



INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO
“MARIANO SAMANIEGO”

Instituto Católico de la Frontera Sur

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
TECNÓLOGO SUPERIOR EN ELECTRICIDAD

TEMA:

“Diseño e instalación de un banco de pruebas para instalaciones civiles
en el laboratorio de electricidad del Instituto Tecnológico Superior”

Mariano Samaniego

AUTOR:

Mark Antonio Jumbo Jumbo

TUTOR:

Ing. Darwin Molina Jiménez

Cariamanga - 2023

HOJA DE APROBACIÓN

Ing.

Darwin Molina Jiménez

TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

APRUEBA

Este trabajo académico ha sido desarrollado bajo mi rigurosa supervisión y se ha elaborado de manera continua durante el periodo mayo - septiembre 2023, el trabajo se ajusta completamente a los lineamientos solicitados en una tesis de titulación cumpliendo en el plazo establecido

Ing. Darwin Molina Jiménez

DECLARATORIA DE AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Por medio de la presente declaro yo Mark Antonio Jumbo Jumbo, ciudadano ecuatoriano de la ciudad de Cariamanga y con mayoría de edad actualmente, siguiendo la carrera de electricidad declaro que eh hecho este trabajo de tesis con fines educativos sobre el tema de “Diseño e instalación de un banco de pruebas para instalaciones civiles en el laboratorio de electricidad del Instituto Tecnológico Superior Mariano Samaniego.

Declaro que la totalidad del contenido presentado en este informe es original y ha sido elaborado por mí, tomando en cuenta las normas de citación y referencias correspondientes, y respetando los derechos de autor de todas las fuentes consultadas. Asimismo, garantizo que no se ha utilizado información falsa o fraudulentamente obtenida en la realización de este trabajo.

En caso de que se requiera, estoy dispuesto a brindar mayores detalles y a proporcionar todas las pruebas necesarias que confirmen mi autoría y la autenticidad del presente informe de investigación.

Mark Antonio Jumbo Jumbo

Cesión de Derechos

Yo, Mark Antonio Jumbo Jumbo declaro ser el autor del proyecto de grado titulado “Diseño e instalación de un banco de pruebas para instalaciones civiles en el laboratorio de electricidad del Instituto Tecnológico Superior”, bajo la supervisión del Ing. Darwin Molina Jiménez, tutor del presente trabajo.

En este acto, otorgo formalmente al Instituto Superior Tecnológico Mariano Samaniego, mi plena autorización sin restricciones para cualquier uso, difusión o adaptación de este proyecto.

Mark Antonio Jumbo Jumbo

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi madre querida, cuyo amor y apoyo constante han sido pilares fundamentales en mi vida. Su dedicación para brindarme las herramientas necesarias para alcanzar mis metas académicas es muy apreciada.

Le dedico un reconocimiento especial a mis respetados profesores, amigos y compañeros. Su respaldo y sabiduría han sido esenciales para el progreso de este trabajo. Las enseñanzas recibidas han forjado en mí un pensamiento crítico y una pasión por el aprendizaje que trascienden esta tesis.

Esta dedicatoria es una forma humilde de expresar mi gratitud a todos aquellos que han tenido un impacto significativo en mi trayectoria. La contribución incondicional y el apoyo constante de ustedes han sido esenciales para este logro académico. No habría sido factible este éxito sin la ayuda de ustedes. Les dedico este trabajo con gran gratitud, sabiendo que mi éxito es también el suyo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco de manera especial a mi madre por su amor incondicional y apoyo inquebrantable. Su constante aliento y sacrificio han sido la luz que me ha impulsado a superar desafíos y alcanzar uno de mis mayores anhelos.

También quiero expresar mi profundo agradecimiento al docente tutor de tesis. Su sabiduría, orientación y dedicación han sido fundamentales para el desarrollo exitoso de esta investigación.

No puedo dejar de reconocer a Dios como mi inspirador y fuente de fortaleza a lo largo de todo este proceso. Su presencia y guía han sido mi sostén inquebrantable, brindándome la fe y la determinación necesarias para perseverar en la consecución de este anhelo tan deseado.

RESUMEN

En este trabajo de tesis se aborda la importancia del diseño y la instalación de infraestructuras y sistemas eléctricos en el ámbito de la electricidad, con el fin de garantizar la seguridad y eficiencia en las edificaciones. Para lograrlo, se propone el diseño y la instalación de un banco de pruebas en el laboratorio de electricidad del Instituto Tecnológico Superior Mariano Samaniego.

El objetivo principal es diseñar y poner en marcha una herramienta que facilite la evaluación y el ensayo de instalaciones civiles en un entorno de prácticas. Esta herramienta tiene el propósito de identificar posibles fallas y contribuir a la mejora de las prácticas estudiantiles.

El diseño del banco de pruebas se basará en la integración de diferentes elementos y sistemas eléctricos presentes en las instalaciones civiles, como sistemas de iluminación, sistemas de climatización y redes de distribución eléctrica. Se busca replicar fielmente las condiciones y características de una instalación civil típica, permitiendo la realización de pruebas exhaustivas y la evaluación de su desempeño en diferentes escenarios.

ABSTRACT

In this thesis work, the importance of design and installation of electrical infrastructures and systems in the field of electricity is addressed, aiming to ensure safety and efficiency in buildings. To achieve this, the design and installation of a test bench in the laboratory of electrical Installations at the Mariano Samaniego Higher Technological Institute is proposed.

The main objective is to design and implement a tool that facilitates the evaluation and testing of civil installations in a practical environment. This tool aims to identify possible failures and contribute to the improvement of student practices.

The design of the test bench will be based on the integration of different electrical elements and systems present in civil installations, such as lighting systems, air conditioning systems, and electrical distribution networks. The goal is to faithfully replicate the conditions and characteristics of a typical civil installation, allowing for comprehensive testing and performance evaluation in different scenarios.

Indice de Contenido

Hoja de aprobación	i
Declaratoria de autoría del trabajo de titulación	ii
Cesión de Derechos.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Resumen	vi
Abstract	vii
Lista de tablas	xiii
Lista de figuras.....	xiv
Lista de formulas.....	xvi
1. CAPÍTULO 1	1
1.1. Introducción.....	2
1.2. Caso de estudio/Problema de investigación	3
1.3. Justificación.....	4
1.4. Objetivos	5
1.4.1. Objetivo general.....	5
1.4.2. Objetivos específicos	5
2. CAPÍTULO 2	2
2.1. Metodología.....	3
2.1.1. Hipótesis.....	4
2.2. MARCO TEORICO.....	5
2.2.1. Normativa (NEC) para instalaciones eléctricas residenciales	5
2.2.2. Requisitos de capacidad de corriente y sección de conductores	6

2.2.3.	Sistemas de puesta a tierra.....	7
2.3.	Protecciones Adicionales	7
2.3.1.	Sobrecorriente.....	7
2.3.2.	Fusibles	8
2.3.3.	Tipos de fusibles	9
2.3.4.	Fusibles gG.....	10
2.3.5.	Fusibles gM	10
2.3.6.	Fusibles gL	11
2.3.7.	Fusibles aM	11
2.3.8.	Curvas de Disparo de Fusibles	11
2.4.	Relés de Sobrecorriente.....	12
2.5.	Sobretensión	13
2.6.	Caída de tensión.....	13
2.7.	Cortocircuito.....	15
2.8.	Disyuntor	16
2.8.1.	Definición del Disyuntor:.....	16
2.8.2.	Funcionamiento básico del Disyuntor.....	17
2.8.3.	Disyuntores Térmicos	17
2.8.4.	Disyuntores Magnéticos.....	17
2.8.5.	Disyuntores Termomagnéticos	18
2.8.6.	Parámetros importantes de los Disyuntores	19
2.8.7.	Tipos de Curvas de Disparo	21
2.8.8.	Factores que influyen en la Curva de Disparo.....	22
2.9.	Protección contra Fugas de Corriente	24

2.9.1.	Interruptor diferencial	24
2.9.2.	Funcionamiento del interruptor diferencial	25
2.9.3.	La Curva de Disparo del Interruptor Diferencial.....	27
2.9.4.	Tipos de Curvas de Disparo del interruptor diferencial	27
2.9.5.	Factores que influyen en la Curva de Disparo.....	28
2.10.	Cargas Inductivas (Factor de Potencia - FP: 0.5 a 0.9)	29
2.11.	Cargas Resistivas (Factor de Potencia - FP: 1)	30
2.12.	Motor eléctrico	30
2.13.	Principio de funcionamiento	31
2.13.1.	Componentes principales.....	31
2.13.2.	Tipos de motores eléctricos	32
2.13.3.	Aplicaciones del motor eléctrico.....	33
2.14.	Potencia Eléctrica: Activa, Reactiva y Aparente	34
2.14.1.	Potencia Activa (P).....	34
2.14.2.	Potencia Reactiva (Q).....	34
2.14.3.	Potencia Aparente (S).....	35
2.15.	La relación entre la potencia eléctrica y la potencia mecánica (útil)	36
2.15.1.	La eficiencia mecánica	36
2.15.2.	La eficiencia eléctrica.....	36
2.16.	Factor de Potencia:	37
2.17.	Estándares de Eficiencia IE1, IE2 e IE3:.....	37
2.18.	Factor de simultaneidad (FSn)	38
2.18.1.	Factores de demanda para iluminación y tomacorrientes.....	38
2.19.	Desarrollo.....	40

2.19.1.	Cálculos para el tablero de prácticas	40
2.20.	Cálculo de la corriente de servicio	41
2.21.	Cálculo de corriente de cortocircuito	42
2.22.	Cálculo de caída de tensión.....	44
2.23.	Construcción del módulo didáctico	47
2.23.1.	Diseño del espacio en el módulo.....	47
2.23.2.	Materiales utilizados en la construcción del módulo didáctico	48
2.23.3.	Montaje de la Infraestructura	49
2.23.4.	Revestimiento de la estructura metálica con lámina de lata	50
2.23.5.	Conexiones y cableado eléctrico	51
2.23.6.	Implementación de componentes de protección y seguridad	52
2.24.	Validación y Ajustes.....	54
2.25.	Resultados	55
2.25.1.	Desglose del presupuesto gastado en materiales.....	55
2.25.2.	Resultado de cálculos	57
2.25.3.	Tabla: Cálculos de Corriente en el Circuito.....	57
2.25.4.	Tabla: Evaluación de Protecciones Eléctricas de tablero de prácticas Vs. Instalación residencial	58
2.25.5.	Tabla: Cálculos para el tablero experimental vs. Cálculos residenciales reales caída de tensión.....	60
2.25.6.	Tabla: Resultados de corrientes de Cortocircuito	61
3.	CAPÍTULO 3	63
3.1.	Análisis de resultados.....	64
4.	CAPÍTULO 4	65
4.1.	Conclusiones.....	66

