ajustes de osciloscopio.
- f. Presione la opción regeneración continua o auto escala de ser necesario.
- g. En la opción canal 1 configure la entrada E1.
- h. En la opción canal 2 configure la entrada E2.
- i. En la opción canal 3 configure la entrada E3.
- j. En la opción canal 4 configure la entrada I1.
- k. En la opción canal 5 configure la entrada I2.
- l. En la opción canal 6 configure la entrada I3.
- m. Si desea observar diagramas fasoriales escoja la opción analizador de fasores.
 - a) Ubique en la ventana ajustes de analizador de fasores.
 - b) Presione la opción regeneración continua y auto escala de ser necesario.
 - c) Para observar fasores de corriente colóquese en la ventana de corrientes y encienda I1, I2, I3.
 - d) Para observar fasores de voltaje colóquese en la ventana de voltaje y encienda las opciones E1, E2, E3.
- n. Si desea observar opciones de amperímetro voltímetro despliegue la opción aparatos de medición.
 - a) Ubíquese en la pestaña M1 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija E1 de ser necesario.

- b) Ubíquese en la pestaña M2 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija E2 de ser necesario.
- c) Ubíquese en la pestaña M3 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija E3 de ser necesario.
- d) Ubíquese en la pestaña M7 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija I1 de ser necesario.
- e) Ubíquese en la pestaña M8 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija I2 de ser necesario.
- f) Ubíquese en la pestaña M9 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija I3 de ser necesario.

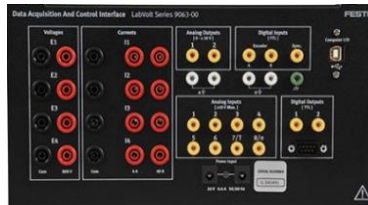


Ilustración 24. Interfaz de adquisición de datos y control

IMPORTANTE: Revisar en ajustes de adquisición de datos y control –G307140 en la opción gama que los valores a medir estén en el rango de la configuración.

RESULTADOS OBTENIDOS:

Incorporar más resultado de ser necesario en función de variantes que puede establecer el tutor

VOLTIOS	E1	E2	E3	I1	I2	I3
5						
10						
15						
17						
20						
25						
30						
35						
40						
45						
50						
55						
60						
63						
66						

CUESTIONARIO:

- ¿Por qué el motor no vence la inercia a los 19 voltios?
- ¿Explique porque las bobinas del contactor no se energizan a 50 voltios?
- ¿Por qué el circuito se cierra a los 62 voltios?

CONCLUSIONES:

- La configuración del relé es la más importante al momento de proteger equipos ya que la misma funciona dependiendo de los valores asignados.
- Los rangos y valores de voltaje asignados al equipo de protección son muy diferentes a los asignados y observados en la configuración del relé en el modo de máxima tensión.
- Para cerrar el circuito y obtener el giro del motor la fuente de voltaje tuvo que tener un valor de 62 voltios.

RECOMENDACIONES:

- Al momento de poner en marcha el relé, se debe tomar en cuenta el modo en el que se desea trabajar ya sea de máxima o mínima tensión.
- Se debe tomar en cuenta la carga que se va a conectar, es decir la sensibilidad que debe tener, debido que este relé tiene la facilidad de programar el nivel de voltaje mínimo y máximo al que el relé debe actuar con la finalidad de proteger el sistema eléctrico.
- Trabajar con la fuente de alimentación en con la configuración 6-N y desactivada para evitar daños en los equipos y accidentes en los estudiantes.

12 Guía Instructiva de Conexión de los Equipos para el Docente.

12.1 Protección con el relé de máxima y mínima tensión a un motor jaula de ardilla

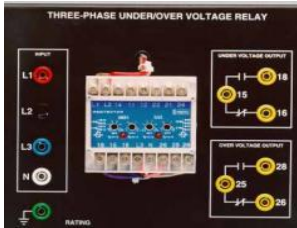
GUÍA PRÁCTICA					
FACULTAD:	CIYA	CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA		
ASIGNATURA:	PROTECCIONES ELÉCTRICAS	PERÍODO ACADÉMICO		NIVEL:	
DOCENTE:		FECHA:		PRÁCTICA N°:	
LABORATORIO DONDE SE DESARROLLARÁ LA PRÁCTICA:					
TEMA DE LA PRÁCTICA:	Protección con el relé de máxima y mínima tensión a un motor jaula de ardilla utilizando la función de mínima tensión.				
INTRODUCCIÓN:					
<p>Relé de máxima y mínima tensión:</p> <p>El relé de máxima y mínima tensión es un dispositivo que permite proteger a los aparatos de una sobre tensión y una mínima tensión. El Relé trifásico de mínima/máxima tensión, de Labvolt, es un dispositivo de protección sensible a las condiciones de mínima y máxima tensión que se presentan en los sistemas de potencia trifásicos. Se dispara cuando la tensión de cualquiera de las tres fases sale fuera de los límites ajustados. Este relé se suministra con los ajustes de la tensión de referencia y de la histéresis para las tensiones mínima y máxima junto con dos juegos independientes de contactos: uno para la tensión mínima y otro para la tensión máxima en esta práctica se utiliza los contactos de mínima tensión.</p>					
					
<p>Ilustración 25. Relé de mínima/máxima tensión</p>					
<p>Motor jaula de ardilla</p> <p>El motor jaula de ardilla de cuatro polos es una maquina es un motor de inducción de corriente alterna, está montado sobre un eje rotatorio e internamente este compuesto por barras de aluminio o de cobre colocados en ambos extremos poniendo en cortocircuito los anillas que forman la jaula.</p>					



Ilustración 26. Motor jaula de ardilla

OBJETIVOS:

GENERAL

- Proteger al motor jaula de ardilla con el relé de máxima y mínima tensión utilizando los contactos de mínima tensión

ESPECÍFICOS

- Investigar el funcionamiento del relé de máxima y mínima tensión.
- Realizar la conexión del módulo de protección con el motor.
- Observar los rangos de voltaje que opera el relé a mínima tensión.

LISTADO DE EQUIPOS, MATERIALES:

MATERIALES:

- Cables conectores de labvolt.

EQUIPOS:

- Fuente de alimentación.
- Relé trifásico de mínima y máxima tensión.
- Motor jaula de ardilla de cuatro polos.
- Interfaz de adquisición de datos.
- Computadora.
- Contactor.

PREPARATORIO:

(Antes de la Practica Realizar el siguiente trabajo preparatorio que relaciona la temática a desarrollar en la práctica)

- ¿Investigar que hace un relé de protección y su funcionamiento?
- ¿Investigar aplicaciones del relé de máxima y mínima tensión?
- ¿Investigar el funcionamiento del motor jaula de ardilla?
- ¿Investigar el funcionamiento y las conexiones de un contactor?

INSTRUCCIONES:

Advertencia: ¡En este experimento de laboratorio se manejan altos voltajes! ¡No haga ninguna conexión cuando la fuente esté conectada! ¡La fuente debe desconectarse después de hacer cada medición!

- Mantener un plan de emergencia por presentarse cualquier eventualidad por accidente de trabajo o enfermedad ocupacional.
- Establecer un cronograma de las actividades a desarrollar y responsables de cada una de ellas.
- Evitar distracciones en el momento de desarrollar la práctica.
- Verifique la disponibilidad de los equipos a usar en la práctica y comprobar que todos los elementos estén en buen estado.
- Utilizar el equipo de protección adecuado para realizar la práctica.

