



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

Título:

Implementación de una Red de Distribución Eléctrica con Protecciones Automáticas.

Autores:

Luis Gabriel Verduga Álava
Stalin José Moreira Conforme

Tutor:

Ing. Carlos Rogelio Muñoz Alcívar

Unidad Académica:

Unidad Académica de formación Técnica y Tecnológica, Educación Virtual y otras Modalidades de Estudio.

Carrera:

Electromecánica.

Flavio Alfaro, agosto de 2025

CERTIFICACION DEL TUTOR

Ing. Carlos Rogelio Muñoz Alcívar; docente de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Unidad Académica de Formación Técnica y Tecnológica, Educación Virtual y otras modalidades de estudio, en calidad de Tutor.

CERTIFICO:

Que el presente proyecto integrador con el título: "Implementación de una Red de Distribución Eléctrica con Protecciones Automáticas." ha sido exhaustivamente revisado en varias sesiones de trabajo, está listo para su presentación y apto para su defensa.

Las opciones y conceptos vertidos en este documento son fruto de la perseverancia y originalidad de su autor:

Luis Gabriel Verduga Alava , Stalin José Moreira Conforme

Siendo de su exclusiva responsabilidad.

Flavio Alfaro, agosto de 2025



Ing. Carlos Rogelio Muñoz Alcívar

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quienes suscriben la presente:

Luis Gabriel Verduga Alava , Stalin José Moreira Conforme

Estudiantes de la Carrera de Electromecánica, declaramos bajo juramento que el presente proyecto integrador cuyo título: "Implementación de una Red de Distribución Eléctrica con Protecciones Automáticas.", previa a la obtención del Título de electromecánico, es de autoría propia y ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros y consultando las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Flavio Alfaro, agosto de 2025



Luis Gabriel Verduga Alava

Stalin José Moreira Conforme



APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto Integrador, titulado: "Implementación de una red de distribución eléctrica con protecciones automáticas." de su autor: Stalin José Moreira Conforme, y como Tutor del Trabajo el Ing. Carlos Rogelio Muñoz Alcívar.

Flavio Alfaro, agosto de 2025

Ing. Andrés Andrade García. Mg.
DIRECTOR

Ing. Carlos Rogelio Muñoz Alcívar
TUTOR

Ing. Rosalía Melissa Manzaba Morales
PRIMER MIEMBRO TRIBUNAL

Ing. Iván Fernando Salvador Tuarez
SEGUNDO MIEMBRO TRIBUNAL

Lic. Fátima Saldarriaga Santana, Mg.
SECRETARIA

AGRADECIMIENTO

Dedico este proyecto con todo mi corazón a mis padres de sangre, quienes con amor, sacrificio y esfuerzo sembraron en mí los valores que hoy me acompañan. También a mis padres de corazón, quienes sin tener la obligación, decidieron apoyarme como si lo tuvieran. Gracias por creer en mí, por cada palabra de aliento y por su compañía en los momentos difíciles.

A todas aquellas personas que dudaron de que algún día llegaría hasta aquí, les dedico también este logro. No como una revancha, sino como un recordatorio de que las metas se cumplen cuando hay perseverancia, fe y convicción en uno mismo.

Luis Gabriel Verduga Alava

Quiero agradecer a mi director de tesis por su guía y apoyo durante este proceso. Su experiencia y conocimientos fueron fundamentales para la realización de esta investigación. Agradezco a mi familia y amigos por su apoyo y comprensión durante estos meses de trabajo intenso. Su motivación y aliento fueron clave para mi éxito. Gracias a todos los que contribuyeron con su tiempo y conocimientos a esta investigación. Su colaboración fue invaluable.

Stalin José Moreira Conforme

DEDICATORIA

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), campus Flavio Alfaro, por brindarme la oportunidad de formarme académicamente en un ambiente de respeto, aprendizaje y crecimiento.

Extiendo también mi gratitud a los docentes que me guiaron con sus enseñanzas, paciencia y compromiso. Cada clase, consejo y corrección fueron fundamentales en este camino. Este proyecto es también resultado de su labor.

Luis Gabriel Verduga Alava

A mi familia, por su amor y apoyo incondicional. Sin ellos, no habría llegado hasta aquí. A mi pareja, por ser mi roca y mi motivación. Gracias por estar siempre ahí para mí. A todos los que buscan mejorar la sociedad a través de la educación y la investigación. Espero que esta tesis sea un aporte valioso para futuras generaciones.

Stalin José Moreira Conforme

RESUMEN

Ante la creciente demanda eléctrica y la necesidad de garantizar la seguridad en las instalaciones universitarias inicia la motivación de implementar sistemas eléctricos confiables y protegidos, bajo este contexto, el presente proyecto aborda la implementación de una red de distribución eléctrica con protecciones automáticas en el galpón UNITEV, ubicado en el campus Tosagua de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, El objetivo general es dotar al galpón de una red eléctrica eficiente, segura y adecuada para su funcionamiento académico y técnico. Para ello, se aplicó una metodología basada en el análisis de carga, diseño del sistema, selección de dispositivos de protección, instalación y pruebas de funcionamiento. Como resultados hipotéticos, se estima que el sistema diseñado proporciona una distribución estable de energía, con capacidad de respuesta automática ante fallas, lo que reduce riesgos eléctricos y tiempos de interrupción. Finalmente, se concluye que el diseño e instalación de la red eléctrica con protecciones automáticas mejora significativamente la seguridad, operatividad y adaptabilidad del galpón, recomendándose su mantenimiento periódico para asegurar su eficacia a largo plazo.

PALABRAS CLAVE

Plano estructural, mantenimiento, galpón, red de distribución, propuesta.

ABSTRACT

In response to the growing electrical demand and the need to ensure safety in university facilities, the motivation arises to implement reliable and protected electrical systems. In this context, the present project focuses on the implementation of an electrical distribution network with automatic protections in the UNITEV warehouse, located on the Tosagua campus of the Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. The general objective is to equip the warehouse with an efficient, safe, and suitable electrical network for its academic and technical operations. To achieve this, a methodology was applied based on load analysis, system design, selection of protection devices, installation, and performance testing. As hypothetical results, it is estimated that the designed system provides a stable energy distribution with automatic response capability in the event of failures, which reduces electrical risks and downtime. In conclusion, the design and installation of the electrical network with automatic protections significantly improves the safety, operability, and adaptability of the warehouse, and periodic maintenance is recommended to ensure its long-term effectiveness.