4.2. Recomendaciones	67
Referencias	68
Anexo A.....	71

Lista de tablas

Tabla 1 Código de colores para conductores	6
Tabla 2 Clasificación de equipos de protección en diferentes escenarios.....	16
Tabla 3 Tipos de Disyuntores y sus usos.....	17
Tabla 4 Especificaciones de sensibilidades del interruptor diferencial.....	29
Tabla 5 Factores de demanda para iluminación y tomacorrientes de uso general.....	39
Tabla 6 Lista de materiales utilizados para la construcción del tablero de prácticas.....	49
Tabla 7 Resumen del presupuesto de materiales y costos totales	55

Lista de figuras

Figura 1 Metodología para el desarrollo del proyecto	3
Figura 2 Importancia de la puesta a tierra	7
Figura 3 Circuito eléctrico sobrecargado	8
Figura 4 Características de un fusible	9
Figura 5 Tipos de fusibles	10
Figura 6 Curvas de disparo de fusibles	12
Figura 7 Relé de protección contra sobrecorriente	13
Figura 8 Impacto de la caída de tensión.....	14
Figura 9 Disyuntores automáticos	16
Figura 10 Curva de disparo de interruptor magnetotérmico	19
Figura 11 Tipos de curvas de los disyuntores.....	22
Figura 12 Interruptores GFCI.....	23
Figura 13 Interruptor diferencial.....	25
Figura 14 Esquema de funcionamiento del interruptor diferencial	26
Figura 15 Curva de disparo del interruptor diferencial.....	28
Figura 16 Motor eléctrico monofásico	31
Figura 17 Placa de motor eléctrico	33
Figura 18 Representación de la eficiencia en motores.....	37

Figura 19 Diagrama unifilar de tablero de practicas.....	48
Figura 20 Soldadura de la estructura.....	50
Figura 21 Resultado del proceso de revestimiento de la estructura.....	51
Figura 22 Cableado eléctrico de todos los circuitos	52
Figura 23 Esquema multifilar de la conexión de protecciones.....	53
Figura 24 Protecciones utilizadas en el tablero de practicas	53
Figura 25 Tablero eléctrico de prácticas completado	54

Lista de formulas

Formula 1 Cálculo de caída de tensión	14
Formula 2 Cálculo de corrientes de cortocircuito	15
Formula 3 De la potencia activa	34
Formula 4 De la potencia reactiva	35
Formula 5 De la potencia aparente	35
Formula 6 Eficiencia mecánica	36
Formula 7 Eficiencia eléctrica.....	36
Formula 8 Formula del factor de simultaneidad.....	38
Formula 9 Para calcular la resistencia en circuito de iluminación (C1)	40

CAPÍTULO 1

1.1. Introducción

En el ámbito de la electricidad, el diseño y la instalación de infraestructuras y sistemas eléctricos son aspectos fundamentales para garantizar la seguridad y eficiencia en las edificaciones. Es esencial contar con herramientas que permitan evaluar y probar las instalaciones civiles antes de su implementación en proyectos reales, a fin de detectar posibles fallos y optimizar su rendimiento (Flórez, s. f.)

El presente trabajo tiene como objetivo principal el diseño e instalación de un banco de pruebas en el laboratorio de instalaciones eléctricas del Instituto Tecnológico Superior Mariano Samaniego. Este banco de pruebas servirá como una herramienta fundamental para realizar pruebas de funcionamiento, verificar la calidad de las instalaciones y emular escenarios reales en un entorno controlado y seguro. Es fundamental contar con bancos de pruebas que permitan a los estudiantes del área experimentar y aprender a través de la aplicación real.

El diseño de este banco de pruebas se basará en la integración de diversos elementos y sistemas eléctricos presentes en las instalaciones civiles, tales como sistemas de iluminación, sistemas de tomacorrientes y cargas especiales, redes de distribución eléctrica. Se buscará reproducir de manera fiel las condiciones y características de una instalación civil típica, permitiendo así la realización de pruebas exhaustivas y la evaluación de su desempeño bajo diferentes escenarios.

1.2. Caso de estudio/Problema de investigación

La falta de un banco de pruebas especializado para instalaciones civiles en el laboratorio de electricidad del Instituto Tecnológico Superior Mariano Samaniego representa una problemática significativa. Esto limita la formación práctica de los estudiantes de la carrera de electricidad y dificulta su preparación para enfrentar proyectos reales. Además, la ausencia de este recurso también afecta la capacidad del laboratorio para realizar actividades prácticas en instalaciones eléctricas civiles y contribuir al avance en el campo de las instalaciones eléctricas en edificaciones civiles. La tesis propuesta busca diseñar e instalar un banco de pruebas que brinde a los estudiantes un entorno realista de aprendizaje y fomente la experimentación en este ámbito.

1.3. Justificación

El presente trabajo tiene como finalidad el diseño e instalación de un banco de pruebas para instalaciones civiles en el laboratorio de electricidad del Instituto Tecnológico Superior Mariano Samaniego. Esta iniciativa surge a raíz de la falta de herramientas adecuadas en el laboratorio, lo cual limita el aprendizaje de los estudiantes y profesionales en el campo de las instalaciones eléctricas civiles. La ausencia de un banco de pruebas dedicado a las instalaciones civiles implica una brecha significativa en la formación de los estudiantes, ya que no tienen la oportunidad de experimentar con los elementos, materiales y técnicas que son propios de este campo. Además, al no contar con un espacio adecuado para llevar a cabo pruebas específicas de instalaciones eléctricas civiles, se dificulta la realización de proyectos de investigación y el desarrollo de soluciones innovadoras en esta área.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Diseñar e implementar un banco de pruebas que cumpla con los lineamientos técnicos y normativos nacionales para llevar a cabo prácticas de instalaciones eléctricas en el ámbito civil.

1.4.2. Objetivos específicos

- Calcular y diseñar la instalación eléctrica que se implementara en el banco de pruebas.
- Elaborar el esquema eléctrico y el diagrama unifilar, teniendo en cuenta aspectos como la disposición de los equipos, los sistemas de seguridad y las conexiones necesarias.
- Realizar la instalación y montaje del banco de pruebas para el laboratorio de electricidad del Instituto Tecnológico Superior Mariano Samaniego.
- Examinar los resultados obtenidos tras la implementación del banco de pruebas.

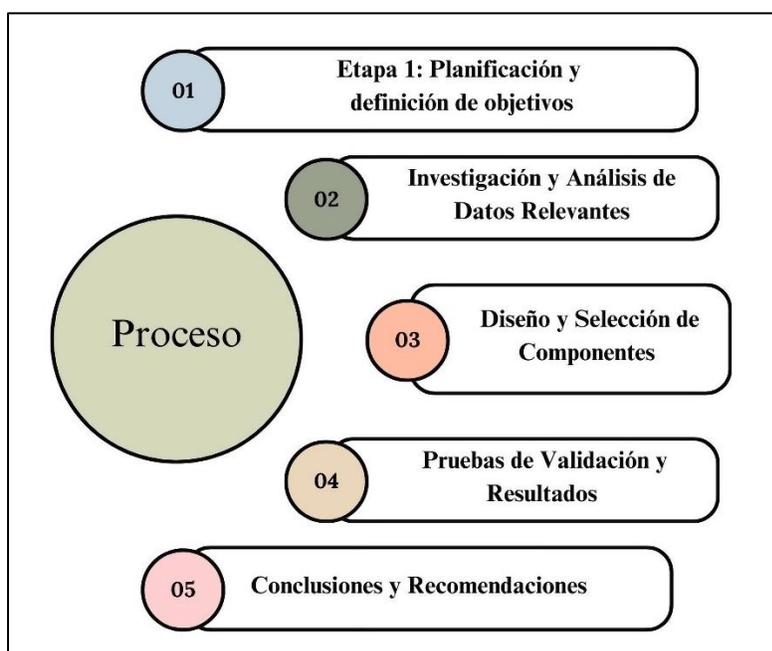
CAPÍTULO 2

2.1. Metodología

El propósito de este trabajo de titulación radica en el diseño y posterior instalación de un banco de pruebas destinado al laboratorio de Instalaciones Eléctricas en el Instituto Tecnológico Superior Mariano. Para llevar a cabo este cometido, se ha adoptado la metodología “Engineer Design”, dividiendo el proceso en las siguientes fases: Planificación y definición de objetivos, Investigación y análisis de datos relevantes, Diseño y selección de componentes, Pruebas de validación y resultados, Conclusiones y recomendaciones.

Figura 1

Metodología para el desarrollo del proyecto



Nota. Gráfico de la metodología implementada en el desarrollo de este proyecto. Autoría propia

En esta metodología, se siguen cinco fases esenciales para el desarrollo del módulo didáctico. La primera etapa, la Planificación y Definición de Objetivos, implica la definición clara de los resultados educativos deseados, la identificación de requisitos, la determinación del público objetivo y la evaluación de recursos disponibles.

A continuación, la fase de Investigación y Análisis de Datos Relevantes se enfoca en la recopilación de información a través de revisión de literatura, consultas a expertos, encuestas y análisis de necesidades educativas. La tercera etapa, Diseño y Selección de Componentes, aborda la creación de un plan detallado que incluye la estructura del contenido, las actividades de aprendizaje, la elección de materiales y tecnologías didácticas, y la creación de recursos educativos coherentes con los objetivos previamente definidos.

Posteriormente, en la fase de Pruebas de Validación y Resultados, se realizan pruebas rigurosas para verificar la eficacia del módulo, evaluando su capacidad para cumplir con los objetivos de aprendizaje y analizando los resultados para implementar mejoras si es necesario.

Finalmente, en la fase de Conclusiones y Recomendaciones, se resumen las conclusiones alcanzadas a lo largo del proceso y se proponen recomendaciones basadas en los resultados de las pruebas y ajustes realizados. La documentación exhaustiva desempeña un papel esencial en todas las etapas para respaldar el uso y mantenimiento del módulo didáctico, culminando en la elaboración de un informe final que documenta los resultados de las pruebas y las modificaciones implementadas.

2.1.1. Hipótesis

- Es fundamental reconocer que los cálculos eléctricos en bancos de pruebas varían considerablemente en comparación con las instalaciones eléctricas residenciales. Estas diferencias pueden estar relacionadas con la distancia entre conductores, la carga, la frecuencia de las pruebas y la necesidad de mantener una precisión excepcional.
- Se sugiere que la selección cuidadosa de componentes y materiales es esencial para el funcionamiento eficiente de un banco de pruebas eléctricas. Los componentes elegidos deben

ser compatibles entre sí y apropiados para los objetivos específicos de las pruebas. La hipótesis plantea que la elección adecuada de componentes influirá significativamente en la precisión de las mediciones y en la durabilidad a largo plazo del banco de pruebas.