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:

1) Conexión de la fuente de voltaje contactor y relé:

- a. Asegúrese que la fuente de alimentación este apagada.



Ilustración 27. Fuente de alimentación

- b. De las entradas variables 4, 5,6 de la fuente alimentación proceda a conectar a las entradas del relé trifásico de máxima y mínima tensión L1, L2, L3 respectivamente.
- c. Conecte L1 a la entrada del contacto número 15 de salida del relé.

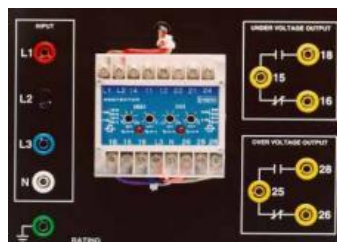


Ilustración 28. Relé de mínima y máxima tensión

- d. Del contacto 16 de salida de tensión mínima conecte a A1 del contactor.
- e. De neutro del ingreso del relé conecte a A2 del contactor.
- f. Conecte de las entradas L1, L2, L3 de la entrada del relé a las entradas 2T1, 4T2, 6T3 del contactor.
- g. De las salidas del contactor L1, L2, L3 conecte al interfaz de adquisición de datos y control I1, I2, I3 respectivamente.
- h. Conecte los comunes del interfaz de adquisición de datos a la entrada 1, 2, 3 del motor jaula de ardilla.
- i. Para realizar mediciones de voltaje conecte los comunes de las tenciones del módulo de interfaz a neutro.
- j. Posteriormente conecte las entradas 1, 2, 3 del motor jaula de ardilla a E1, E2, E3 del módulo de interfaz.
- k. Asegúrese que la fuente de alimentación este configurada en la opción 6-N.
- l. Encienda la fuente y regule el voltaje para observar el comportamiento del relé.



Ilustración 29. Motor jaula de ardilla

2) Conexión para la adquisición de datos de corriente.

- a. Apague la fuente de alimentación.
- b. Alimente el interfaz de adquisición de datos mediante la fuente a un voltaje de 24 voltios.
- c. Ingrese en la computadora al programa LVDAC-EMS, escoja la opción frecuencia de 60 Hz.
- d. Si desea visualizar ondas de corriente y voltaje escoja la opción osciloscopio.
 - a) Ubíquese en la ventana ajustes de osciloscopio.
 - b) Presione la opción regeneración continua o auto escala de ser necesario.
 - c) En la opción canal 1 configure la entrada E1.
 - d) En la opción canal 2 configure la entrada E2.

- e) En la opción canal 3 configure la entrada E3.
 - f) En la opción canal 4 configure la entrada I1.
 - g) En la opción canal 5 configure la entrada I2.
 - h) En la opción canal 6 configure la entrada I3.
- e. Si desea observar diagramas fasoriales escoja la opción analizador de fasores.
- a) Ubique en la ventana ajustes de analizador de fasores.
 - b) Presione la opción regeneración continua y auto escala de ser necesario.
 - c) Para observar fasores de corriente colóquese en la ventana de corrientes y encienda I1, I2, I3.
 - d) Para observar fasores de voltaje colóquese en la ventana de voltaje y encienda las opciones E1, E2, E3.
- f. Si desea observar opciones de amperímetro voltímetro despliegue la opción aparatos de medición.
- a) Ubíquese en la pestaña M1 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija E1 de ser necesario.
 - b) Ubíquese en la pestaña M2 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija E2 de ser necesario.
 - c) Ubíquese en la pestaña M3 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija E3 de ser necesario.
 - d) Ubíquese en la pestaña M7 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija I1 de ser necesario.
 - e) Ubíquese en la pestaña M8 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija I2 de ser necesario.
 - f) Ubíquese en la pestaña M9 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija I3 de ser necesario.

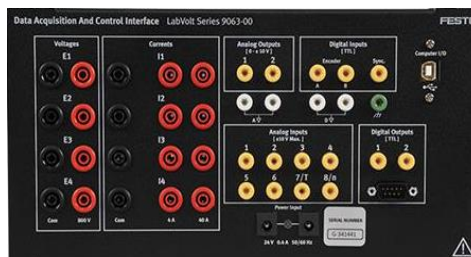


Ilustración 30. Interfaz de adquisición de datos

RESULTADOS OBTENIDOS:

Incorporar más resultado de ser necesario en función de variantes que puede establecer el tutor.

Relé trifásico de mínima tensión al 80%.

Voltaje de operación (mínima tensión) (V)	Voltaje L1(V)	Voltaje L2(V)	Voltaje L3(V)	Corriente L1(A)	Corriente L2(A)	Corriente L3(A)
50	0,587	0,49	0,473	0,008	0,007	0,007
52	0,581	0,488	0,475	0,008	0,007	0,007
53	0,595	0,478	0,486	0,008	0,007	0,007
55	55,19	56,16	57,21	0,275	0,333	0,324
57	56,6	57,38	58,73	0,28	0,334	0,328
60	59,16	59,99	61,04	0,295	0,344	0,329

Relé trifásico de mínima tensión al 95%

Voltaje de operación (V)	Voltaje L1(V)	Voltaje L2(V)	Voltaje L3(V)	Corriente L1(A)	Corriente L2(A)	Corriente L3(A)
65	0,612	0,52	0,506	0,008	0,007	0,007
66	0,603	0,498	0,496	0,008	0,007	0,007
67	65,98	67,5	68,41	0,326	0,381	0,358
68	67,99	69,35	70,11	0,338	0,386	0,362

Relé trifásico de mínima tensión al 100%

Voltaje de operación (V)	Voltaje L1(V)	Voltaje L2(V)	Voltaje L3(V)	Corriente L1(A)	Corriente L2(A)	Corriente L3(A)
65	0,598	0,491	0,495	0,008	0,007	0,007
66	0,597	0,486	0,591	0,008	0,007	0,007
67	0,594	0,5	0,5	0,008	0,007	0,007
68	0,589	0,484	0,493	0,008	0,007	0,007
69	69,33	70,66	71,47	0,351	0,388	0,364
71	70,63	71,96	72,68	0,356	0,395	0,369
73	72,69	74,25	74,76	0,365	0,407	0,379

CUESTIONARIO:

- ¿Qué ocurre con las corrientes cuando el motor trabaja con normalidad?
- ¿Qué ocurre con la corriente y el voltaje cuando el relé de mínima tensión actúa y acciona el contactor?
- ¿Por qué el voltaje no desaparece completamente de las fases que abre el relé?

CONCLUSIONES:

- El relé trifásico de tensión mínima y máxima en modo de tensión mínima ayuda a proteger al motor censando los voltajes y abriendo el circuito para la posterior acción de abrir el mismo mediante el contactor.
- Para que la bobina del contactor se energice y el circuito se cierre la fuente de voltaje debe estar en un valor superior los 14 voltios, el motor vence la inercia luego de superar los 19 voltios.
- Una vez que el dispositivo de protección en el modo mínima tensión sobrepasa los 60 voltios este mediante el contactor desconecta a todo el circuito salvaguardando la vida útil del mismo.

RECOMENDACIONES:

- Ajustar la fuente de alimentación en la opción 6-N y verificar en qué modo de tensión se encuentra el relé.
- Realizar todas las practicas percatándose que la fuente de alimentación este apagada y que los voltajes no superen el máximo permisible de operación de los relés.
- No sobrepase los 60 voltios de trabajo ya que podría ocurrir daños en los equipos.