KEYWORDS

Structural plan, Maintenance, workshop, Distribution network, Proposal.

ÍNDICE

CERTIFICACION DEL TUTOR.....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	II
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	III
AGRADECIMIENTO	IV
DEDICATORIA.....	V
RESUMEN	VI
PALABRAS CLAVE	VI
ABSTRACT	VII
KEYWORDS	VII
ÍNDICE	VIII
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. PROBLEMA.....	3
1.2. JUSTIFICACIÓN	4
1.3. OBJETIVOS	5
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	5
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
1.4. METODOLOGÍA.....	6
1.4.1. PROCEDIMIENTO.....	6
1.4.2. TÉCNICAS	6
1.4.3. MÉTODOS	8
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	9
2.1. DEFINICIONES	9
2.2. ANTECEDENTES	12
2.3. TRABAJOS RELACIONADOS.....	15
CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA	16
3.1. OBJETIVO 1	16
3.2. OBJETIVO 2.....	19
3.3. OBJETIVO 3.....	21
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	22

4.1. CONCLUSIONES.....	22
4.2. RECOMENDACIONES	22
BIBLIOGRAFÍA	24
ANEXOS	27

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: plano estructural 1, planta baja	13
Ilustración 2: plano estructural 2, planta alta.	13
Ilustración 3: propuesta de distribución eléctrica con protecciones automáticas.	17
Ilustración 4: interruptor termomagnético general.	18
Ilustración 5: Interruptor termomagnético.	19
Ilustración 6: Interruptor diferencial de alta sensibilidad.	20
Ilustración 7: Partes de un sistema de puesta a Tierra	20

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la fiabilidad de los sistemas eléctricos es un factor determinante en el buen funcionamiento de infraestructuras productivas, educativas e industriales. Uno de los componentes clave para garantizar este funcionamiento continuo es una red de distribución eléctrica correctamente diseñada. Esta debe ser capaz de suministrar energía de manera segura y eficiente, minimizando pérdidas y asegurando una distribución equilibrada de la carga ya que puede afectar incluso al mejor sistema eléctrico que puede volver vulnerable ante fallos que afectan tanto los equipos como la seguridad humana.

De los aspectos fundamentales en los sistemas eléctricos de la actualidad es el uso de las protecciones automáticas, de las cuales cuidan la instalación eléctrica ante sobrecargas, cortocircuitos o fallas a tierra, detectando fallas de inmediato, aislándolas y evitando así generar daños mayores. Su importancia no solo esta fija en construcciones industriales o de medianas y grandes estructuras, como es el caso de un galpón universitario donde existirán equipos y maquinas especializadas que deben mantenerse en funcionamiento constante, gracias a las protecciones que se aplicaran de manera obligatoria y bajo reglamentos o indicaciones especializadas como es el caso de la norma NEC-SB-IE (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), 2018).

Se han elaborados trabajos similares que refuerzan la importancia de la seguridad en sistemas eléctricos y más aún si estas actúan de manera automática, por ejemplo el trabajo de (Curo Rimache , 2021), en el que se busca la mejora del sistema eléctrico de una planta industrial todo mediante la incorporación de dispositivos de protección para lograr una mayor seguridad y continuidad del servicio. A su vez, (Mora, Bedoya, & Melendez, 2006) han destacado que la automatización y las protecciones eléctricas aumentan la confiabilidad de las red de servicio eléctrico dentro de la estructura. Por otra parte, (Caviedes Correa, 2018) realizó un proyecto en un taller de electromecánica universitario, donde refuerza la propuesta e implementación de una red bien diseñada con protecciones adecuadas no solo mejora la seguridad,

sino también la eficiencia energética. Casos como estos muestran que aplicar este tipo de soluciones técnicas no solo es viable, sino también altamente beneficioso bajo distintas estructuras. Estas investigaciones refuerzan la necesidad de aplicar tecnologías de protección en infraestructuras con alto nivel de uso eléctrico, como es el caso del galpón UNITEV.

La implementación de una red de distribución eléctrica con protecciones automáticas en el galpón UNITEV de la ULEAM conduce a una fuerte iniciativa de búsqueda de elevar los estándares de seguridad y eficiencia en el ámbito académico, optimizando el rendimiento de las instalaciones que también permitirán un uso más responsable de energía, disminuyendo los riesgos de accidentes y garantizando que las actividades formativas y prácticas que allí se realizan sean seguras y optimas.

Tomando la perspectiva de la carrera de Electromecánica, este trabajo toma aún más relevancia, ya que integrara conocimientos de electricidad, automatización y mantenimiento industrial en un diseño de redes eléctricas y la implementación de protecciones automáticas, dadas como competencias esenciales para el perfil del profesional electromecánico para estar preparado para planificar, instalar y supervisar sistemas eléctricos de media y alta complejidad. En este sentido, el proyecto representa una oportunidad real de poner en práctica los principios aprendidos durante la carrera, aplicando soluciones que conjugan tecnología y seguridad en beneficio de la comunidad universitaria.

1.1. PROBLEMA

Actualmente, muchos espacios universitarios destinados a actividades técnicas o prácticas enfrentan limitaciones en cuanto a su infraestructura eléctrica, y el galpón UNITEV del campus Tosagua de la ULEAM no es la excepción. Con la propuesta y el inicio del proceso de construcción y para su adecuación, conocemos que no cuenta con una red eléctrica completa ni con sistemas de protección que garanticen su funcionamiento seguro y confiable. Esto representa una barrera para su futura operación, conociendo que no dispone de un sistema de distribución adecuado ni de protecciones, existirán riesgos de fallas, interrupciones eléctricas y daños en los equipos cuando entre en funcionamiento, es muy fundamental anticiparse a estas necesidades para así plantear una solución técnica y adecuada antes de que el galpón entre en funcionamiento.

Con lo ya mencionado se conoce una necesidad hacia una solución técnica que permita modernizar y fortalecer la infraestructura eléctrica del galpón, que no sea solo para la actualidad sino que también se pueda actualizar a media que pasa el tiempo centrados en el diseño e implementación de una red de distribución eléctrica con protecciones automáticas que sea capaz de ofrecer un suministro más confiable y eficiente, y al mismo tiempo pueda responder de manera inmediata ante cualquier falla eléctrica conocida evitando daños mayores y se asegura la operatividad continua.

Con esta implementación, se pretende optimizar el funcionamiento del galpón UNITEV, reforzando las condiciones de seguridad y garantizando que el espacio cumpla de manera efectiva su propósito académico y técnico, en beneficio directo de la comunidad universitaria.