- Se destaca la relevancia de mantener una documentación exhaustiva a lo largo del proceso de diseño y construcción del banco de pruebas. Además, se sugiere que la implementación de procedimientos de mantenimiento preventivo es crucial para garantizar el funcionamiento continuo y preciso del banco de pruebas en el laboratorio. La hipótesis se centra en cómo una documentación adecuada y un mantenimiento apropiado contribuyen a mantener la integridad de las mediciones eléctricas y a garantizar la seguridad en el laboratorio de pruebas eléctricas.

2.2. MARCO TEORICO

2.2.1. Normativa (NEC) para instalaciones eléctricas residenciales

El Código Eléctrico Nacional (NEC) es una normativa ampliamente adoptada en los Estados Unidos para regular las instalaciones eléctricas residenciales (Iza et al., 2018). El NEC establece los requisitos mínimos de seguridad y funcionamiento para la instalación, diseño y mantenimiento de sistemas eléctricos residenciales. Algunos de los aspectos clave que abarca el NEC incluyen:

2.2.1.1. Requisitos generales

La norma NEC establece la utilización de materiales y métodos adecuados en la instalación eléctrica residencial. Esto incluye la selección de conductores, cables, equipos de protección y sistemas de puesta a tierra según los estándares establecidos. (Iza et al., 2018)

2.2.1.2. Protección contra riesgos eléctricos

La norma NEC establece los criterios de seguridad para prevenir descargas eléctricas y proteger a las personas y las propiedades (Iza et al., 2018). Esto incluye la instalación de dispositivos de protección contra sobre corriente, como interruptores automáticos o disyuntores, fusibles y relés de sobrecarga.

2.2.1.3. Código de colores

El NEC establece un sistema de codificación de colores para identificar los conductores de fase, neutro y tierra en las instalaciones eléctricas residenciales (Iza et al., 2018). Por ejemplo, los conductores de fase pueden estar codificados con los colores negro, rojo o azul, mientras que el conductor neutro se identifica comúnmente con el color blanco o gris.

Tabla 1

Código de colores para conductores

CÓDIGO DE COLORES	
CONDUCTOR	COLOR
Neutro	Blanco
Tierra	Verde, verde con franja amarilla
Fase	Rojo azul, negro, amarillo o cualquier otro color diferente a neutro y tierra

Nota. Código de colores según la norma NEC. Tomado de (Iza et al., s. f.)

2.2.2. Requisitos de capacidad de corriente y sección de conductores

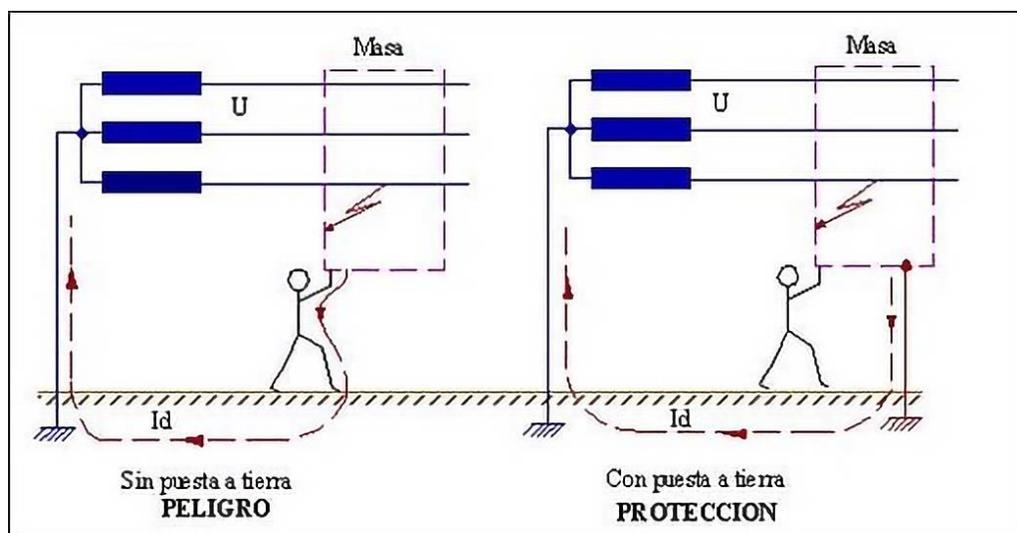
Los criterios para determinar la capacidad de corriente y la sección de los conductores utilizados en las instalaciones residenciales. Esto incluye considerar factores como la corriente de carga, la longitud de los conductores, la temperatura ambiente y la capacidad de disipación de calor de los cables (Iza et al., 2018).

2.2.3. Sistemas de puesta a tierra

Los requisitos para los sistemas de puesta a tierra en instalaciones eléctricas residenciales, tienen como objetivo de garantizar la seguridad y reducir el riesgo de cortes de energía. Esto incluye la instalación de electrodos de tierra y la interconexión de los sistemas de puesta a tierra en diferentes partes del sistema eléctrico. (Figuera & Guerrero, 2023)

Figura 2

Importancia de la puesta a tierra



Nota. Ejemplo de la importancia de la puesta a tierra en una instalación. Tomada de (Del Rio, 2013)

2.3. Protecciones Adicionales

2.3.1. Sobrecorriente

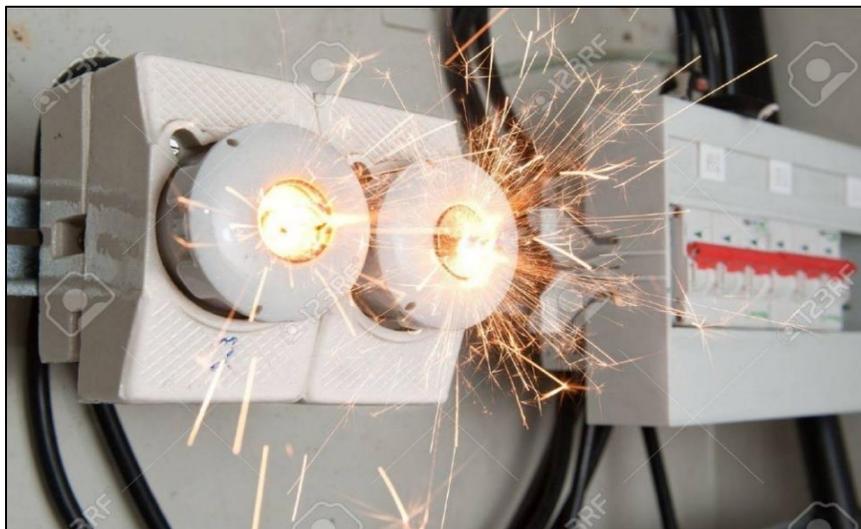
Las protecciones contra sobrecorriente complementan la función del disyuntor detectando corrientes anormales y actuando para proteger el circuito eléctrico. Para lograr este objetivo se pueden utilizar fusibles y relés de sobrecorriente. (García, 2019)

El término "sobrecorriente" se refiere a un flujo de corriente eléctrica que excede los límites de un circuito (Figuera & Guerrero, 2023). Esto puede suceder debido a condiciones

como cortocircuitos, fallas en el equipo, sobrecarga o problemas en la red eléctrica. La presencia de una sobrecorriente puede ser perjudicial para los componentes del circuito y generar riesgo de incendio o daños a la propiedad.

Figura 3

Circuito eléctrico sobrecargado



Nota. Representación de una instalación eléctrica sobrecargada. Tomada de Thomland (s. f.)

Los dispositivos de protección contra sobrecorriente se utilizan para proteger los circuitos eléctricos de los efectos negativos de la sobrecorriente. Estos dispositivos detectan y responden a corrientes anormales, desactivando o desconectando el circuito para evitar daños mayores. A continuación, se describen los dispositivos más utilizados para la protección contra sobrecorriente:

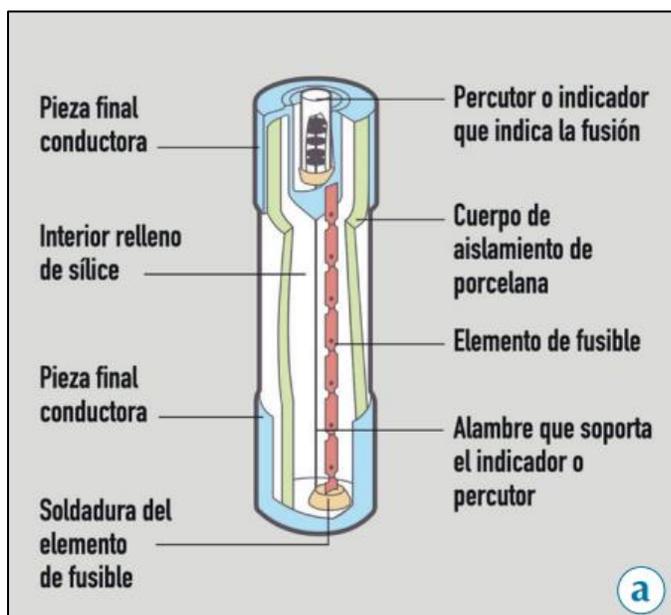
2.3.2. Fusibles

Los fusibles son dispositivos de protección que consisten en un conductor metálico de baja resistencia. Cuando la corriente que atraviesa el fusible excede su capacidad nominal, el conductor se calienta y se derrite, interrumpiendo el flujo de corriente y protegiendo así el

circuito. Los fusibles deben seleccionarse cuidadosamente para que sean compatibles con las características del circuito y la corriente nominal requerida. (Rivero, 2022)

Figura 4

Características de un fusible



Nota. Estructura interna de un fusible. Tomada de (Ejarque, s. f.-a)

2.3.3. Tipos de fusibles

Los fusibles son dispositivos eléctricos diseñados para cortar el flujo de corriente eléctrica cuando supera un determinado valor, protegiendo los circuitos y equipos eléctricos de sobrecargas y cortocircuitos (Harper, 2005). Estos dispositivos desempeñan un papel crucial en la seguridad y confiabilidad de los sistemas eléctricos y sistemas electrónicos porque ayudan a prevenir daños a componentes costosos y evitar los riesgos de incendio o cortes de energía eléctrica. Los fusibles vienen en una variedad de tipos, cada uno con características únicas que los hacen adecuados para una variedad de aplicaciones

Figura 5*Tipos de fusibles*

A) De uso general ó "tipo G"	<ul style="list-style-type: none"> gL Para protección de cables y conductores (neozed, diazed, NH). GM Para protección de aparatos de maniobra, y mando de motores gR Para protección de semiconductores = equipos electrónicos. gG Para protección de sobrecargas. gB Para equipos de minas.
B) De acompañamiento ó "tipo a"	<ul style="list-style-type: none"> aM Para protección de aparatos de maniobra. Son de acompañamiento por utilizarse asociados a magnetotérmicos, ya que sólo protegen a cortocircuitos y no a sobrecargas, que lo hará el magnetotérmico. aR Para protección de semiconductores = equipos electrónicos.
C) Fusibles limitadores	<ul style="list-style-type: none"> Llamados extrarápidos, porque funden en menos de 5ms, consiguiendo con ello limitar las corrientes de cortocircuitos

Nota. Imagen descriptiva de los tipos de fusibles. Tomada de Gómez (s. f.)