12.2 Protección con el relé de máxima y mínima tensión a un motor jaula de ardilla

GUÍA PRÁCTICA					
FACULTAD:	CIYA	CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA		
ASIGNATURA:	PROTECCIONES ELÉCTRICAS	PERÍODO ACADÉMICO :		NIVEL:	
DOCENTE:		FECHA:		PRÁCTICA N°:	
LABORATORIO DONDE SE DESARROLLARÁ LA PRÁCTICA:					
TEMA DE LA PRÁCTICA:	Protección con el relé de máxima y mínima tensión a un motor jaula de ardilla utilizando la función de máxima tensión.				

INTRODUCCIÓN:

Relé de máxima y mínima tensión:

El relé de máxima y mínima tensión es un dispositivo que permite proteger a los aparatos de una sobre tensión y una mínima tensión. El Relé trifásico de mínima/máxima tensión, de Labvolt, es un dispositivo de protección sensible a las condiciones de mínima y máxima tensión que se presentan en los sistemas de potencia trifásicos. Se dispara cuando la tensión de cualquiera de las tres fases sale fuera de los límites ajustados. Este relé se suministra con los ajustes de la tensión de referencia y de la histéresis para las tensiones mínima y máxima junto con dos juegos independientes de contactos: uno para la tensión mínima y otro para la tensión máxima en esta práctica se utiliza los contactos de mínima tensión.

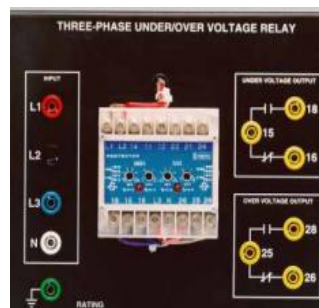


Ilustración 31. Relé de mínima/máxima tensión

Motor jaula de ardilla

El motor jaula de ardilla de cuatro polos es una maquina es un motor de inducción de corriente alterna, está montado sobre un eje rotatorio e internamente este compuesto por barras de

aluminio o de cobre colocados en ambos extremos poniendo en cortocircuito los anillos que forman la jaula.



Ilustración 32. Motor jaula de ardilla

OBJETIVOS:

GENERAL

- Proteger y evidenciar la acción que realiza el relé trifásico de mínima y máxima tensión en el modo máxima tensión para salvaguardar la integridad de un motor.

ESPECÍFICOS

- Investigar el funcionamiento del relé de máxima y mínima tensión.
- Observar el comportamiento de las ondas de voltaje y corriente antes de la falla y después que el equipo de protección haya actuado.
- Comparar los rangos de voltaje en los que actúa el relé trifásico de mínima y máxima tensión calibrado en los dos modos respectivamente.

LISTADO DE EQUIPOS, MATERIALES:

MATERIALES:

- Cables conectores de labvolt.

EQUIPOS:

- Fuente de alimentación.
- Relé trifásico de mínima y máxima tensión.
- Motor jaula de ardilla de cuatro polos.
- Interfaz de adquisición de datos.
- Computadora.
- Contactor.

PREPARATORIO:

(Antes de la Practica Realizar el siguiente trabajo preparatorio que relaciona la temática a desarrollar en la práctica)

- ¿Investigar la diferencia entre el modo de tensión mínima y tensión máxima del relé?
- ¿Investigar cómo actúa un relé y un contacto?
- ¿Investigar el funcionamiento del motor jaula de ardilla?
- ¿Investigar las conexiones de un contactor?

INSTRUCCIONES:

Advertencia: ¡En este experimento de laboratorio se manejan altos voltajes! ¡No haga ninguna conexión cuando la fuente esté conectada! ¡La fuente debe desconectarse después de hacer cada medición!

- Mantener un plan de emergencia por presentarse cualquier eventualidad por accidente de trabajo o enfermedad ocupacional.
- Establecer un cronograma de las actividades a desarrollar y responsables de cada una de ellas.
- Evitar distracciones en el momento de desarrollar la práctica.
- Verifique la disponibilidad de los equipos a usar en la práctica y comprobar que todos los elementos estén en buen estado.
- Utilizar el equipo de protección adecuado para realizar la práctica.

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:

1) Conexión de la fuente de voltaje contactor y relé:

- a. Asegúrese que la fuente de alimentación este apagada.



Ilustración 33. Fuente de alimentación

- b. De las entradas variables 4, 5, 6 de la fuente alimentación proceda a conectar a las entradas del relé trifásico de máxima y mínima tensión L1, L2, L3 respectivamente.

- c. Conecte L1 a la entrada del contacto número 25 de salida del relé.

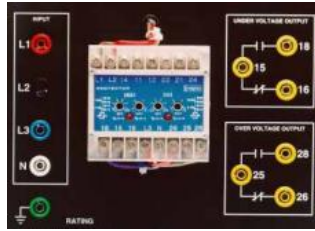


Ilustración 34. Relé de mínima y máxima tensión

- d. Del contacto 26 de salida de tensión mínima conecte a A1 del contactor.
- e. De neutro del ingreso del relé conecte a A2 del contactor.
- f. Conecte de las entradas L1, L2, L3 de la entrada del relé a las entradas 2T1, 4T2, 6T3 del contactor.
- g. De las salidas del contactor L1, L2, L3 conecte al interfaz de adquisición de datos y control I1, I2, I3 respectivamente.
- h. Conecte los comunes del interfaz de adquisición de datos a la entrada 1, 2, 3 del motor jaula de ardilla.
- i. Para realizar mediciones de voltaje conecte los comunes de las tensiones del módulo de interfaz a neutro.
- j. Posteriormente conecte las entradas 1, 2, 3 del motor jaula de ardilla a E1, E2, E3 del módulo de interfaz.
- k. Asegúrese que la fuente de alimentación este configurada en la opción 6-N.
- l. Encienda la fuente y regule el voltaje para observar el comportamiento del relé.



Ilustración 35. Motor jaula de ardilla

2) Conexión para la adquisición de datos de corriente.

- a. Apague la fuente de alimentación.
- b. Alimente el interfaz de adquisición de datos mediante la fuente a un voltaje de 24 voltios.

- c. Ingrese en la computadora al programa LVDAC-EMS, escoja la opción frecuencia de 60 Hz.
- d. Si desea visualizar ondas de corriente y voltaje escoja la opción osciloscopio.
 - a) Ubíquese en la ventana ajustes de osciloscopio.
 - b) Presione la opción regeneración continua o auto escala de ser necesario.
 - c) En la opción canal 1 configure la entrada E1.
 - d) En la opción canal 2 configure la entrada E2.
 - e) En la opción canal 3 configure la entrada E3.
 - f) En la opción canal 4 configure la entrada I1.
 - g) En la opción canal 5 configure la entrada I2.
 - h) En la opción canal 6 configure la entrada I3.
- k. Si desea observar diagramas fasoriales escoja la opción analizador de fasores.
 - a) Ubique en la ventana ajustes de analizador de fasores.
 - b) Presione la opción regeneración continua y auto escala de ser necesario.
 - c) Para observar fasores de corriente colóquese en la ventana de corrientes y encienda I1, I2, I3.
 - d) Para observar fasores de voltaje colóquese en la ventana de voltaje y encienda las opciones E1, E2, E3.
- l. Si desea observar opciones de amperímetro voltímetro despliegue la opción aparatos de medición.
 - a) ubíquese en la pestaña M1 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija E1 de ser necesario.
 - b) ubíquese en la pestaña M2 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija E2 de ser necesario.
 - c) Ubíquese en la pestaña M3 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija E3 de ser necesario.
 - d) ubíquese en la pestaña M7 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija I1 de ser necesario.
 - e) ubíquese en la pestaña M8 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija I2 de ser necesario.
 - f) ubíquese en la pestaña M9 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija I3 de ser necesario.