1.2. JUSTIFICACIÓN

Desde el ámbito académico, esta propuesta responde a la necesidad de vincular los conocimientos teóricos con la práctica profesional real. La implementación de una red de distribución eléctrica con protecciones automáticas en un entorno universitario como el galpón UNITEV representa una oportunidad concreta para aplicar conceptos fundamentales en áreas como sistemas eléctricos, seguridad industrial, normativas técnicas y planificación de instalaciones. Este tipo de proyectos fortalece el perfil del estudiante y su preparación para enfrentar retos similares en el mundo laboral y al mismo tiempo que contribuye al desarrollo de espacios formativos mejor equipados y funcionales dentro de la institución.

Desde la perspectiva técnica y aplicada, representa la oportunidad de integrar soluciones modernas y eficientes que respondan a exigencias actuales sobre la distribución de la red eléctrica. Esta incorporación de protecciones automáticas elevaría notablemente la seguridad, confiabilidad y capacidad de respuesta del sistema ante posibles fallas, así se prevé estas necesidades desde la etapa de construcción del galpón permitiendo optimizar recursos, garantizar un sistema escalable y dejar la infraestructura preparada para futuras ampliaciones o la incorporación de nuevas tecnologías asegurando un suministro eléctrico más estable y un espacio listo para operar sin interrupciones.

Esta propuesta se encuentra en plena sintonía con las líneas de investigación institucionales, especialmente en los ámbitos de energía, automatización y desarrollo tecnológico. La Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí impulsará proyectos que aporten soluciones a necesidades reales dentro de sus propios espacios viendo que esta implementación no solo fortalece el funcionamiento del campus, sino que también se convierte en un ejemplo tangible de innovación aplicada al servicio de la comunidad universitaria.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Implementar una red de distribución eléctrica con protecciones automáticas en el galpón UNITEV, ubicado en el campus Tosagua de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, con el fin de garantizar un sistema seguro, eficiente y adecuado para sus futuras actividades académicas y técnicas.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✦ Realizar un diseño del sistema de distribución eléctrica que se ajuste a las necesidades operativas del galpón que considere la carga instalada, las normativas técnicas y posibles ampliaciones a futuro.
- ✦ Planificar la instalación de dispositivos de protecciones con respuesta automática que sean capaces de accionarse de manera eficaz antes fallas eléctricas, fortaleciendo la seguridad operativa y garantizando la continuidad del suministro eléctrico.
- ✦ Elaborar un plan de mantenimiento preventivo para el sistema de eléctrico y sus protecciones automáticas, dirigidos en asegurar su funcionamiento constante, prolongando su vida útil y reduciendo la probabilidad de fallas futuras en los equipos.

1.4. METODOLOGÍA

1.4.1. PROCEDIMIENTO

Llevando una propuesta de implementación de una red de distribución eléctrica con protecciones automáticas en el Galpón UNITEV del campus Tosagua de la cual esta propuesta consta de varias etapas, destacando tres como principales que responden directamente a los objetivos específicos del proyecto

En primer lugar, se realizará el diseño del sistema de distribución eléctrica, partiendo de un levantamiento básico de información sobre el galpón, considerando su estructura, distribución interna y equipos que se prevé instalar.

Siguiendo con una segunda etapa, se enfocará en la atención de las protecciones automáticas partiendo de un bosquejo donde se identificarán los puntos más críticos que podrían presentar fallas eléctricas, como sobrecargas o cortocircuitos, así se propone la instalación de dispositivos de protección específicos (como interruptores automáticos, disyuntores o relés), seleccionados de acuerdo con las características de cada circuito, proceso que busca anticipar problemas que puedan surgir cuando el galpón entre en funcionamiento.

Fortaleciendo la propuesta se desarrollará un plan de mantenimiento preventivo para el sistema eléctrico y sus protecciones. Este plan incluirá una serie de recomendaciones prácticas para revisar, limpiar, probar y ajustar periódicamente los componentes eléctricos instalados con el objetivo de asegurar que todo el sistema se mantenga en buenas condiciones a lo largo del tiempo, para evitar fallas por desgaste o descuido. A su vez sugiriendo una capacitación básica para el personal responsable para que se puedan realizar estas tareas sin depender exclusivamente de asistencia externa.

1.4.2. TÉCNICAS

✦ Observación técnica directa:

La observación directa es una herramienta útil cuando se busca entender las condiciones reales de un entorno técnico, especialmente antes de una intervención estructural, según Vallejo García (2020). Con el fin de conocer el estado actual de galpón UNITEV y las condiciones básicas de la infraestructura

que influyen de manera directa al diseño eléctrico, en estas observaciones se permitirán identificar aspectos claves como la disposición del espacio, posibles puntos de conexión, rutas para las canalizaciones y considerar los diferentes riesgos que se presenten, todo esto antes de realizar cualquier instalación.

✦ **Análisis documental:**

El análisis técnico de la documentación es fundamental cuando se necesita tomar decisiones basadas en normas, planos, fichas o proyectos anteriores y similares, al mencionar proyectos similares como el de Contreras Castro (2011), al revisar la documentación existente permite obtener un respaldo normativo y técnico más sólido utilizado en este proyecto una técnica en diferentes etapas tales como el diseño eléctrico, selección de protecciones automáticas, siempre revisando y corroborando con normativas nacionales tales como la NEC-SB-IE: instalaciones eléctricas (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), 2018).

✦ **Revisión comparativa de alternativas:**

Vallejo García (2020) también destaca el valor de comparar distintas soluciones técnicas como parte de un proceso de toma de decisiones en proyectos tecnológicos y de ingeniería, tal propuesta aplica una revisión comparativa al momento de seleccionar los dispositivos de protección automática más adecuados, evaluando diferentes marcas, capacidades, niveles de respuesta y compatibilidad con el sistemas diseñados, esta comparación ayuda a elegir componentes más eficientes y también a encontrar un equilibrio entre calidad, funcionabilidad y costo, lo cual es clave en un proyecto con recursos limitados.

1.4.3. MÉTODOS

✦ **Método de análisis técnico normativo:**

Basándose en el análisis normativo y técnico se selecciona adecuadamente los elementos del sistema eléctrico, especialmente en lo relacionado con protecciones automáticas, según Montané (2012), la aplicación correcta de la normativa eléctrica garantiza la seguridad, funcionabilidad y durabilidad de la instalación eléctrica. Este método es fundamental para ser utilizada durante la fase de diseño de la red y la elección de protecciones, siguiendo criterios técnicos como la capacidad de corte, selectividad, coordinación y velocidad de respuesta, permitiendo así tomar decisiones fundamentales y acordes con los estándares profesionales.