2.3.4. Fusibles gG

Se conocen como fusibles de interconexión de baja capacidad, son dispositivos de protección utilizados en circuitos eléctricos de baja potencia. Estos fusibles están diseñados para soportar corrientes nominales de bajo nivel y tienen una capacidad de interrupción limitada (Harper, 2005). En caso de sobrecarga o cortocircuito, el fusible GG se activará, interrumpiendo la corriente eléctrica y protegiendo los equipos y cables del circuito.

2.3.5. Fusibles gM

Se conocen como fusibles de alta capacidad de interrupción, son dispositivos de protección que se emplean en circuitos eléctricos de alta potencia (JOSÉ, 2022). Estos fusibles han sido especialmente diseñados para resistir corrientes nominales elevadas y poseen una

capacidad de interrupción superior en comparación con los fusibles GG. Su función principal radica en salvaguardar tanto los equipos como los cables de posibles sobrecargas y cortocircuitos.

2.3.6. Fusibles gL

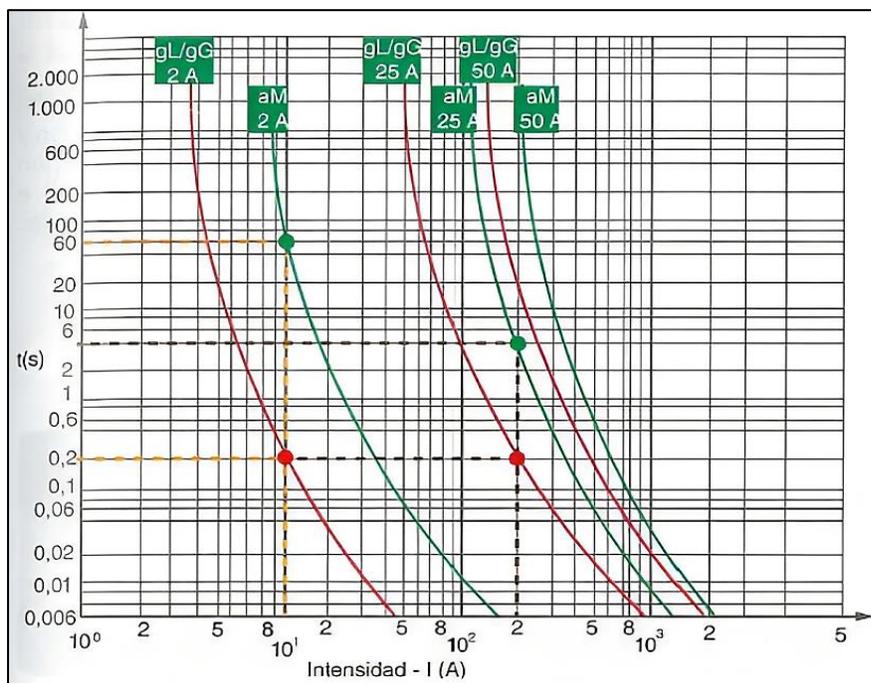
Son conocidos como fusibles de uso general, tienen un doble propósito en la protección de circuitos eléctricos residenciales (Harper, 2005). En el caso de sobrecargas, la curva de fusión muestra una respuesta gradual y más lenta, pero en cortocircuitos, la respuesta es rápida y eficaz.

2.3.7. Fusibles aM

Están diseñados específicamente para la protección de motores, tienen un tiempo de respuesta muy lento ante sobrecargas y un tiempo de respuesta instantáneo en situaciones de cortocircuito (JOSÉ, 2022). Estos fusibles se utilizan en líneas de alimentación de motores cuando la intensidad en el pico de arranque supera diez veces la intensidad nominal, asegurando una protección precisa y eficiente para los motores eléctricos residenciales.

2.3.8. Curvas de Disparo de Fusibles

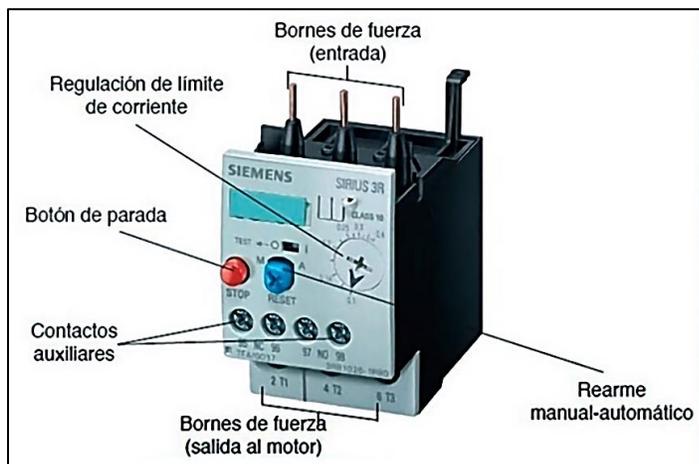
Las curvas de Disparo se refieren a las representaciones gráficas de las respuestas de los fusibles utilizados en instalaciones eléctricas a varios niveles de corriente eléctrica (Sánchez, 2008). Estas curvas son fundamentales para comprender cómo los fusibles protegen las instalaciones eléctricas desconectando automáticamente el suministro de energía en caso de sobrecarga o cortocircuito, garantizando la seguridad de los residentes y la integridad de los equipos eléctricos en un entorno doméstico."

Figura 6*Curvas de disparo de fusibles*

Nota. Representación gráfica de las curvas en los fusibles. Tomado de (Rivero, 2022)

2.4. Relés de Sobrecorriente

Los relés de sobrecorriente son dispositivos electromagnéticos que monitorean constantemente la corriente que fluye a través de un circuito. Cuando la corriente supera un nivel predefinido, el relé se activa y abre un interruptor o disyuntor para interrumpir el flujo de corriente (Harper, 2007). Los relés de sobrecorriente se utilizan comúnmente en sistemas de distribución de energía y se pueden ajustar para diferentes niveles de corriente y tiempos de respuesta.

Figura 7*Relé de protección contra sobrecorriente*

Nota. Partes de un relé de tres polos. Tomado de (SectorElectricidad & SectorElectricidad, 2022)

Estos dispositivos de protección contra sobrecorriente desempeñan un papel crucial en la seguridad de los sistemas eléctricos, evitando daños a los equipos, riesgos de incendio y garantizando la continuidad del suministro eléctrico (Harper, 2007). Su selección y configuración son fundamentales para una protección efectiva contra una sobrecorriente.

2.5. Sobretensión

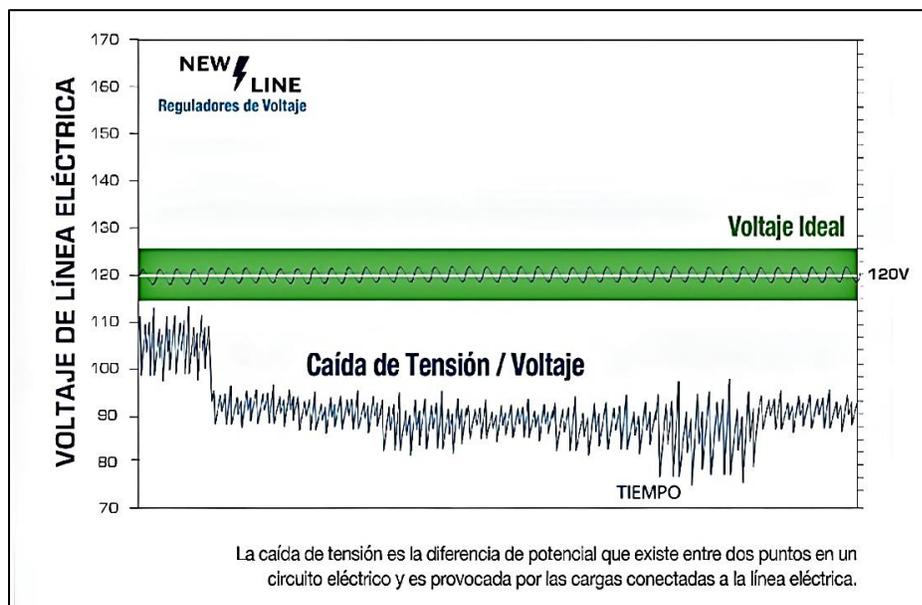
Las protecciones contra sobretensión se utilizan para proteger los equipos y sistemas eléctricos contra picos de tensión. Se emplean dispositivos como varistores, supresores de transitorios y protectores contra rayos. (García, 2019)

2.6. Caída de tensión

La caída de tensión es una disminución en el nivel de voltaje que ocurre debido a la resistencia inherente de los conductores y componentes en un sistema eléctrico. (Balaguer & Blasco, 2021)

Figura 8

Impacto de la caída de tensión



Nota. Gráfica de la caída de tensión. Tomada de (Caída de tensión y bajo voltaje, s. f.)

Este fenómeno puede tener impactos negativos en el rendimiento de los equipos y en la eficiencia energética del sistema (Balaguer & Blasco, 2021). Por lo tanto, resulta esencial considerar y controlar la caída de tensión durante el diseño y la operación de los sistemas eléctricos. A continuación, se presenta la fórmula para calcular la caída de tensión:

Formula 1

Cálculo de caída de tensión

$$V = 2x \frac{p * I * L}{S}$$

Donde:

I: Corriente en amperios A.

P: es la resistividad del cobre (0.0206) $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ a 70°C

L: es la longitud del conductor en m.

S: es la sección del conductor en mm².

2.7. Cortocircuito

Un cortocircuito ocurre cuando hay una conexión directa e ininterrumpida entre dos puntos de un circuito eléctrico que normalmente no deberían estar conectados. Esto crea un camino de baja resistencia por el cual fluye una corriente extremadamente alta. (Figuera & Guerrero, 2023)

El resultado de un contacto involuntario entre fase con neutro o entre fases, y en el caso de corriente continua, como resultado del contacto entre polos opuestos (Harper, 2005). Los cortocircuitos pueden resultar en daños severos a los componentes del circuito y representar un riesgo de incendio o electrocución. La fórmula para el cálculo de corrientes de cortocircuito:

Formula 2

Cálculo de corrientes de cortocircuito

$$I_{cc} = \frac{0,8 * U}{R}$$

Donde:

I_{cc}: es la intensidad de cortocircuito máxima en el punto considerado.

U: es la tensión de alimentación fase neutro (120V).