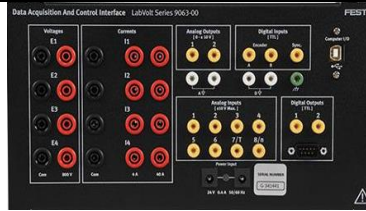


Ilustración 36. Interfaz de adquisición de datos

RESULTADOS OBTENIDOS:

Incorporar más resultado de ser necesario en función de variantes que puede establecer el tutor.

Relé trifásico de máxima tensión al 100%.

Voltaje de operación (V)	Voltaje L1(V)	Voltaje L2(V)	Voltaje L3(V)	Corriente L1(A)	Corriente L2(A)	Corriente L3(A)
64	63,49	64,97	65,84	0,312	0,365	0,342
65	64,44	65,8	66,8	0,318	0,365	0,348
66	65,94	67,28	68,54	0,321	0,37	0,357
67	66,66	67,95	69,0	0,329	0,375	0,353
67	66,69	67,95	68,87	0,33	0,374	0,354
68	0,608	0,503	0,508	0,008	0,007	0,007

Relé trifásico de máxima tensión al 105%

Voltaje de operación (V)	Voltaje L1(V)	Voltaje L2(V)	Voltaje L3(V)	Corriente L1(A)	Corriente L2(A)	Corriente L3(A)
68	68,72	69,9	70,81	0,344	0,384	0,368
69	68,14	69,45	70,44	0,341	0,384	0,365
70	69,69	71,01	72,02	0,35	0,392	0,37
71	69,97	71,09	72,36	0,352	0,387	0,373
72	0,684	0,666	0,672	0,008	0,007	0,007

Relé trifásico de máxima tensión al 125%

Voltaje de operación (mínima tensión) (V)	Voltaje L1(V)	Voltaje L2(V)	Voltaje L3(V)	Corriente L1(A)	Corriente L2(A)	Corriente L3(A)
81	80,15	81,36	82,52	0,409	0,441	0,42
82	80,6	81,59	83,02	0,408	0,437	0,427
83	81,91	82,8	84,04	0,42	0,442	0,43
84	83,34	84,64	85,82	0,423	0,457	0,435
85	1,759	1,907	1,612	0,008	0,007	0,007

Relé trifásico de máxima tensión al 125%

Voltaje de operación (mínima tensión) (V)	Voltaje L1(V)	Voltaje L2(V)	Voltaje L3(V)	Corriente L1(A)	Corriente L2(A)	Corriente L3(A)
81	80,15	81,36	82,52	0,409	0,441	0,42
82	80,6	81,59	83,02	0,408	0,437	0,427
83	81,91	82,8	84,04	0,42	0,442	0,43
84	83,34	84,64	85,82	0,423	0,457	0,435
85	1,759	1,907	1,612	0,008	0,007	0,007

CUESTIONARIO:

- ¿Cuál es la diferencia entre las configuraciones de mínima y máxima tensión del relé?
- ¿Por qué el voltaje al cual actúa el relé es diferente según sus configuraciones?
- ¿A qué modo de tensión es más seguro trabajar justifique su respuesta?


CONCLUSIONES:

- El relé de tensión mínima y máxima ayuda a proteger cualquier de las tres fases que está conectado al motor, evitando que llegue a la carga sobrevoltajes que puede ser producido por el arranque del motor.
- Los voltajes de actuación del relé varían dependiendo el estado del modo en el cual se trabaje.
- Los voltajes y corrientes varían en tal forma que antes que la bobina se energice y después de actuar la protección es cero y en el intervalo de voltaje de correcto funcionamiento del motor son cambiantes dependiendo el voltaje de la fuente.

RECOMENDACIONES:

- Trabajar con la fuente de alineación en la configuración 6-N y las salidas variables de voltaje.
- Realice las conexiones con la fuente en estado inactivo para evitar accidentes y lesiones.
- Antes de realizar la práctica se debe comprobar que el relé se encuentre en buen estado de tal manera que evite la elevación de la tensión de red a valores superiores al máximo previsible.

12.3 Guía para la práctica de laboratorio del relé de factor de potencia

GUÍA PRÁCTICA					
FACULTAD:	CIYA	CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA		
ASIGNATURA:	PROTECCIONES ELÉCTRICAS	PERÍODO ACADÉMICO		NIVEL:	
DOCENTE:		FECHA		PRÁCTICA N°:	
LABORATORIO DONDE SE DESARROLLARÁ LA PRÁCTICA:					
TEMA DE LA PRÁCTICA:	Adquisición de datos de corriente, voltaje y ondas de un motor jaula de ardilla conectado con un relé de factor de potencia.				
INTRODUCCIÓN:					
<p>Relé de factor de potencia.</p> <p>El Relé de factor de potencia para motor, es un dispositivo de protección sensible a la variación del factor de potencia, en consecuencia el factor de potencia depende de la carga mecánica aplicada al motor, este relé se puede utilizar para detectar las condiciones de mínima y máxima carga de un motor de inducción trifásico. Con este relé se suministran, los ajustes del valor de referencia del factor de potencia.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Ilustración 37. Relé de factor de potencia.</p>					
OBJETIVOS:					
GENERAL					
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Observar las ondas de corrientes y voltajes conectados al motor jaula de ardilla. 					
ESPECÍFICOS					
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Evidenciar alteraciones de factor de potencia al aumentar voltaje. ➤ Realizar la conexión del relé de factor de potencia con el motor jaula de ardilla ➤ Observar las ondas de corrientes y voltajes conectando con el relé de factor de potencia y el motor jaula de ardilla. 					
LISTADO DE EQUIPOS, MATERIALES:					

MATERIALES:

- Cables conectores Labvolt

EQUIPOS:

- Contactor
- Relé de factor de potencia para motor.
- Fuente de alimentación variable y fija
- Motor jaula de ardilla
- Relé de factor de potencia

PREPARATORIO:

(Antes de la Practica Realizar el siguiente trabajo preparatorio que relaciona la temática a desarrollar en la práctica)

- ¿Investigar los tipos de cargas que alteran el factor de potencia?
- ¿Investigar cuáles son los parámetros básicos que se deben configurar al relé de factor de potencia?
- ¿Analizar que sucede con las ondas de voltaje y corriente?

INSTRUCCIONES:

Advertencia: ¡En este experimento de laboratorio se manejan altos voltajes! ¡No haga ninguna conexión cuando la fuente esté conectada! ¡La fuente debe desconectarse después de hacer cada medición!

- Mantener un plan de emergencia por presentarse cualquier eventualidad por accidente de trabajo o enfermedad ocupacional.
- Establecer un cronograma de las actividades a desarrollar y responsables de cada una de ellas.
- Evitar distracciones en el momento de desarrollar la práctica.
- Verifique la disponibilidad de los equipos a usar en la práctica y comprobar que todos los elementos estén en buen estado.
- Utilizar el equipo de protección adecuado para realizar la práctica.

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:

- 1) Conexión de la fuente de voltaje y relé y contactor.
 - a. Asegúrese que la fuente de alimentación está apagada.