✦ **Evaluación funcional por comparación técnica:**

Comprobando las distintas alternativas de protecciones automáticas, se evaluarán según su rendimiento, aplicación y viabilidad técnica en función de las características del sistema. Planteada así por Vallejo García (2020), esta técnica ayuda en la elección de dispositivos más adecuados mediante una revisión comparativa que considera tanto el comportamiento ante fallas como el equilibrio entre costos y funcionabilidad.

✦ **Planificación operativa y seguimiento:**

Estableciendo la planificación de tareas y seguimiento del sistema eléctrico para asegurar su buen funcionamiento a lo largo del tiempo, destacando la importancia de establecer una estrategia clara de mantenimiento desde la etapa de diseño de la cual que incluya revisiones, pruebas funcionales y documentación técnica. Presentando así un enfoque clave para estructurar un plan de mantenimiento preventivo adaptado al entorno universitario del galpón UNITEV, proponiendo tareas periódicas que ayuden a conservar la eficiencia del sistema y así evitando futuras fallas.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. DEFINICIONES

✦ Red de distribución:

En cualquier sistema eléctrico la red de distribución es uno de los elementos más fundamentales ya que se encarga de llevar energía desde el punto de alimentación hasta los diferentes equipos o áreas que la requieren, en el contexto de instalaciones universitarias, como el del galpón UNITEV se debe contar con una red bien diseñada siendo clave para así garantizar que el suministro de energía sea constante eficiente y sobre todo seguro. Esto implica que se realice un estudio detallado del entorno, la carga eléctrica estimada, los recorridos adecuados para canalizaciones y sobre todo, la planificación de mantenimiento que prevengan posibles fallas futuras.

Montané (2012) describe que una red de distribución no debe estar pensada solo para cumplir con los requerimientos eléctricos actuales, sino que también para adaptarse a posibles ampliaciones y cambios en la carga. Esto es especialmente importante en espacios académicos o técnicos donde se pueden incorporar nuevos equipos o modificar el uso del área con el tiempo. Por esto, desde el diseño inicial se deben considerar factores como la capacidad, ubicación de tableros, niveles de tensión y dimensionamiento correcto de cada componente.

Una correcta estructuración de la red de energía eléctrica también implica tomar decisiones basadas en normativas vigentes, planteado así por Vallejo García (2020) el diseño eléctrico debe integrar tanto la normativa nacional como criterios técnicos específicos del entorno, factores como la humedad, distancias, tipo de carga (resistiva o inductiva) y la facilidad de acceso para mantenimiento, }con todo lo anterior tomado en cuenta se expone una red bien pensada puede marcar la diferencia entre un sistema duradero y eficiente y uno propenso a fallas e interrupciones constantes.

Es necesario prever el mantenimiento desde el mismo diseño ya que si bien muchas instalaciones eléctricas se planifican pensando en su funcionamiento inicial, pocas contemplan el acceso fácil a puntos clave destinados a revisión,

reparación o sustitución. Tomando en cuenta lo anterior, la red de distribución no puede verse como algo estático, sino como una estructura viva, que debe poder mantenerse, ajustarse y evolucionar en el tiempo.

A todo esto la eficiencia energética también entrar en juego. Una mala planificación en la distribución puede generar pérdidas por caída de tensión, sobrecalentamiento en puntos calientes, o uso excesivo de materiales. Se le debe aplicar métodos de cálculo de caída de tensión, análisis energético y distribución equilibrada de fases optimizando el rendimiento general del sistema.

✦ **Protecciones en instalaciones eléctrica:**

En todo sistema de distribución eléctrica, por más bien diseñado que esté, siempre existe la posibilidad de que se presenten fallas como cortocircuitos, sobrecargas, contactos indirectos o fugas a tierra. Por esta razón, la instalación de protecciones automáticas no debe considerarse un complemento, sino una necesidad esencial para salvaguardar tanto a las personas como a los equipos. Estos dispositivos tienen la capacidad de detectar anomalías casi de inmediato y actuar de forma rápida para aislar el problema, evitando daños mayores, accidentes y pérdidas en la operatividad del sistema.

Como señala el estudio de Castro Contreras (2011) referente a seguridad y la instrumentación eléctrica, uno de los principales beneficios de las protecciones automáticas es que mejoran considerablemente la continuidad del servicio eléctrico. Al detectar la falla y desconectar solamente el tramo afectado, el resto del sistema puede seguir operando sin interrupciones. Esto resulta especialmente importante en entornos donde no se puede detener el funcionamiento por completo, como laboratorios, talleres universitarios o áreas con equipos sensibles con decir que su implementación va más allá de la protección técnica.

Otro ejemplo es el proyecto desarrollado por la Universidad de Los Andes dado por Contreras Castro (2011), explica que un sistema de protecciones mal coordinado puede ser incluso más peligroso que uno sin protecciones, ya que una respuesta inadecuada puede causar la desconexión de zonas completas o

incluso dañar otros dispositivos. Por esto deben estar coordinadas las protecciones siendo un principio clave dentro del diseño, donde cada dispositivo debe activarse en el orden correcto y con la sensibilidad adecuada. Para lograr esto se deben analizar los tiempos de actuación, las corrientes de disparo y la selectividad entre cada elemento.

De acuerdo con lo señalado por la Universidad de Educación de Perú Curo Rimache, (2021), las protecciones automáticas deben adaptarse a las características particulares de cada sistema eléctrico. No es lo mismo diseñar un esquema de protección para una instalación industrial de alta potencia que para un galpón universitario en proceso de adecuación. Por ello, resulta fundamental realizar una evaluación precisa del tipo de cargas, el nivel de riesgo y los puntos críticos de la instalación. En el caso del galpón UNITEV, la futura incorporación de equipos técnicos especializados demanda una respuesta inmediata ante cualquier eventualidad, con el fin de evitar daños costosos o la pérdida de información valiosa.

Otro aspecto clave es que estas protecciones deben facilitar el mantenimiento conociendo que los sistemas modernos de protección no solo actúan automáticamente, sino que además permiten un monitoreo continuo, generando registros de fallas que pueden analizarse para tomar decisiones preventivas. Esto aporta valor al proyecto a largo plazo, ya que permite mantener bajo control el sistema, reducir el desgaste de los componentes y aumentar la vida útil de la instalación eléctrica.