R: es la resistencia del conductor de fase entre el punto y la alimentación.

Tabla 2

Clasificación de equipos de protección en diferentes escenarios

Protección		Sobrecargas	Cortocircuitos	Corrientes de fuga
Aparato de protección	Fusible	X	X	
	Disyuntor	Magnético	X	
		Térmico	X	
		Termomagnéticos	X	X
	Diferencial			X

Nota. Clasificación de equipos de protección eléctrica según su aplicación. Tomada de (Ejarque, s. f.-b)

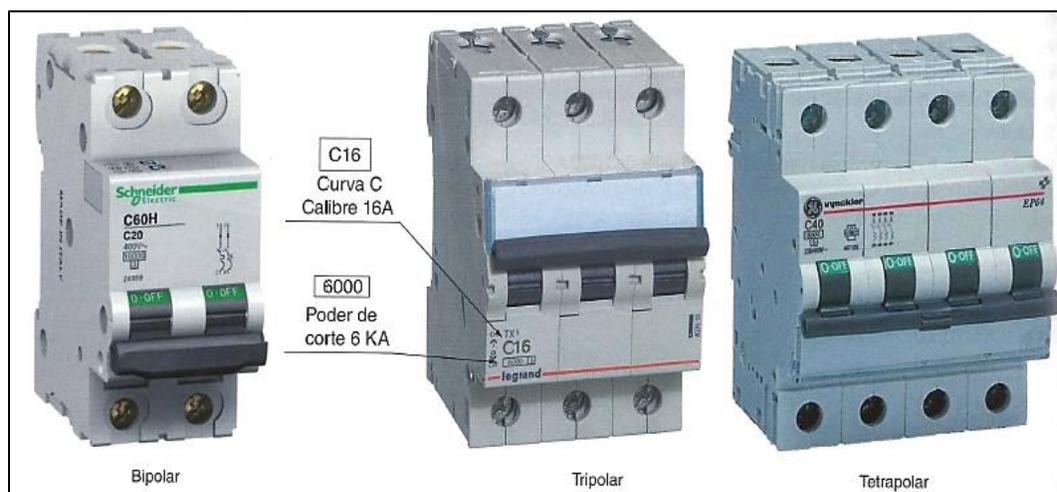
2.8. Disyuntor

2.8.1. Definición del Disyuntor:

Los disyuntores son dispositivos electromagnéticos que protegen los circuitos al interrumpir automáticamente la corriente cuando se detecta un cortocircuito. Estos dispositivos contienen un interruptor que se abre rápidamente cuando la corriente supera un nivel establecido (Sánchez, 2008). Los disyuntores pueden restablecerse manualmente o automáticamente después de que se haya solucionado el problema de cortocircuito..

Figura 9

Disyuntores automáticos



Nota. Variedad de disyuntores automáticos y sus partes. Tomado de (Rivero, 2022)

2.8.2. *Funcionamiento básico del Disyuntor*

El funcionamiento del disyuntor se basa en principios electromagnéticos y/o térmicos. En caso de una falla o sobrecarga, el disyuntor actúa para interrumpir la corriente eléctrica y desconectar el circuito afectado (Sánchez, 2008).

El tiempo accionamiento del disyuntor debe ser lo suficientemente rápido para evitar daños a la red o en las personas. A continuación, se muestra una tabla con los disyuntores más frecuentes. (Bastian, 2001)

Tabla 3

Tipos de Disyuntores y sus usos

Tipo de disyuntor	
Térmico	Protección contra sobrecargas
Magnético	Protección contra cortocircuito
Termomagnético	Protección de cortocircuitos y sobrecargas
Diferencial	Protección de corrientes de fuga

Nota. Tipos de protecciones de los disyuntores. Tomada de (Ejarque, s. f.-b)

2.8.3. *Disyuntores Térmicos*

Utilizan elementos bimetálicos que se deforman debido al calor generado por la corriente eléctrica. Estos disyuntores son adecuados para proteger contra sobrecargas prolongadas. (Sobrevila y Farina, s. f.)

2.8.4. *Disyuntores Magnéticos*

Detectan corrientes de cortocircuito y sobrecargas de alto valor. Utilizan bobinas electromagnéticas que generan un campo magnético capaz de accionar la apertura del disyuntor. (JOSÉ, 2022)

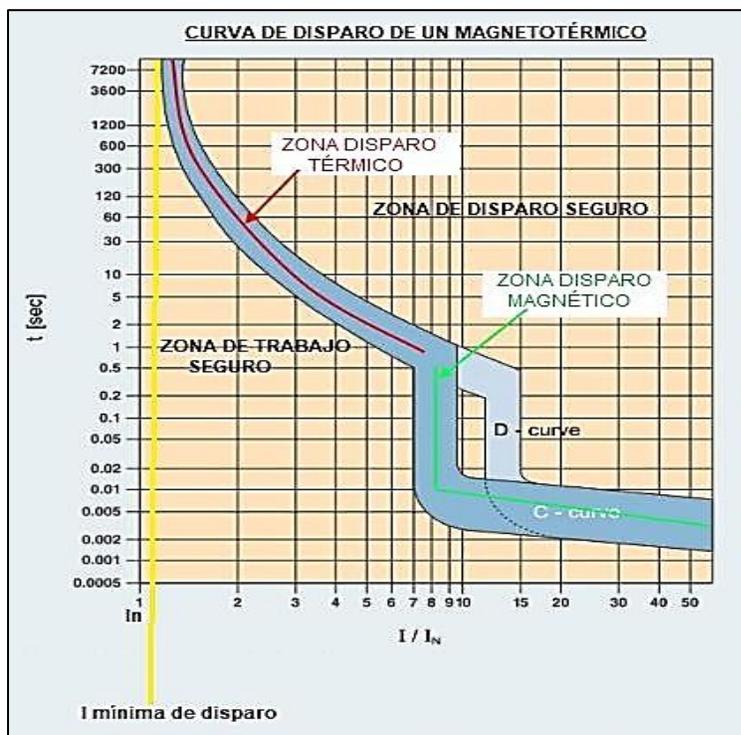
2.8.5. Disyuntores Termomagnéticos

El elemento térmico del disyuntor termomagnético se basa en el principio de la expansión térmica de los materiales. Dentro del disyuntor, hay una banda bimetálica que se calienta cuando la corriente eléctrica fluye a través del circuito. A medida que la corriente aumenta y se mantiene en niveles peligrosos durante un período de tiempo prolongado, la banda bimetálica se expande y eventualmente activa el mecanismo de apertura del disyuntor (Harper, 2005). Esto protege el circuito y los equipos conectados contra el sobrecalentamiento y los daños asociados

El elemento magnético del disyuntor termomagnético proporciona una protección más rápida y sensible en caso de un cortocircuito. Consiste en una bobina electromagnética que crea un campo magnético cuando la corriente de falla alcanza niveles extremadamente altos debido a un cortocircuito. Este campo magnético actúa sobre un mecanismo de disparo que libera rápidamente el contacto del disyuntor, interrumpiendo el flujo de corriente y evitando daños mayores en el sistema eléctrico.

Figura 10

Curva de disparo de interruptor magnetotérmico



Nota. Curva de disparo detallada. Tomada de (<https://www.areatecnologia.com>, s. f.-c)

2.8.6. *Parámetros importantes de los Disyuntores*

Los parámetros de mayor importancia que rigen su funcionamiento y su relevancia en la protección contra sobrecargas y cortocircuitos. Comprender estos aspectos es fundamental para garantizar un suministro eléctrico confiable y seguro en diversas aplicaciones (Sánchez, 2008).

2.8.6.1. **Capacidad de Corriente Nominal**

La capacidad de corriente nominal se refiere a la corriente máxima que el disyuntor puede manejar de forma continua sin sufrir daños. Es un parámetro fundamental para determinar si el disyuntor es adecuado para una aplicación específica.

Esta especificación garantiza que el disyuntor pueda mantener el flujo de corriente dentro de límites seguros durante el funcionamiento normal, evitando el sobrecalentamiento y garantizando la protección continua de la instalación (Harper, 2005).

2.8.6.2. Capacidad de Interrupción

La capacidad de interrupción de un disyuntor indica la corriente máxima que puede ser interrumpida de manera segura en caso de un cortocircuito. Este parámetro es crucial para evitar daños graves en la instalación y garantizar la seguridad de las personas (Bastian, 2001).

Un disyuntor con una alta capacidad de interrupción puede cortar una corriente de cortocircuito de manera efectiva, evitando daños mayores, mientras que uno con una capacidad de interrupción insuficiente podría no proteger adecuadamente la instalación en situaciones de emergencia.

2.8.6.3. Tiempo de Disparo

El tiempo de disparo es el lapso que transcurre desde que el disyuntor detecta una falla o sobrecarga hasta que interrumpe la corriente. Este parámetro es esencial para determinar la eficacia de la protección ofrecida por el disyuntor (Bastian, 2001). Un tiempo de disparo rápido es crucial para garantizar la seguridad, ya que reduce el riesgo de daños en caso de un cortocircuito o una sobrecarga.

2.8.6.4. La Curva de Disparo

La Curva de Disparo es una representación gráfica que muestra cómo responde el interruptor termomagnético a diferentes niveles de corriente en función del tiempo. En el eje vertical, se representa la corriente eléctrica y, en el eje horizontal, el tiempo de disparo (Harper, 2005).