Ilustración 38. Fuente de alimentación

- b. De las salidas variables de la fuente de alimentación 4, 5, 6 conecte a la entrada del relé de factor de potencia L1, L2, L3 respectivamente.

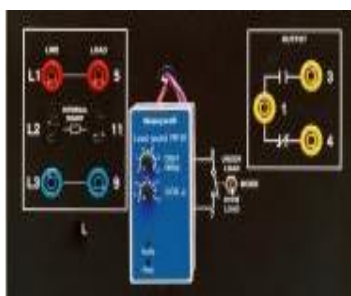


Ilustración 39. Relé de factor de potencia para motor

- c. De la salida 5 de la carga conecte a la salida 1 del relé.
- d. Conecte A1 del contactor a la salida 4 del relé de factor de potencia y A2 a neutro de la fuente variable.
- e. Conecte 5, 11 y 9 a las entradas del contactor 2T1, 4T2 y 6T3.
- f. De las salidas de los contactos L1, L2 y L3 conecte al interfaz de adquisición de datos y control I1, I2, I3 respectivamente.
- g. De las salidas comunes de las corrientes del interfaz conecte a las entradas del motor jaula de ardilla 1, 2, 3.
- h. Conecte las entradas del motor 1, 2, 3 a las entradas E1, E2, E3 del interfaz de datos y de control, las salidas comunes de tensión deben estar conectadas al neutro de una de las fuentes.
- i. Conecte el neutro de la fuente variable al motor.
- j. Encienda la fuente y observe el comportamiento del relé al aumentar y disminuir voltaje.
- 2) Conexión para la adquisición de datos de voltaje.**
- a. Apague la fuente de alimentación.

- b. Alimente el interfaz de adquisición de datos mediante la fuente a un voltaje de 24 voltios.
 - c. Ingrese en la computadora al programa LVDAC-EMS, escoja la opción frecuencia de 60 Hz.
- 3) Si desea visualizar ondas de corriente y voltaje escoja la opción osciloscopio.
 - a) Ubíquese en la ventana ajustes de osciloscopio.
 - b) Presione la opción regeneración continua o auto escala de ser necesario.
 - c) En la opción canal 1 configure la entrada E1.
 - d) En la opción canal 2 configure la entrada E2.
 - e) En la opción canal 3 configure la entrada E3.
 - f) En la opción canal 4 configure la entrada I1.
 - g) En la opción canal 5 configure la entrada I2.
 - h) En la opción canal 6 configure la entrada I3.
- 4) Si desea observar diagramas fasoriales escoja la opción analizador de fasores.
 - a) Ubique en la ventana ajustes de analizador de fasores.
 - b) Presione la opción regeneración continua y auto escala de ser necesario.
 - c) Para observar fasores de corriente colóquese en la ventana de corrientes y encienda I1, I2, I3.
 - d) Para observar fasores de voltaje colóquese en la ventana de voltaje y encienda las opciones E1, E2, E3.
- 5) Si desea observar opciones de amperímetro voltímetro despliegue la opción aparatos de medición.
 - a) ubíquese en la pestaña M1 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija E1 de ser necesario.
 - b) ubíquese en la pestaña M2 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija E2 de ser necesario.
 - c) Ubíquese en la pestaña M3 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija E3 de ser necesario.
 - d) ubíquese en la pestaña M7 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija I1 de ser necesario.
 - e) ubíquese en la pestaña M8 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija I2 de ser necesario.

- f) ubíquese en la pestaña M9 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija I3 de ser necesario.

3) Para visualizar datos de factor de potencia.

- Ubíquese en la pestaña M13 y escoja la opción factor de potencia luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija FP(E1, I1).
- Ubíquese en la pestaña M14 y escoja la opción factor de potencia luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija FP(E2, I2).
- Ubíquese en la pestaña M14 y escoja la opción factor de potencia luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija FP(E3, I3).

4) Para visualizar potencias.

- Ubíquese en la pestaña M4 y en la pestaña de junto escoja la opción potencia luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija PQS(E1.I1) para cambiar la potencia que desea visualizar presione en la pestaña de potencia activa (P).
- Ubíquese en la pestaña M10 y en la pestaña de junto escoja la opción potencia luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija PQS(E2.I2) para cambiar la potencia que desea visualizar presione en la pestaña de potencia activa (P).
- Ubíquese en la pestaña M4 y en la pestaña de junto escoja la opción potencia luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija PQS(E3.I3) para cambiar la potencia que desea visualizar presione en la pestaña de potencia activa (P).

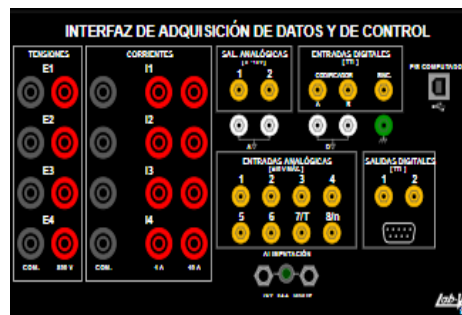


Ilustración 40. Interfaz de adquisición de datos y control

RESULTADOS OBTENIDOS:

VOLTIOS	E1	E2	E3	I1	I2	I3	FP(E1,I1)	FP(E1,I1)	FP(E1,I1)
5	0.52	0.53	0.52	0.009	0.007	0.007	0.24	0.27	0.24
10	0.56	0.49	0.49	0.009	0.007	0.007	0.33	0.21	0.32
15	0.6	0.56	0.52	0.008	0.007	0.007	0.30	0.28	0.31
16	16.7	17.2	17.2	0.315	0.315	0.35	0.32	0.33	0.39
20	20.35	20.32	21.22	0.47	0.50	0.51	0.40	0.40	0.45
25	24.6	24.95	25	0.63	0.68	0.69	0.47	0.48	0.52
30	30.21	30.77	31.4	0.87	0.90	0.91	0.57	0.57	0.56
35	35.41	35.96	35.58	0.3	0.33	0.34	0.6	0.61	0.66
40	40.57	40.98	39.79	0.25	0.32	0.31	0.52	0.58	0.6
45	44.45	45.17	45.8	0.26	0.31	0.31	0.44	0.53	0.60
50	49.31	49.6	50.2	0.26	0.32	0.31	0.37	0.47	0.56
55	54.89	55.4	55.5	0.28	0.33	0.31	0.48	0.46	0.49
60	59.56	60.78	61.4	0.29	0.36	0.33	0.34	0.23	0.34
65	0.7	0.59	0.6	0.009	0.007	0.007	0.33	0.28	0.1
VOLTIOS	P(E1,E2)	P2(E2,I2)	P3(E3,I3)	Q(E1,E2)	Q2(E2,I2)	Q3(E3,I3)	S(E1,E2)	S2(E2,I2)	S3(E3,I3)
5	0.002	0.002	0.001	0	0	0	0.005	0.004	0.003
10	0.002	0.002	0.001	0	0	0	0.005	0.004	0.003
15	0.002	0.002	0.001	0	0	0	0.005	0.004	0.003
16	1.74	2.03	2.5	4.88	5.54	5.56	5.33	6.06	6.44
20	3.20	4.26	4.7	13.22	14.57	14.77	6.36	10.5	10,9
25	7.4	8.3	9.2	20.54	22.56	22.76	15.45	17.11	17.77
30	14.1	16.5	17.5	7.95	9.28	8.72	25.87	29.12	29.04
35	6.27	7	8.2	8.56	10.35	9.56	10.26	12.22	12.33
40	5.29	7.56	8.25	10.33	12.08	11.27	10.14	12.93	12.72
45	5.36	7.62	8.45	11.96	13.94	13.19	11.61	14.36	14.28
50	4.78	7.56	9.01	14.46	17.07	15.63	12.91	15.9	16.02
55	4.83	7.85	8.78	17.06	20.49	18.41	15.27	18.82	17.95
60	4.69	8.16	9.31	18.02	19.23	18.03	17.71	22.08	20.66
65	0.002	0.002	0.001	0	0.001	0	0.006	0.004	0.004

CUESTIONARIO:

- ¿Explique cómo actúa el relé de factor potencia?
- ¿Explique un parámetro importante a cerca del relé de factor de potencia?
- ¿Explique porque al variar voltaje de la fuente de alimentación varía el factor de potencia?