2.2. ANTECEDENTES

El presente proyecto se desarrollará en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, campus Tosagua de la sección UNITEV, siendo uno de los espacios que atiende a estudiantes de diversas carreras, entre ellas la que está relacionada con este proyecto, electromecánica. En este contexto se ha proyectado un galpón académico-técnico para la misma sección, estando destinada para prácticas, talleres y actividades destinadas a las asignaturas técnicas. A la fecha, el galpón se encuentra aún en proceso de construcción y adecuación estructural y no ha sido equipado aun con una red eléctrica definitiva, se busca proponer la implementación de una red de alimentación eléctrica con protecciones automáticas al momento que este culminada la estructura del galpón para así no limitar el desarrollo pleno de las actividades académicas, especialmente las que se requiere unos de equipos eléctricos, máquinas y sistemas de practica eléctrica (tableros prácticos)

Dado que el galpón forma parte de la infraestructura planificada para fortalecer la formación técnica de los estudiantes su pronta habilitación estructural y eléctrica resulta prioritaria, esta propuesta de implementación de una red de distribución con protecciones automáticas responde directamente a esta necesidad, considerando que la universidad promueve activamente la vinculación de los proyectos de aula con soluciones prácticas y reales para mejorar sus espacios institucionales.

Ante todo esto mencionado se cuenta con el plano de construcción para de la misma manera realizar una correcta distribución que sea acorde a lo que se solicita y que sea lo más realista posible, tomando en cuenta los diferentes diseños aprendidos en carrera.

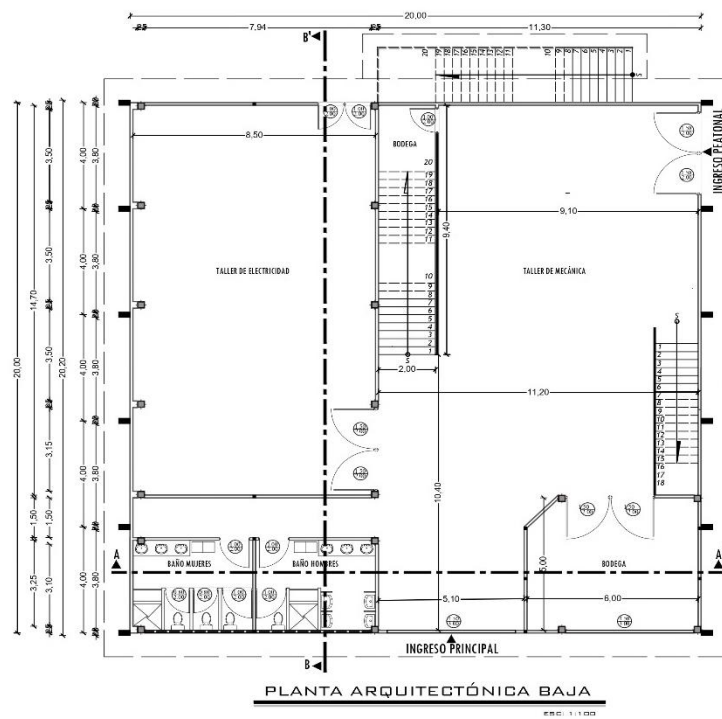


Ilustración 1: plano estructural 1, planta baja

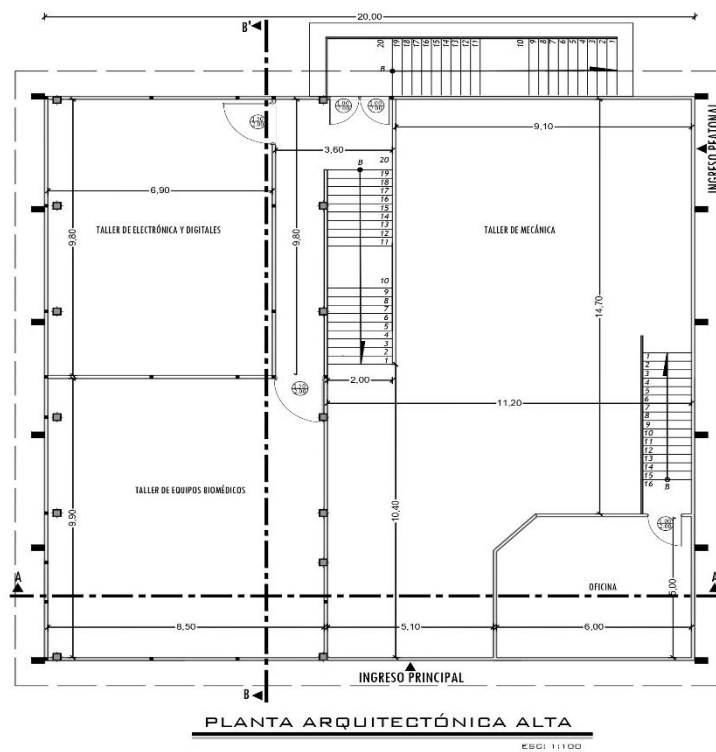


Ilustración 2: plano estructural 2, planta alta.

✦ **Estado previo al ensayo:**

Antes de plantear la presente propuesta de implementación eléctrica, el galpón UNITEV —ubicado en el campus Tosagua de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí— se encuentra en fase de construcción antes de que pueda ser adecuada la red eléctrica, aunque su estructura física aún no está culminada, se va tomando en cuenta la distribución eléctrica operativa, es decir que se va a implementar canalizaciones, tableros de control, protecciones, y conexiones activas que permiten el funcionamiento de equipos e iluminación interna.

En cuanto al aspecto eléctrico, lo único que se había definido previamente era una planificación básica del uso del espacio, es decir, la distribución de áreas como el taller mecánico, el taller de electricidad, los servicios sanitarios y las bodegas. No obstante, no se contaba con un diseño formal del sistema de distribución eléctrica, ni con una evaluación de las protecciones necesarias para garantizar la seguridad y la continuidad del servicio. Asimismo, no existía documentación técnica ni planos eléctricos específicos, lo que dificultaba realizar una ejecución ordenada y conforme a la normativa vigente.

Por este caso el proyecto propuesto surge como respuesta directa a esa brecha técnica teniendo como el enfoque que no solo sea correctivo sino también preventivo, buscando no solo habilitar el galpón, si no que hacerlo de manera responsable, previniendo riesgos eléctricos y garantizando condiciones adecuadas para su uso académico.