2.8.7. Tipos de Curvas de Disparo

En interruptores termomagnéticos, se emplean distintos tipos de Curvas de Disparo identificadas mediante letras, como B, C, D, entre otras. Cada tipo de curva se adapta a aplicaciones específicas y niveles de protección en sistemas eléctricos. (Bastian, 2001)

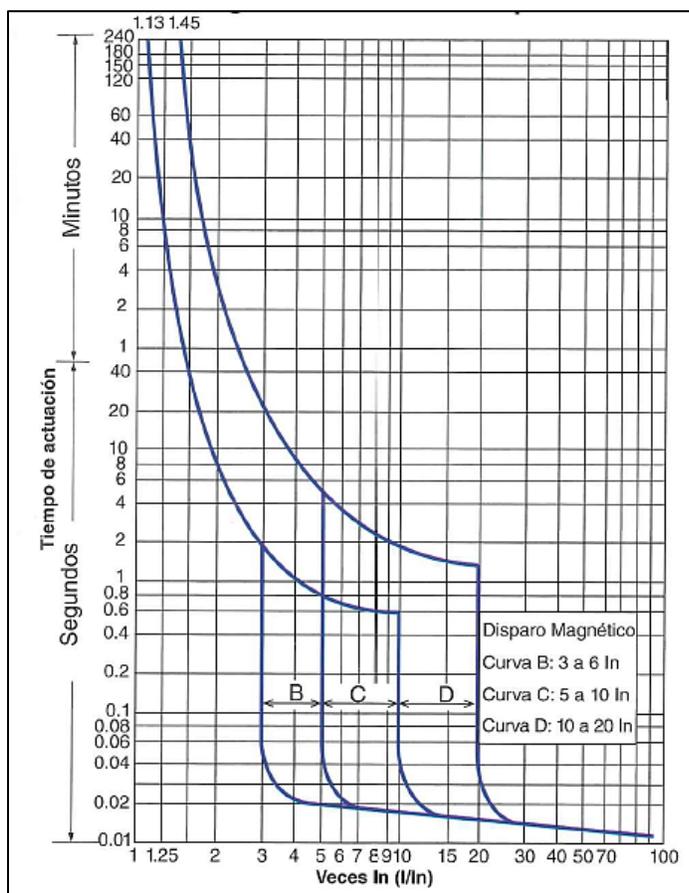
Curva B: Diseñada para aplicaciones con cargas resistivas o ligeramente inductivas, como iluminación o sistemas de calefacción. Se caracteriza por su menor sensibilidad y un tiempo de disparo prolongado, lo que la hace adecuada para evitar disparos innecesarios en presencia de corrientes de arranque transitorias. (Fernández, 2015)

Curva C: Apropriada para cargas inductivas estándar, como motores eléctricos o transformadores. Se encuentra en un punto intermedio en términos de sensibilidad y tiempo de disparo, siendo idónea para equilibrar la protección contra sobrecargas con la capacidad de manejar corrientes de arranque sin disparos prematuros. (Harper, 2005)

Curva D: Destinada a aplicaciones con cargas inductivas que presentan corrientes de arranque extremadamente elevadas, como motores de gran potencia. Es la opción más sensible y se caracteriza por un tiempo de disparo más corto, siendo la elección preferida cuando se requiere una protección altamente sensible contra sobrecargas, especialmente en situaciones con corrientes de arranque muy elevadas. (Fernández, 2015)

Figura 11

Tipos de curvas de los disyuntores



Nota. Curvas de disparo en interruptores automáticos. Tomada de (Rivero, 2022)

2.8.8. Factores que influyen en la Curva de Disparo

Varios factores pueden afectar la configuración de la Curva de Disparo de un interruptor termomagnético, como el diseño del bimetálico, la sensibilidad del electroimán, la temperatura ambiente, la configuración de ajuste del interruptor. (Bastian, 2001)

2.8.8.1. Sensibilidad a la Corriente de Fuga

Algunos disyuntores pueden detectar corrientes de fuga a tierra y desconectar el circuito para evitar riesgos de choque eléctrico. (Fernández, 2015)

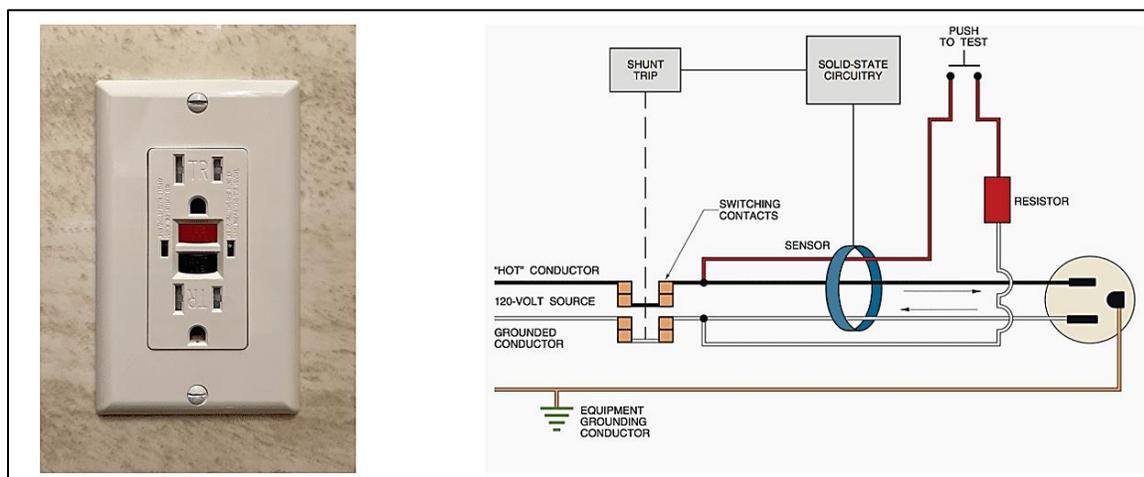
2.8.8.2. Interruptores de circuito por falla a tierra (GFCI)

Los interruptores de circuito por falla a tierra son dispositivos de protección que se utilizan específicamente para prevenir descargas eléctricas en caso de cortocircuitos y otros problemas relacionados con la fuga de corriente a tierra. (Hart, 2009)

Estos interruptores monitorean constantemente la diferencia entre la corriente entrante y la corriente que sale del circuito. Si se detecta una desviación significativa, el interruptor se activa y desconecta el circuito de forma rápida.

Figura 12

Interruptores GFCI



Nota. Esquema de funcionamiento de interruptor GFCI. Tomado de (Kinenergy.Internacional 2023)

Los interruptores de circuito por falla a tierra cumplen un rol de vital importancia en la protección de los circuitos eléctricos al detectar y reaccionar de manera diligente ante cortocircuitos (Hart, 2009). Su capacidad para prevenir daños y garantizar la seguridad tanto de las personas como de los equipos, los consolida como elementos indispensables en la estructura de los sistemas eléctricos.

2.9. Protección contra Fugas de Corriente

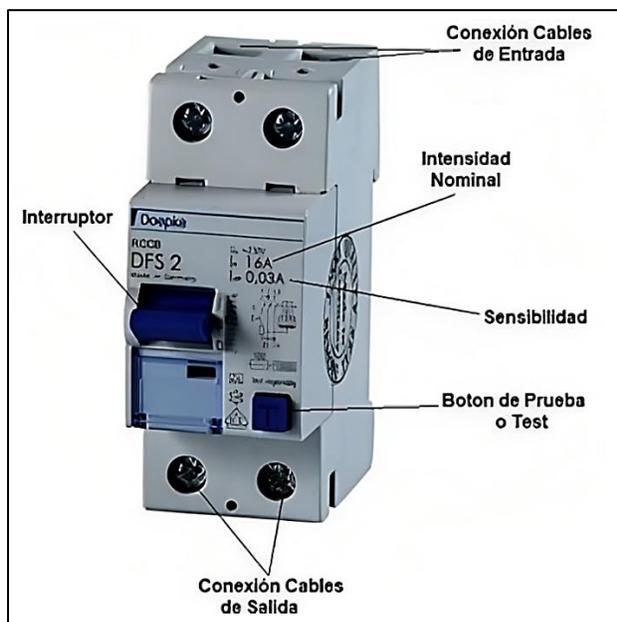
Los disyuntores, se emplean interruptores diferenciales para proteger contra fugas de corriente. Estos dispositivos detectan desequilibrios entre la corriente de entrada y la corriente de retorno, lo que indica fuga a tierra, y desconectan el circuito. (Harper, 2005)

La protección contra fugas de corriente es esencial para garantizar la seguridad en instalaciones eléctricas. Los interruptores diferenciales son particularmente valiosos en entornos donde la seguridad es una prioridad, como en viviendas, industrias y lugares de trabajo. Al detectar estas fugas de corriente de manera eficaz, los interruptores diferenciales contribuyen a prevenir riesgos de electrocución y a evitar daños en la instalación eléctrica.

2.9.1. Interruptor diferencial

Un interruptor diferencial, un dispositivo automático de salvaguarda, se coloca en el panel principal de todo sistema eléctrico, después de todas las cargas enlazadas. Su función principal es proteger la estructura de posibles derivaciones a tierra y a los individuos de contactos directos o secundarios. Este corte automático corta el suministro de energía de la estructura cuando se produce una pérdida de corriente. (Bastian, 2001)

Se pueden clasificar los interruptores diferenciales teniendo en cuenta sus fases (unifásico, bifásico o trifásico), la divergencia de potencial a la que se enfrentarán (230V o 400V), la intensidad máxima que pueden atravesar, su sensibilidad, que por lo común son de 30 miliamperios y de 300 miliamperios, y de acuerdo con el tiempo requerido para su respuesta, que no debería ser inferior a 30 milisegundos. (Hart, 2009)

Figura 13*Interruptor diferencial*

Nota. En la imagen el diferencial apagado, cortando la corriente eléctrica. Tomado de (<https://www.areatecnologia.com>, s. f.-a)

Estos interruptores diferenciales cuentan con un botón o "tester", usualmente identificado con una T. Esta funcionalidad se utiliza para comprobar la correcta operación del interruptor diferencial o interruptor automático. (Bastian, 2001)

2.9.2. Funcionamiento del interruptor diferencial

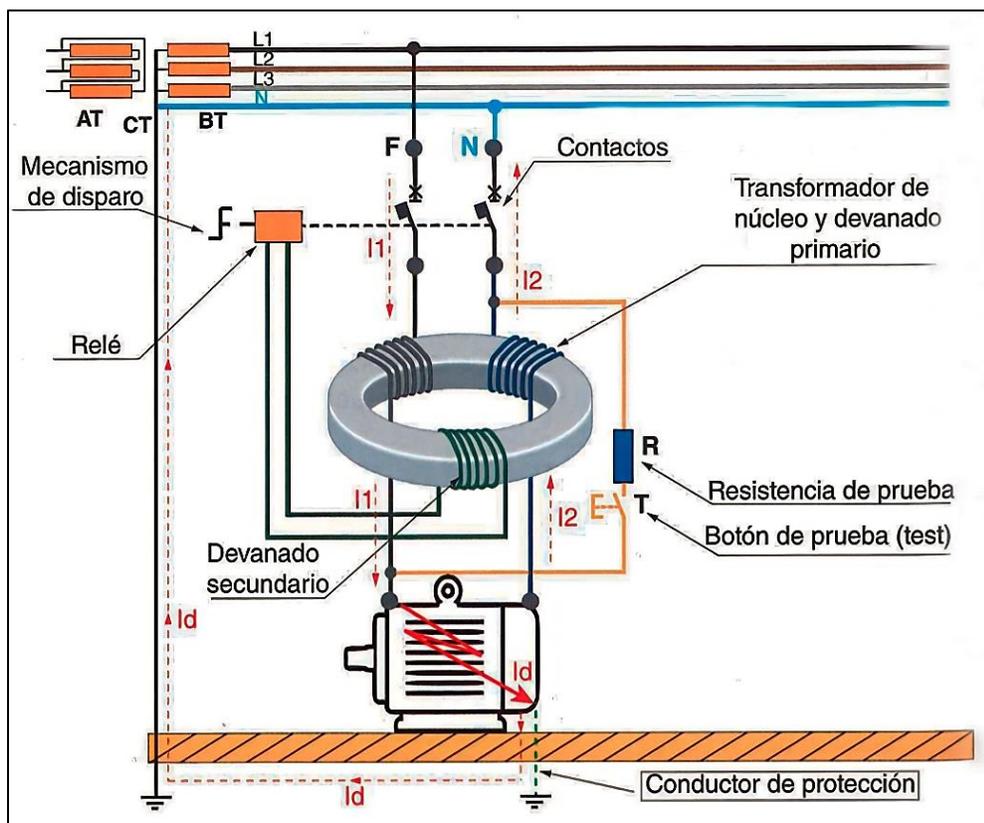
Su funcionamiento consiste en medir la corriente que ingresa y sale de un circuito. Si la medición es idéntica, significa que no hay pérdida de corriente en ningún punto y la instalación es correcta. (Bastian, 2001) Sin embargo, si la medición es diferente, indica que se está perdiendo corriente en algún lugar.