CONCLUSIONES:

- El relé de factor de potencia impide que exista una disminución de este parámetro siendo un punto de referencia al cual debe regirse, una vez detectado un factor de

potencia debajo del valor nominal el relé se dispara, desconectando el sistema. La mejora del factor de potencia ayuda a disminuir las capacidades térmicas de los transformadores y conductores, reducen las pérdidas en las líneas, las caídas de tensión y por ende el ahorro energético.

- De acuerdo a los datos tabulados se puede observar que el relé de factor de potencia actúa cuando el factor de potencia de un equipo tiene una variación significativa del valor asignado como referencia en el relé.
- Al realizar las prácticas con el relé de factor de potencia se puede observar que cuando se inyecta el mínimo voltaje en las líneas en carga máxima los valores de los parámetros eléctricos de las fases conectadas a la carga son iguales no existe alteración.

RECOMENDACIONES:

- Se debe manipular el equipo por personal familiarizado, con la puesta en servicio y operación para asegurar el funcionamiento correcto del equipo.
- Trabajar con las entradas variables de la fuente para observar los parámetros de variación.
- Trabajar con la fuente de voltaje apagada para evitar posibles daños en los equipos.

12.4 Guía para la práctica de laboratorio protección con el relé de máxima tensión CA (modo tensión máxima).

GUÍA PRÁCTICA					
FACULTAD:	CIYA	CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA		
ASIGNATURA:	PROTECCIONES ELÉCTRICAS	PERÍODO ACADÉMICO		NIVEL:	
DOCENTE:		FECHA		PRÁCTICA N°:	
LABORATORIO DONDE SE DESARROLLARÁ LA PRÁCTICA:					
TEMA DE LA PRÁCTICA:	Protección con el relé de máxima tensión para CA.				

INTRODUCCIÓN:

El Relé de tensión para ca:

El Relé de tensión para ca, modelo 3818-1 de Labvolt, es un dispositivo de protección sensible a la corriente alterna (ca). Se puede ajustar para responder a las condiciones de tensión máxima Este relé se suministra con los ajustes del valor de referencia de la tensión y de la histéresis, así como los selectores de las tensiones máximas, junto con un único juego de contactos.



Ilustración 41. Relé de mínima/máxima tensión

Motor jaula de ardilla

El motor jaula de ardilla de cuatro polos es una maquina es un motor de inducción de corriente alterna, está montado sobre un eje rotatorio e internamente este compuesto por barras de aluminio o de cobre colocados en ambos extremos poniendo en cortocircuito los anillas que forman la jaula.

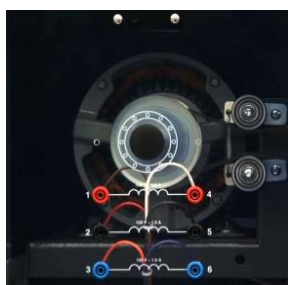


Ilustración 42. Motor jaula de ardilla

OBJETIVOS:

GENERAL

- Proteger al motor jaula de ardilla con el relé de tensión para corriente alterna.

ESPECÍFICOS

- Investigar el funcionamiento del relé de tensión para corriente alterna.
- Consultar las características generales del relé de tensión para corriente alterna.
- Observar los rangos de voltaje que opera el relé de tensión.

LISTADO DE EQUIPOS, MATERIALES:

MATERIALES:

- Cables conectores de labvolt.

EQUIPOS:

- Fuente de alimentación.
- Relé trifásico de tensión para corriente alterna.
- Motor jaula de ardilla de cuatro polos.
- Interfaz de adquisición de datos.
- Computadora.
- Contactor.

PREPARATORIO:

(Antes de la Práctica Realizar el siguiente trabajo preparatorio que relaciona la temática a desarrollar en la práctica)

- ¿Investigar que hace un relé de tensión para corriente alterna y su funcionamiento?
- ¿Investigar aplicaciones del relé de tensión para ca?
- ¿Investigar los parámetros que accionan este tipo de relé?

INSTRUCCIONES:

Advertencia: ¡En este experimento de laboratorio se manejan altos voltajes! ¡No haga ninguna conexión cuando la fuente esté conectada! ¡La fuente debe desconectarse después de hacer cada medición!

- Mantener un plan de emergencia por presentarse cualquier eventualidad por accidente de trabajo o enfermedad ocupacional.
- Establecer un cronograma de las actividades a desarrollar y responsables de cada una de ellas.
- Evitar distracciones en el momento de desarrollar la práctica.
- Verifique la disponibilidad de los equipos a usar en la práctica y comprobar que todos los elementos estén en buen estado.
- Utilizar el equipo de protección adecuado para realizar la práctica.

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:

1) Conexión de la fuente de voltaje y relé:

- Asegúrese que la fuente de alimentación este apagada.



Ilustración 43. Fuente de alimentación

- De la salida fija 3 de la fuente alimentación fija y el neutro conecte a la entrada L y N de las entradas del relé de tensión para corriente alterna asegúrese de conectar al relé con el voltaje adecuado para su funcionamiento.
- De las salidas 4 de la fuente alimentación variable conecte a la entrada del contactor 2T1, de la salida 5 de la fuente de alimentación conecte a la entrada 4T2 del contactor, de la salida 6 de la fuente conecte a la entrada número 9 del relé de tensión.
- Utilice cables para conectar la entrada número 9 del relé a la entrada 6T3 del contactor.
- Alimente con el neutro de la entrada de alimentación del relé a A2 del contactor.
- Para realizar medidas de corriente conecte de las salidas del contactor L1, L2, L3 a la entrada I1, I2, I3 interfaz de adquisición datos.

- g. De la salida del interfaz (comunes I1, I2, I3 respectivamente) conecte al motor jaula de ardilla en 1, 2,3.
- h. Para recolectar datos de voltaje conecte cables en la entrada 1.2.3 del motor jaula de ardilla y conéctelos a la entrada del interfaz de datos E1, E2, E3 respectivamente.
- i. Para poder realizar la medición de voltaje conecte el neutro a los comunes de la entrada del interfaz
- j. Conecte el cable de transmisión de datos vía USB a la computadora.

2) Conexión para la adquisición de datos de corriente.