2.3. TRABAJOS RELACIONADOS

✦ Estudio en otro continente:

Se llegó a destacar un caso de desarrollo en Europa en la equipación de un galpón industrial con una red de distribución eléctrica integrada por protecciones automáticas coordinadas con métodos de seguridad selectiva y continuidad de servicio, este enfoque incluyó diseño unifilar, dimensiones de conductores e instalación de interruptores diferenciales y termomagnético, eso sí ajustados a las corrientes de falla específicas del entorno. (Potosí Farinango, 2009)

✦ Estudio Latinoamérica:

En América Latina se ha registrado un estudio en Ecuador (Universidad Técnica de Cotopaxi) donde se implementó un sistema de protecciones eléctricas en una instalación fotovoltaica, que aunque no es un galpón, aplicó los mismos principios técnicos: dimensionamiento de protecciones, coordinación y pruebas funcionales luego de la instalación. (Achote Yasig & Rodríguez Vera, 2023)

✦ Estudio Provincial del Ecuador:

En la provincia de Cotopaxi, un estudio reciente abordó la coordinación de protecciones en una planta industrial, modelando el sistema en ETAP para verificar la selectividad y evitar desconexiones innecesarias ante fallas, este trabajo ofrece metodologías replicables para proyectar redes con protecciones automáticas y garantizar continuidad de servicio en entornos técnicos. (Casa Chancusig, 2024)

✦ Estudio cantonal:

En investigaciones previas se concluye que en los Cantones de la provincia de Manabí no se ha elaborado o no se tiene pruebas que se haya implementado redes de distribución eléctrica con protecciones automáticas en galpones universitarios o espacios similares, esto da más relevancia y refuerza la propuesta en el campus Tosagua de la ULEAM, al estar posicionado en una iniciativa en la región y en convertirse en una referencia en la práctica institucional.

CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA

En esta sección se presentan de forma detallada cada uno de los elementos técnicos y prácticos que conforman la propuesta de implementación de una red de distribución eléctrica con protecciones automáticas en el galpón UNITEV de campus Tosagua, de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, en cuanto a su desarrollo se organizó de acuerdo con los objetivos específicos establecidos en este trabajo, lo que permite una estructura lógica y coherente que facilita la comprensión de cada etapa.

3.1. OBJETIVO 1

Realizar un diseño del sistema de distribución eléctrica que se ajuste a las necesidades operativas del galpón que considere la carga instalada, las normativas técnicas y posibles ampliaciones a futuro.

Como punto de partida para el diseño de la red eléctrica del galpón UNITEV es la identificación de los requerimientos actuales y potenciales, asociados a las actividades técnicas y académicas que se desarrollaron en el espacio del galpón. Se ha realizado un levantamiento preliminar del área útil del galpón, se consideran zonas funcionales como el taller de electricidad, taller mecánico, taller biomédico, taller de electrónica y digitales, oficina, bodegas, servicios sanitarios y puntos de iluminación en general. En este espacio se incluyen cargas de tomacorrientes de uso general, iluminación led (recomendable), equipos de laboratorio y máquinas de media potencia. Se determinó la necesidad de una red eléctrica trifásica 220/127V, con capacidad de 20 a 25 A por fase, lo cual brinda margen suficiente para las operaciones actuales y futuras aplicaciones.

El sistema fue diseñado respetando la normativa ecuatoriana vigente (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), 2018), que exige una distribución eficiente, segura y con dispositivos de protección adecuada.

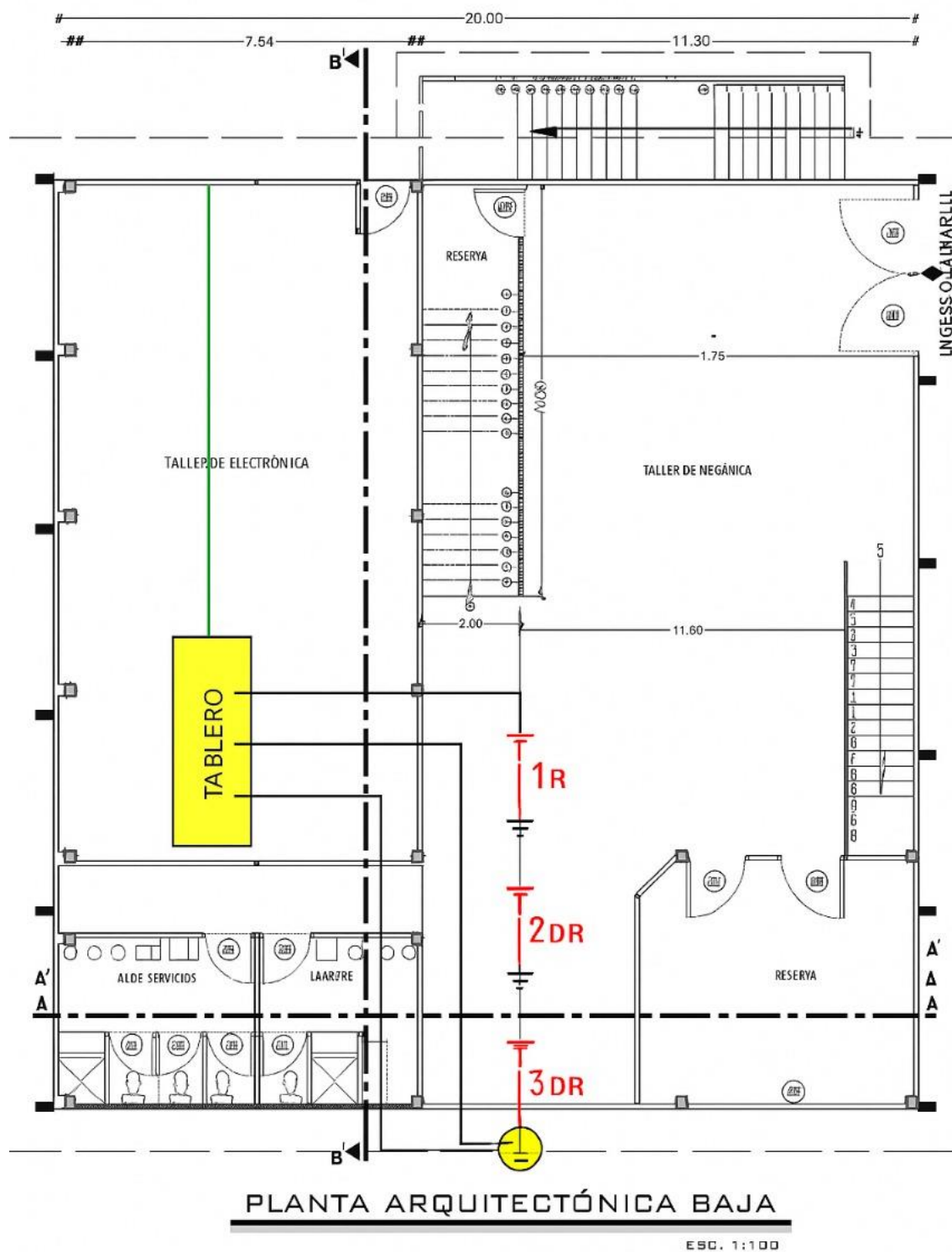


Ilustración 3: propuesta de distribución eléctrica con protecciones automáticas.