Imaginemos el circuito eléctrico de una vivienda, el cual incluye protecciones principales, un interruptor diferencial, varios enchufes y sistemas de iluminación. Cuando se

utiliza un dispositivo eléctrico en este circuito, una corriente de intensidad (I) ingresa a la instalación. Si por alguna razón una persona entra en contacto con la instalación, parte de la corriente fluirá a través de esa persona hacia el suelo. Por lo tanto, la medición de corriente realizada por el interruptor diferencial en la salida del circuito será la diferencia entre la corriente que ingresó y la que se dirige hacia el suelo a través del cuerpo de esa persona. De esta manera, al detectar una discrepancia entre la corriente de entrada y salida, el interruptor diferencial abrirá automáticamente el circuito, interrumpiendo el flujo de corriente en la instalación y evitando así un posible accidente mortal. (Harper, 2005)

Figura 14

Esquema de funcionamiento del interruptor diferencial



Nota. La base del funcionamiento del interruptor diferencial. Tomada de (Rivero, 2022)

2.9.3. La Curva de Disparo del Interruptor Diferencial

La Curva de Disparo del interruptor diferencial es una representación gráfica que muestra cómo el dispositivo responde a diferentes niveles de corriente residual en función del tiempo. En el eje vertical se representa la corriente residual y, en el eje horizontal, el tiempo de disparo.

(Bastian, 2001)

2.9.4. Tipos de Curvas de Disparo del interruptor diferencial

Existen varios tipos de Curvas de Disparo que se utilizan en interruptores diferenciales, que se identifican generalmente con letras (por ejemplo, S, AC, A, F, etc.). Cada tipo de curva está diseñado para aplicaciones específicas y niveles de protección.

2.9.4.1. Curva S

Utilizada para protección de personas. Es la más sensible y tiene el tiempo de disparo más corto. Apropiaada para instalaciones donde se requiere una alta protección contra descargas eléctricas.(Kosow, 2021)

2.9.4.2. Curva AC

Diseñada para la protección de personas y equipos sensibles. Tiene un tiempo de disparo más corto que la Curva A, pero aun así ofrece una protección eficiente.(JOSE, 2016)

2.9.4.3. Curva A

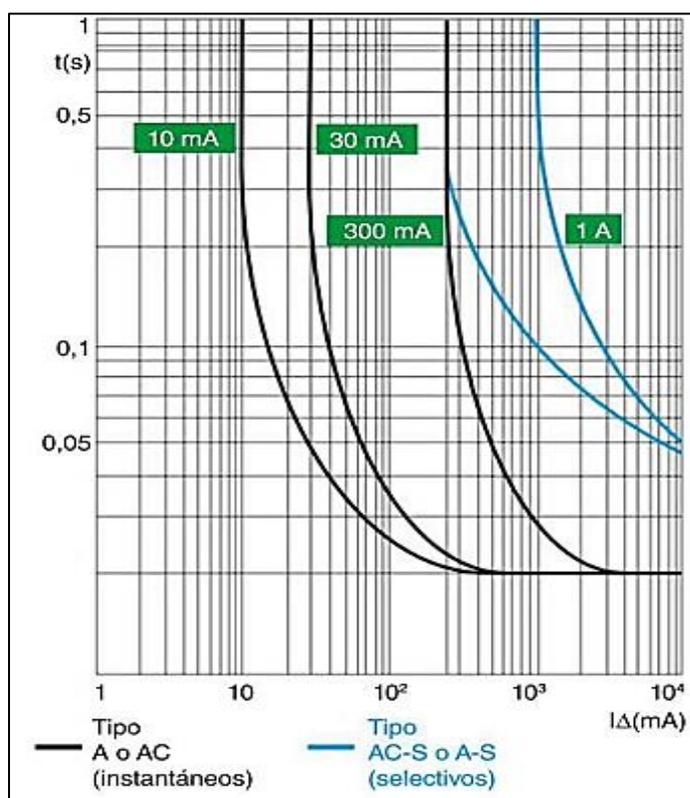
Destinada a proteger equipos eléctricos y electrónicos. Tiene una sensibilidad menor que las curvas anteriores y un tiempo de disparo ligeramente más prolongado.(JOSE, 2016)

2.9.4.4. Curva F

Utilizada específicamente para la protección de equipos con corrientes de fuga de frecuencia alta. Tiene un tiempo de disparo más prolongado y una sensibilidad ajustada para aplicaciones especiales. (Hart, 2009)

Figura 15

Curva de disparo del interruptor diferencial



Nota. Gráfica de tipo de curvas de disparo en interruptor diferencial. Tomada de (Rivero, 2022)

2.9.5. Factores que influyen en la Curva de Disparo

La configuración de las curvas de disparo en los interruptores diferenciales se basa en la sensibilidad del dispositivo y la aplicación específica para la que está diseñado. Factores como la

corriente nominal del interruptor, la frecuencia de la corriente eléctrica, y las características del sistema de tierra influyen en la elección de la curva adecuada. (Harper, 2005)

Tabla 4

Especificaciones de sensibilidades del interruptor diferencial

Tipo de sensibilidad	Valor
Muy alta sensibilidad	10 mA
Alta sensibilidad	30 mA
Baja sensibilidad	300 mA, 500 mA y 1 A

Nota. Sensibilidades y Valores de Operación del Interruptor Diferencial. Tomada de (Rivero, 2022)

2.10. Cargas Inductivas (Factor de Potencia - FP: 0.5 a 0.9)

Las cargas inductivas se refieren a dispositivos o componentes eléctricos en un sistema que exhiben una característica de almacenamiento de energía en forma de campo magnético. Estas cargas incluyen bobinas, transformadores y motores eléctricos, entre otros. Cuando se conectan a una fuente de alimentación, las cargas inductivas tienden a retrasar la corriente eléctrica en relación con la tensión aplicada, lo que resulta en un desfase entre ambas. Este retraso en la corriente se debe al tiempo que se requiere para establecer y desvanecer el campo magnético en la carga. (Morillo, s. f.)

El factor de potencia (FP) se utiliza para describir la eficiencia con la que una carga convierte la energía eléctrica en trabajo útil. Para cargas inductivas, el factor de potencia generalmente cae en el rango de 0.5 a 0.9. Un valor de FP más cercano a 1 indica una carga inductiva más eficiente en la conversión de energía, mientras que un valor más cercano a 0.5 sugiere una eficiencia menor. La corrección del factor de potencia en sistemas con cargas inductivas es importante para evitar pérdidas de energía y mejorar la eficiencia general del sistema eléctrico. (Kosow, 2021)

2.11. Cargas Resistivas (Factor de Potencia - FP: 1)

Las cargas resistivas son componentes eléctricos que exhiben una relación directa entre la tensión aplicada y la corriente que fluye a través de ellos, siguiendo la Ley de Ohm. Ejemplos comunes de cargas resistivas son las resistencias eléctricas, calentadores eléctricos y lámparas incandescentes. En estas cargas, la energía eléctrica se convierte en calor o luz, y no existe un desfase significativo entre la tensión y la corriente.(JOSE, 2016)

El factor de potencia (FP) para cargas resistivas es igual a 1, lo que significa que toda la energía eléctrica suministrada se utiliza de manera eficiente para realizar trabajo útil. Esto contrasta con las cargas inductivas y capacitivas, que pueden tener un FP inferior a 1 debido a la energía reactiva que consumen. Las cargas resistivas son esenciales en muchas aplicaciones, como la calefacción eléctrica y la iluminación, donde se busca una conversión eficiente de energía eléctrica en otro tipo de energía.(Kosow, 2021)

2.12. Motor eléctrico

El motor eléctrico es un dispositivo que transforma la energía eléctrica en energía mecánica para producir movimiento mediante la interacción de campos magnéticos y corrientes eléctricas (JOSE, 2016). Además, es un componente con innumerables aplicaciones industriales y tecnológicas. Al realizar la conversión precisa de la energía eléctrica en energía mecánica, su funcionamiento se basa en la interacción de campos magnéticos y corrientes eléctricas.

Este dispositivo desempeña un papel crucial en una amplia gama de sistemas, desde maquinaria industrial hasta vehículos eléctricos, desencadenando y controlando movimientos precisos que impulsan la eficiencia y el avance en diversas disciplinas.(Kosow, 2021)

Figura 16

Motor eléctrico monofásico



Nota. Motor eléctrico monofásico de 1/4 HP, baja velocidad, Truper. Tomado de (Motor eléctrico monofásico de 1/4 HP, baja velocidad, Truper, Máquinas eléctricas, 102301, s. f.)

2.13. Principio de funcionamiento

El motor eléctrico se basa en el principio de la fuerza electromagnética, según el cual una corriente eléctrica que circula por un conductor genera un campo magnético a su alrededor. Al colocar dicho conductor en presencia de un campo magnético externo, se produce una fuerza que actúa sobre el conductor, provocando su movimiento. En un motor eléctrico, esta interacción entre el campo magnético generado por las bobinas y el campo magnético externo causa la rotación del eje del motor. (Kosow, 2021)

2.13.1. Componentes principales

Un motor eléctrico consta de varios componentes esenciales:

Estator: Es la parte fija del motor y está compuesto por bobinas o devanados de alambre aislado dispuestos alrededor de un núcleo magnético. Estas bobinas se conectan a una fuente de alimentación eléctrica y generan un campo magnético fijo. (SERGIO & BELEN, 2002)

Rotor: Es la parte móvil del motor y generalmente está compuesto por un conjunto de bobinas o imanes permanentes que están montados en un eje. Al aplicar una corriente eléctrica al rotor o al imán permanente, se genera un campo magnético que interactúa con el campo magnético del estator, lo que da lugar al movimiento de rotación. (Kosow, 2021)

Colector y escobillas: En algunos motores eléctricos, como los motores de corriente continua, se utiliza un colector y un par de escobillas para suministrar energía al rotor. El colector es un dispositivo circular que se conecta al rotor, mientras que las escobillas son contactos de grafito que mantienen el contacto eléctrico con el colector (Bastian, 2001). Estos elementos permiten el flujo de corriente al rotor, lo que genera el campo magnético necesario para el movimiento.