- a. Apague la fuente de alimentación.
- b. Alimente el interfaz de adquisición de datos mediante la fuente a un voltaje de 24 voltios.
- c. Ingrese en la computadora al programa LVDAC-EMS, escoja la opción frecuencia de 60 Hz.
- d. Si desea visualizar ondas de corriente y voltaje escoja la opción osciloscopio.
 - a) Ubíquese en la ventana ajustes de osciloscopio.
 - b) Presione la opción regeneración continua o auto escala de ser necesario.
 - c) En la opción canal 1 configure la entrada E1.
 - d) En la opción canal 2 configure la entrada E2.
 - e) En la opción canal 3 configure la entrada E3.
 - f) En la opción canal 4 configure la entrada I1.
 - g) En la opción canal 5 configure la entrada I2.
 - h) En la opción canal 6 configure la entrada I3.
- e. Si desea observar diagramas fasoriales escoja la opción analizador de fasores.
 - a) Ubique en la ventana ajustes de analizador de fasores.
 - b) Presione la opción regeneración continua y auto escala de ser necesario.
 - c) Para observar fasores de corriente colóquese en la ventana de corrientes y encienda I1, I2, I3.
 - d) Para observar fasores de voltaje colóquese en la ventana de voltaje y encienda las opciones E1, E2, E3.
- f. Si desea observar opciones de amperímetro voltímetro despliegue la opción aparatos de medición.

- a) Ubíquese en la pestaña M1 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija E1 de ser necesario.
- b) Ubíquese en la pestaña M2 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija E2 de ser necesario.
- c) Ubíquese en la pestaña M3 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija E3 de ser necesario.
- d) Ubíquese en la pestaña M7 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija I1 de ser necesario.
- e) Ubíquese en la pestaña M8 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija I2 de ser necesario.
- f) Ubíquese en la pestaña M9 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija I3 de ser necesario.



Ilustración 44. Interfaz de adquisición de datos y control

IMPORTANTE: Revisar en ajustes de adquisición de datos y control –G307140 en la opción gama que los valores a medir estén en el rango de la configuración.

RESULTADOS OBTENIDOS:

Incorporar más resultado de ser necesario en función de variantes que puede establecer el tutor.

VOLTIOS	E1	E2	E3	I1	I2	I3
5	0.596	0.487	0.483	0.008	0.007	0.007
10	0.596	0.487	0.483	0.008	0.007	0.007
15	0.596	0.487	0.483	0.008	0.007	0.007
17	17.4	16.66	16.94	0.31	0.31	0.33
20	20.9	19.98	20.29	0.46	0.44	0.47
25	26.72	25	26.2	0.67	0.72	0.71
30	31.06	29.79	30.17	0.77	0.72	0.76
35	36.38	35.05	35.06	0.30	0.27	0.31
40	41.6	39.96	40.84	0.29	0.25	0.31
45	46.62	44.84	45.5	0.28	0.25	0.31
50	51.36	49.51	50.37	0.28	0.27	0.32
55	56.58	54.79	55.75	0.29	0.28	0.34
60	61.8	60.31	61.24	0.33	0.30	0.35
65	0.8	0.15	0.8	0.007	0.007	0.007

CUESTIONARIO:

- ¿Qué ocurre con las corrientes cuando el motor trabaja con normalidad?
- ¿Por qué las condiciones de los parámetros son iguales antes de energizar la bobina del contactor y después de la falla justifique su respuesta?
- ¿Qué ocurre cuando el relé actúa en tensión máxima?

CONCLUSIONES:

- Una vez el voltaje máximo admisible del relé sea superado la misma manda la orden de abrir el circuito al contactor evidenciando que los parámetros de corriente, voltaje y hondas de los mismos desaparecen y quedan en un valor despreciable.
- Este tipo de dispositivos nos ayudan a controlar el rango de variación de voltaje hacia los motores salvaguardando la vida útil de los mismos.
- Para un correcto funcionamiento de un relé de máxima tensión se debe investigar las configuraciones posibles que se puede adoptar para este ya que la forma de actuación del mismo puede variar dependiendo las configuraciones a las que esté sometido.

RECOMENDACIONES:

- Al momento de poner en marcha el relé, se debe tomar en cuenta el lugar donde se requiere instalar, si son instalaciones industriales, comerciales, etc.
- Se debe tomar en cuenta la carga que se va a conectar, es decir la sensibilidad que debe tener, debido que este relé tiene la facilidad de programar el nivel de voltaje mínimo y máximo al que el relé debe actuar con la finalidad de proteger el sistema eléctrico.
- Trabajar con la fuente de alimentación en con la configuración 6-N y desactivada para evitar daños en los equipos y accidentes en los estudiantes.

12.5 Guía para la práctica de laboratorio protección con el relé de máxima tensión CA (modo mínima tensión)

GUÍA PRÁCTICA					
FACULTAD:	CIYA	CARRERA:	INGENIERÍA ELÉCTRICA		
ASIGNATURA:	PROTECCIONES ELÉCTRICAS	PERÍODO ACADÉMICO		NIVEL:	
DOCENTE:		FECHA		PRÁCTICA N°:	
LABORATORIO DONDE SE DESARROLLARÁ LA PRÁCTICA:					
TEMA DE LA PRÁCTICA:	Protección con el relé de máxima tensión para CA.				

INTRODUCCIÓN:

El Relé de tensión para ca:

El Relé de tensión para ca, modelo 3818-1 de Labvolt, es un dispositivo de protección sensible a la corriente alterna (ca). Se puede ajustar para responder a las condiciones de tensión máxima. Este relé se suministra con los ajustes del valor de referencia de la tensión y de la histéresis, así como los selectores de las tensiones máximas, junto con un único juego de contactos.



Ilustración 45. Relé de mínima/máxima tensión

Motor jaula de ardilla

El motor jaula de ardilla de cuatro polos es una máquina es un motor de inducción de corriente alterna, está montado sobre un eje rotatorio e internamente este compuesto por barras de aluminio o de cobre colocados en ambos extremos poniendo en cortocircuito los anillos que forman la jaula.

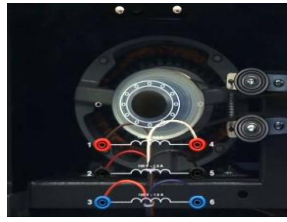


Ilustración 46. Motor jaula de ardilla

OBJETIVOS:

GENERAL

- Proteger y observar el comportamiento del motor jaula de ardilla cuando se utiliza el dispositivo de protección en modo mínima tensión.

ESPECÍFICOS

- Investigar el funcionamiento del relé de corriente alterna en modo mínima tensión.
- Observar las variaciones de voltaje a las cuales trabaja este equipo.
- Comparar los rangos de voltaje a los cuales actúa este relé en la configuración de tensión mínima y tensión máxima.

LISTADO DE EQUIPOS, MATERIALES:

MATERIALES:

- Cables conectores de labvolt.

EQUIPOS:

- Fuente de alimentación.
- Relé trifásico de tensión para corriente alterna.
- Motor jaula de ardilla de cuatro polos.
- Interfaz de adquisición de datos.
- Computadora.
- Contactor.

PREPARATORIO:

(Antes de la Practica Realizar el siguiente trabajo preparatorio que relaciona la temática a desarrollar en la práctica)

- ¿Investigar las diferencias entre la configuración del relé a modo mínima y máxima tensión?
- ¿Investigar aplicaciones del relé de tensión para ca en modo tensión mínima?
- ¿Investigar los parámetros que accionan este tipo de relé?

INSTRUCCIONES:

Advertencia: ¡En este experimento de laboratorio se manejan altos voltajes! ¡No haga ninguna conexión cuando la fuente esté conectada! ¡La fuente debe desconectarse después de hacer cada medición!