En el plano anterior se determinó que como base se deben definir tres circuitos ramales que parten de un tablero general:

- ✦ Ramal 1: Alimenta el sistema de iluminación general y los tomacorrientes de oficinas o zonas administrativas.
- ✦ Ramal 2: Suministra energía a los equipos del taller mecánico (motores, compresores, etc.).
- ✦ Ramal 3: Destinado a los bancos de prueba y estaciones del área de electricidad.

En cada ramal se incluyen interruptores termomagnético-individuales, y en el tablero general se equipará con un interruptor general y protecciones diferenciales garantizando así la seguridad del sistema ante fallas a tierra o sobrecargas. Cabe recalcar que cada puesta a tierra debe estar conectada con un electrodo de cobre con resistencia máxima permitida de 25 Ohm, para cumplir con los parámetros de seguridad, siendo contempladas en canalizaciones embutidas en tubería PVC de $\frac{3}{4}$ para así facilitar el mantenimiento y proteger los conductores.



Ilustración 4: interruptor termomagnético general.

Este diseño debe estar pensado para cumplir con las necesidades actuales y las futuras.

3.2. OBJETIVO 2

Planificar la instalación de dispositivos de protecciones con respuesta automática que sean capaces de accionarse de manera eficaz antes fallas eléctricas, fortaleciendo la seguridad operativa y garantizando la continuidad del suministro eléctrico.

Es fundamental en el diseño de cualquier sistema de distribución eléctrica es la implementación de protecciones que no solo actúen ante fallas, sino que lo hagan de manera automática, precisa y selectiva, se propondrá la instalación de un conjunto de dispositivos de protección automática que resguarden tanto a las personas como a los equipos dentro del galpón UNITEV del campus Tosagua.

- ✦ **Interruptores termomagnéticos por cada ramal**, calibrados de acuerdo con la corriente de carga de cada circuito. Estos dispositivos cumplen la función de cortar el suministro ante sobrecargas o cortocircuitos, evitando daños a la instalación eléctrica.



Ilustración 5: Interruptor termomagnético.

- ✦ **Interruptores diferenciales de alta sensibilidad (30 mA)** que detectan fugas de corriente a tierra, y que permiten actuar de inmediato ante riesgos de electrocución o pérdidas de aislamiento. Serán instalados principalmente en los circuitos que alimentan zonas donde habrá contacto frecuente con herramientas eléctricas.



Ilustración 6: Interruptor diferencial de alta sensibilidad.

- ✦ **Sistema de puesta a tierra común**, que garantiza la disipación segura de fallas a tierra y evita acumulación de potencial eléctrico en las estructuras metálicas del galpón.



Ilustración 7: Partes de un sistema de puesta a Tierra

Se debe diseñar una coordinación selectiva entre las protecciones. Esto va a significar que si ocurre una falla en un circuito específico, solamente se desactivará el ramal afectado, sin interrumpir todo el suministro eléctrico del galpón mejorando significativamente la continuidad operativa y permite una rápida identificación y corrección del problema, reduciendo tiempos de inactividad.

3.3. OBJETIVO 3

Elaborar un plan de mantenimiento preventivo para el sistema de eléctrico y sus protecciones automáticas, dirigidos en asegurar su funcionamiento constante, prolongando su vida útil y reduciendo la probabilidad de fallas futuras en los equipos.

Ya implementado el sistema de distribución eléctrica con protecciones automáticas en el galpón Unitev, es esencial garantizar que esta infraestructura de manera que funcione correctamente a lo largo del tiempo, se plantea un plan de mantenimiento preventivo, diseñado para mantener la red eléctrica en condiciones óptimas, y que sea fácil detectar las anomalías a tiempo, evitando interrupciones inesperadas del servicio.

El plan se enfocará tanto en los componentes eléctricos principales (cableado, tableros, canalizaciones), como en los dispositivos de protección automática (interruptores termomagnéticos y diferenciales), proponiendo así establecer una rutina de mantenimiento semestral, completada con inspecciones anuales más profundas, que incluyan pruebas técnicas, ajustes y limpieza general.

Actividades contempladas en el plan:

- ✦ Inspección visual de conductores, canaletas y tableros.
- ✦ Pruebas de disparo manual de los interruptores diferenciales.
- ✦ Verificación de apriete de conexiones, especialmente en barras de distribución y terminales.
- ✦ Medición de resistencia de puesta a tierra.
- ✦ Limpieza interna de tableros y ventilación de canaletas.
- ✦ Registro técnico de intervención, documentadas en fechas, observaciones, acciones realizadas y recomendaciones.

Este plan de mantenimiento debe ser realizado por personal técnico capacitados en el área de mantenimiento universitario, en coordinación con docentes de la carrera electromecánica, permitiendo incluso que los estudiantes puedan participar como parte de sus prácticas técnicas.

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

1. Se cumplió con el objetivo de diseñar un sistema de distribución eléctrica adaptado a las necesidades operativas del galpón UNITEV, considerando adecuadamente la carga instalada, el cumplimiento de normativas técnicas vigentes (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), 2018), y contemplando futuras ampliaciones. El diseño propuesto es flexible, seguro y escalable, lo que permite una integración funcional a mediano y largo plazo sin comprometer la eficiencia del sistema.
2. Se logrará incorporar en la propuesta la forma efectiva de la instalación de dispositivos de protección automática que brindaran una respuesta rápida ante sobrecargas, cortocircuitos y fallas a tierra. Dichos elementos, correctamente seleccionados y ubicados, mejorarán notablemente la seguridad operativa del galpón, reduciendo el riesgo eléctrico y asegurando la continuidad del suministro sin interrupciones innecesarias, cumpliendo con el objetivo planteado.
3. El objetivo de establecer un plan de mantenimiento preventivo también será alcanzado, mediante la definición de actividades periódicas de inspección, prueba y conservación del sistema eléctrico y sus protecciones. Este plan busca garantizar el funcionamiento continuo, proponiendo arduamente una cultura técnica preventiva dentro de la universidad y extiende la vida útil de los equipos instalados.