- Mantener un plan de emergencia por presentarse cualquier eventualidad por accidente de trabajo o enfermedad ocupacional.
- Establecer un cronograma de las actividades a desarrollar y responsables de cada una de ellas.
- Evitar distracciones en el momento de desarrollar la práctica.
- Verifique la disponibilidad de los equipos a usar en la práctica y comprobar que todos los elementos estén en buen estado.
- Utilizar el equipo de protección adecuado para realizar la práctica.

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:

1) Conexión de la fuente de voltaje y relé:

- a. Asegúrese que la fuente de alimentación este apagada.



Ilustración 47. Fuente de alimentación

- b. De la salida fija 3 de la fuente alimentación fija y el neutro conecte a la entrada L y N de las entradas del relé de tensión para corriente alterna asegúrese de conectar al relé con el voltaje adecuado para su funcionamiento.
- c. De las salidas 4 de la fuente alimentación variable conecte a la entrada del contactor 2T1, de la salida 5 de la fuente de alimentación conecte a la entrada 4T2 del contactor, de la salida 6 de la fuente conecte a la entrada número 9 del relé de tensión.
- d. Cambie la configuración del relé de máxima a mínima tensión.
- e. Utilice cables para conectar la entrada número 9 del relé a la entrada 6T3 del contactor.
- f. Alimente con el neutro de la entrada de alimentación del relé a A2 del contactor.
- g. Para realizar medidas de corriente conecte de las salidas del contactor L1, L2, L3 a la entrada I1, I2, I3 interfaz de adquisición datos.
- h. De la salida del interfaz (comunes I1, I2, I3 respectivamente) conecte al motor jaula de ardilla en 1, 2,3.

- i. Para recolectar datos de voltaje conecte cables en la entrada 1.2.3 del motor jaula de ardilla y conéctelos a la entrada del interfaz de datos E1, E2, E3 respectivamente.
- j. Para poder realizar la medición de voltaje conecte el neutro a los comunes de la entrada del interfaz
- k. Conecte el cable de transmisión de datos vía USB a la computadora.

2) Conexión para la adquisición de datos de corriente.

- a. Apague la fuente de alimentación.
- b. Alimente el interfaz de adquisición de datos mediante la fuente a un voltaje de 24 voltios.
- c. Ingrese en la computadora al programa LVDAC-EMS, escoja la opción frecuencia de 60 Hz.
- d. Si desea visualizar ondas de corriente y voltaje escoja la opción osciloscopio.
 - a) Ubíquese en la ventana ajustes de osciloscopio.
 - b) Presione la opción regeneración continua o auto escala de ser necesario.
 - c) En la opción canal 1 configure la entrada E1.
 - d) En la opción canal 2 configure la entrada E2.
 - e) En la opción canal 3 configure la entrada E3.
 - f) En la opción canal 4 configure la entrada I1.
 - g) En la opción canal 5 configure la entrada I2.
 - h) En la opción canal 6 configure la entrada I3.
- e. Si desea observar diagramas fasoriales escoja la opción analizador de fasores.
 - a) Ubique en la ventana ajustes de analizador de fasores.
 - b) Presione la opción regeneración continua y auto escala de ser necesario.
 - c) Para observar fasores de corriente colóquese en la ventana de corrientes y encienda I1, I2, I3.
 - d) Para observar fasores de voltaje colóquese en la ventana de voltaje y encienda las opciones E1, E2, E3.
- f. Si desea observar opciones de amperímetro voltímetro despliegue la opción aparatos de medición.
 - a) Ubíquese en la pestaña M1 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija E1 de ser necesario.

- b) Ubíquese en la pestaña M2 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija E2 de ser necesario.
- c) Ubíquese en la pestaña M3 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija E3 de ser necesario.
- d) Ubíquese en la pestaña M7 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija I1 de ser necesario.
- e) Ubíquese en la pestaña M8 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija I2 de ser necesario.
- f) Ubíquese en la pestaña M9 y escoja la opción voltaje luego ubíquese en la pestaña siguiente y elija I3 de ser necesario.

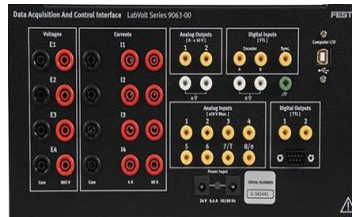


Ilustración 48. Interfaz de adquisición de datos y control

IMPORTANTE: Revisar en ajustes de adquisición de datos y control –G307140 en la opción gama que los valores a medir estén en el rango de la configuración.

RESULTADOS OBTENIDOS:

Incorporar más resultado de ser necesario en función de variantes que puede establecer el tutor.

VOLTIOS	E1	E2	E3	I1	I2	I3
5	0.59	0.49	0.46	0.008	0.007	0.008
10	0.59	0.49	0.46	0.008	0.007	0.008
15	0.59	0.49	0.46	0.008	0.007	0.008
17	0.59	0.49	0.46	0.008	0.007	0.008
20	0.59	0.49	0.46	0.008	0.007	0.008
25	0.59	0.49	0.46	0.008	0.007	0.008
30	0.59	0.49	0.46	0.008	0.007	0.008
35	0.59	0.49	0.46	0.008	0.007	0.008
40	0.59	0.49	0.46	0.008	0.007	0.008
45	0.59	0.49	0.46	0.008	0.007	0.008
50	0.59	0.49	0.46	0.008	0.007	0.008
55	0.59	0.49	0.46	0.008	0.007	0.008
60	0.59	0.49	0.46	0.008	0.007	0.008
63	63.53	61.58	62.01	0.35	0.30	0.36
66	67.16	65.09	66.05	0.36	0.31	0.37

CUESTIONARIO:

- ¿Por qué el motor no vence la inercia a los 19 voltios?
- ¿Explique porque las bobinas del contactor no se energizan a 50 voltios?
- ¿Por qué el circuito se cierra a los 62 voltios?

CONCLUSIONES:

- La configuración del relé es la más importante al momento de proteger equipos ya que la misma funciona dependiendo de los valores asignados.
- Los rangos y valores de voltaje asignados al equipo de protección son muy diferentes a los asignados y observados en la configuración del relé en el modo de máxima tensión.
- Para cerrar el circuito y obtener el giro del motor la fuente de voltaje tuvo que tener un valor de 62 voltios.

RECOMENDACIONES:

- Al momento de poner en marcha el relé, se debe tomar en cuenta el modo en el que se desea trabajar ya sea de máxima o mínima tensión.
- Se debe tomar en cuenta la carga que se va a conectar, es decir la sensibilidad que debe tener, debido que este relé tiene la facilidad de programar el nivel de voltaje mínimo y máximo al que el relé debe actuar con la finalidad de proteger el sistema eléctrico.
- Trabajar con la fuente de alimentación en con la configuración 6-N y desactivada para evitar daños en los equipos y accidentes en los estudiantes.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

PROPUESTA TECNOLÓGICA

“IMPLEMENTACIÓN DE CIRCUITOS DE COMUNICACIÓN Y PRUEBAS DE MOTORES AC PARA EL MÓDULO DE LABVOLT 3806-42 EN EL LABORATORIO DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”

MANUAL DEL USUARIO

Autores:

Villamarin Álvarez Silvio Tobías

Sigcha Oña Darwin Leonidas

Tutor:

Ing. MSc. Marco Aníbal León Segovia

Latacunga – Ecuador

Agosto 2019