4.2. RECOMENDACIONES

Es recomendable que a las personas naturales (docentes, estudiantes, personal técnico) y jurídicas (institución educativa, contratistas, proveedores) que interactúen con el sistema eléctrico implementado, asumiendo un compromiso activo en su uso, monitoreo periódico y mantenimiento preventivo, respetando así el plan propuesto, de la misma manera garantizando su operatividad segura,

su correcto aprovechamiento académico y técnico, esto evitara deterioros prematuros que pueden comprometer al rendimiento del galpón y la seguridad de sus usuarios.

BIBLIOGRAFÍA

- Achote Yasig, A. F., & Rodriguez Vera, G. S. (2023). *Diseño e implementación del sistema de protecciones eléctricas de una instalación fotovoltaica de 2 kW*. Obtenido de Repositorio Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC): <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/c0d4a980-99d1-4b49-9ca6-13359527eb0c/content>
- Becerra Candela , F. R. (2022). *Mejora en el aislamiento y sobretensiones del sistema eléctrico interconectados*. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad Católica de Santa María (UCSM): <https://repositorio.ucsm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/793b1c41-f296-41a9-bd25-55d27f6e72de/content>
- Casa Chancusig, L. F. (2024). *Estudio y simulación de coordinación de protecciones para mejorar la continuidad de servicio en la empresa Aglomerados Cotopaxi S.A*. Obtenido de Repositorio Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC): <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/123456789/12753>
- Caviedes Correa, S. A. (Julio de 2018). *Coordinación automática de protecciones de sobrecorriente para un sistema de distribución ante desastres naturales*. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana : <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15771/1/UPS%20-%20ST003602.pdf>
- Chulía , J. V. (julio de 2023). *Guía didáctica del Módulo Automatismos Industriales... Grado Medio en Instalaciones Eléctricas y Automáticas*. Obtenido de Repositorio de Proyectos Fin de Titulación, Universidad Europea: https://titula.universidadeuropea.com/bitstream/handle/20.500.12880/7080/TFM_JAVIER%20VICENTE%20CHULIA%20ANDRES.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cibrian de Gante , J. M. (07 de Abril de 2021). *Protecciones eléctricas activas para sistemas automatizados de manufactura avanzada en la industria automotriz*. Obtenido de Repositorio Institucional CIATEQ: <https://ciateq.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1020/454/1/Protecciones%20electricas%20activas%20para%20sistemas.pdf>
- Contreras Castro, A. F. (2011). *Diseño e implementación de un sistema para la medición automática del consumo energético en oficinas usando una red inalámbrica de sensores*. Obtenido de Repositorio Uniandes: <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/d4828fa5-abce-40c0-98c7-615ad6444e5a/content>

- Cotera Castro, J. L. (2018). *Seguridad y la instrumentación electrónica*. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle – La Cantuta: <https://repositorio.une.edu.pe/server/api/core/bitstreams/99cfc679-c8fd-4d9b-ae46-1a495b552b75/content>
- Curo Rimache , V. A. (2021). *Diseño e implementación de un sistema de transferencia de energía eléctrica de forma automática*. Obtenido de Repositorio Institucional – Universidad Tecnológica del Perú (UTP): https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/5242/V.Curo_Trabajo_de_Suficiencia_Profesional_Titulo_Profesional_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Klickitat Public Utility District (KPUD). (04 de Agosto de 2025). *Protección contra sobretensiones*. Obtenido de Klickitat PUD: <https://klickitatpud.org/energy-efficiency/energy-savings-tips/surge-protection/>
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI). (05 de Febrero de 2018). *Instalaciones eléctricas interiores en edificaciones; diseño, ejecución y requisitos mínimos para seguridad y eficiencia en edificaciones residenciales e institucionales (eje de "Servicios Básicos" de la NEC)*. Obtenido de Comité Ejecutivo de la NEC : <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/NEC-SB-IE-Final.pdf>
- Montané, P. (1993). *Protecciones en las protecciones electricas*. Barcelona (España): Marcombo S.A.
- Mora, J. J., Bedoya, J. C., & Melendez, J. (13 de Marzo de 2006). *Implementación de protecciones y simulación automática de eventos para localización de fallas en sistemas de distribución de energía*. Obtenido de Programa de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP): https://revistaingenieria.univalle.edu.co/index.php/ingenieria_y_competitividad/article/view/2507/3257
- Oñate Zuñiga, E. R. (Agosto de 2022). *Sistema de telegestion de proteccion contra sobretensiones electricas residenciales*. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad Técnica de Ambato (UTA): <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/31590380-df7d-4266-8b14-cf2965cf39bb/content>
- Potosí Farinango, R. T. (21 de enero de 2009). *ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES ELÉCTRICAS PARA LAS PLATAFORMAS TIVACUNO EMPLEANDO RELÉS DIGITALES "GE MULTILIN-UR"*. Obtenido de Scribd: <https://es.scribd.com/document/260087980/Tesis->

Ecuador-Protecciones-Etap-CD-1834-2009-01-21-12-19-07?utm_source=chatgpt.com

Qmadis. (09 de Septiembre de 2013). *Protecciones eléctricas*. Obtenido de Qmadis: <https://qmadis.com/blog/protecciones-electricas/>

Trace Software International. (13 de Junio de 2019). *¿Cuál es la función principal de los interruptores automáticos?* Obtenido de Trace Software International: <https://www.trace-software.com/es/cual-es-la-funcion-principal-de-los-interruptores-automaticos-electricidad/>

Universidad Bicentenaria de Aragua. (01 de Julio de 2022). *Sistema electrico para edificacion*. Obtenido de Revista Ingeniería, Innovación, Tecnología y Ciencia (InnovaTec): <https://revistasuba.com/index.php/InnovaTec/issue/view/25/17>

Vallejo Garcia, J. (15 de Diciembre de 2020). *Sistema de pruebas automáticas de equipos de protección y control de sistemas eléctricos*. Obtenido de ADDI – Universidad del País Vasco: https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/49104/TFG_Vallejo_Garcia_Javier.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Voltione. (04 de Agosto de 2023). *Elementos de protección eléctrica*. Obtenido de Voltione: <https://voltione.com/pages/elementos-proteccion-electrica>

ANEXOS