2.13.2. Tipos de motores eléctricos

Existen varios tipos de motores eléctricos, cada uno con características y aplicaciones específicas:

2.13.2.1. Motores de corriente continua (DC)

Estos motores funcionan con una corriente eléctrica continua y utilizan la interacción entre un campo magnético creado por bobinas en el estator y un imán permanente o bobina en el rotor para generar movimiento. (Hart, 2009)

2.13.2.2. } Motores de corriente alterna (AC)

Estos motores son alimentados con corriente alterna y se dividen en motores síncronos y motores asíncronos. Los motores síncronos funcionan a una velocidad constante y están sincronizados con la frecuencia de la corriente eléctrica, mientras que los motores asíncronos,

como los motores de inducción, son los más comunes y utilizados en aplicaciones industriales y domésticas. (JOSE, 2016)

2.13.3. Aplicaciones del motor eléctrico

Los motores eléctricos tienen una amplia variedad de aplicaciones en diferentes sectores, incluyendo:

Industria manufacturera: Se utilizan para accionar maquinaria, equipos de transporte, sistemas de bombeo, ventiladores, compresores y más.

Automoción: Los motores eléctricos se utilizan en vehículos eléctricos y híbridos para impulsar el movimiento de las ruedas y otros sistemas auxiliares.

Electrodomésticos: Se encuentran en electrodomésticos como lavadoras, secadoras, neveras, ventiladores, licuadoras y otros aparatos eléctricos.

Generación de energía renovable: Los motores eléctricos se utilizan en aerogeneradores y sistemas de energía solar para convertir la energía eólica o solar en energía eléctrica utilizable. (Calloni, 2004)

Figura 17

Placa de motor eléctrico

3 Δ Mot. 1LA7096-4AA11				
UD 0609/70322582-68				
IP 55	90L	IM B5	IEC/EN 60034	Th.CI.F
50Hz	230/400 V ΔY	60 Hz	480 V Y	
1.5 Kw	5.9/3.4 A	1.75 Kw	3.3 A	
cos ϕ 0.81	1420/ min	cos ϕ 0.82	1720/ min	
220-240/380-420V ΔY		440-480 V Y		
6.1-6.1/3.5-3.5 A		3.4-3.4 A		
32144	6401		SF 1.1	

Nota. Placa de datos de un motor eléctrico. Tomada de (Salgado, 2011)

2.14. Potencia Eléctrica: Activa, Reactiva y Aparente

La potencia eléctrica es una medida clave del sistema eléctrico, mide la cantidad de energía eléctrica que fluye a través de un circuito o dispositivo durante un período de tiempo predeterminado. Se expresa en vatios (W) y es un indicador crucial de la capacidad para realizar un trabajo útil o transmitir energía en un sistema eléctrico. Los tres tipos principales de energía eléctrica son la potencia activa, reactiva y aparente, cada una de las cuales juega un papel específico en el funcionamiento de los sistemas eléctricos.(JOSE, 2016)

2.14.1. Potencia Activa (P)

La potencia activa, también conocida como potencia real o potencia útil, representa la cantidad de energía que se transforma en trabajo útil y realiza la tarea deseada en un sistema (JOSE, 2016). Se mide en vatios (W) y se calcula mediante la fórmula:

Formula 3

De la potencia activa

$$P = V * I * \cos(\theta)$$

Donde:

V: es el valor eficaz de la tensión en voltios (V).

I: es el valor eficaz de la corriente en amperios (A).

θ : es el ángulo de desfase (factor de potencia) entre la tensión y la corriente.

2.14.2. Potencia Reactiva (Q)

La potencia reactiva es la parte de la energía que oscila entre la fuente de alimentación y el dispositivo, sin realizar trabajo útil. Se mide en voltio-amperios reactivos (VAR) y se calcula utilizando la fórmula:

Formula 4

De la potencia reactiva

$$Q = V * I * \text{sen}(\theta)$$

Donde:

Q: es la potencia reactiva en voltio-amperios reactivos (VAR).

V: es el valor eficaz de la tensión en voltios (V).

I: es el valor eficaz de la corriente en amperios (A).

θ : es el ángulo de desfase (factor de potencia) entre la tensión y la corriente, medida en radianes.

La potencia reactiva está relacionada con los componentes inductivos o capacitivos de un sistema y está asociada al desfase entre la tensión y la corriente. (Santos y Martín, 2012)

2.14.3. Potencia Aparente (S)

La potencia aparente es la combinación de la potencia activa y la potencia reactiva. Representa la suma vectorial de ambas y se mide en (VA) voltio-amperios. (Kosow, 2021)

Se calcula utilizando la fórmula:

Formula 5

De la potencia aparente

$$S = V * I$$

Donde:

S: es la potencia aparente en voltio-amperios (VA).

V: es el valor eficaz de la tensión en voltios (V).

I: es el valor eficaz de la corriente en amperios (A).

La potencia aparente es la potencia total suministrada por la fuente de alimentación a un sistema.

2.15. La relación entre la potencia eléctrica y la potencia mecánica (útil)

2.15.1. La eficiencia mecánica

Se refiere a la relación entre la potencia de salida mecánica y la potencia de entrada mecánica en un dispositivo o sistema (Bastian, 2001). Se calcula utilizando la fórmula:

Formula 6

Eficiencia mecánica

Eficiencia = (Potencia de salida mecánica/Potencia de entrada mecánica) * 100

2.15.2. La eficiencia eléctrica

Se refiere a la relación entre la potencia de salida eléctrica y la potencia de entrada eléctrica en un dispositivo o sistema. Se calcula utilizando la fórmula:

Formula 7

Eficiencia eléctrica

Eficiencia = (Potencia de salida eléctrica/Potencia de entrada eléctrica) * 100)

Ambas eficiencias son importantes para evaluar el rendimiento y la calidad de un sistema o dispositivo. (Santos y Martín, 2012)

2.16. Factor de Potencia:

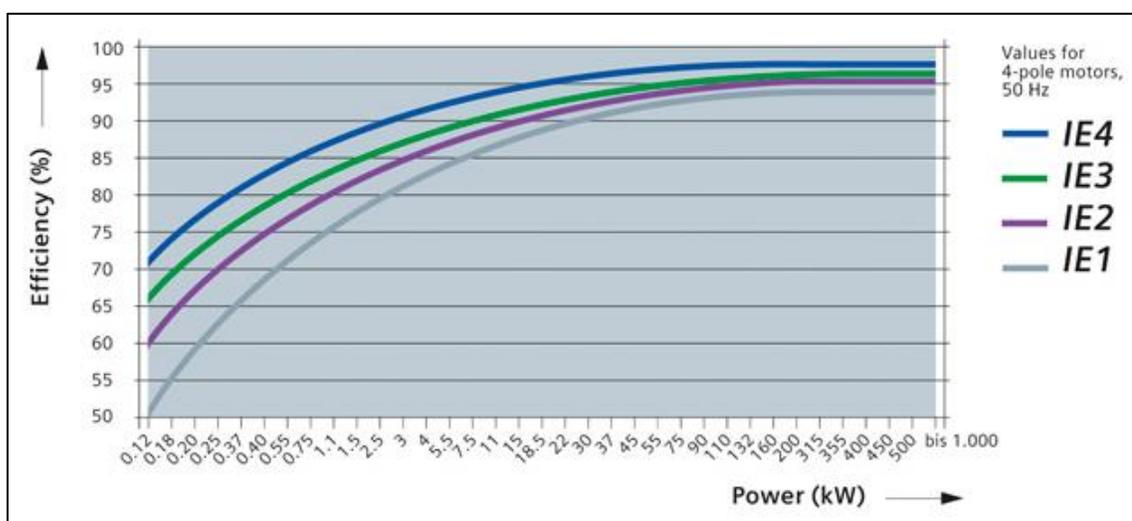
El factor de potencia es la relación entre la potencia activa y la potencia aparente en un sistema eléctrico. Se representa como $\cos(\theta)$ y varía entre 0 y 1. Un factor de potencia cercano a 1 indica una mayor eficiencia energética en el sistema, mientras que un factor de potencia bajo (cerca de 0) indica una mayor presencia de potencia reactiva en el sistema. (JOSE, 2016)

2.17. Estándares de Eficiencia IE1, IE2 e IE3:

Los estándares de eficiencia IE1, IE2 e IE3 se utilizan para clasificar la eficiencia de los motores eléctricos. Estos estándares, establecidos por la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), se refieren a los requisitos de eficiencia mínima para diferentes categorías de motores. Los motores con clasificación IE3 son los más eficientes, seguidos por IE2 e IE1, en orden descendente de eficiencia.

Figura 18

Representación de la eficiencia en motores



Nota. Gráfica que representa los niveles de eficiencia energética. Tomada de (Elektra, 2021)

2.18. Factor de simultaneidad (FSn)

“Relación, expresada como un valor numérico o como un porcentaje, de la potencia simultánea máxima de un grupo de artefactos eléctricos o clientes durante un período determinado; y la suma de sus potencias individuales máximas durante el mismo período.” (DGE – Terminología en Electricidad, Sección 88, pag.91).

Formula 8

Formula del factor de simultaneidad

$$F_s = \frac{DM}{CI}$$

Donde:

DM = Demanda Máxima Registrada en la carga (kW)

CI = Carga conectada (kW)

2.18.1. Factores de demanda para iluminación y tomacorrientes

Es esencial para comprender y aplicar factores de demanda en instalaciones eléctricas. Los valores presentados representan la relación entre la potencia instalada (kW) de iluminación y tomacorrientes de uso general y el factor de la demanda correspondiente (%). Estos factores son cruciales para calcular y gestionar la carga eléctrica en instalaciones civiles (Harper, 2005).

A continuación, presentamos la tabla detallada para su referencia:

Tabla 5*Factores de demanda para iluminación y tomacorrientes de uso general*

Potencia instalada (P) de Iluminación y Tomacorrientes uso general (kw)	Factor de la demanda (%)
Hasta 1	86
De 1 a 2	75
De 2 a 3	66
De 3 a 4	59
De 4 a 5	52
De 5 a 6	45
De 6 a 7	40
De 7 a 8	35
De 8 a 9	31
De 9 a 10	27
De 10 en adelante	24

Nota. En la tabla representan porcentajes de la potencia instalada utilizados para calcular la carga de iluminación y tomacorrientes de uso. Tomada de (*GUIA-2021-PARTE-2-.pdf*, s. f.)

2.19. Desarrollo

2.19.1. Cálculos para el tablero de prácticas

2.19.1.1. Cálculo de la resistencia

Formula 9

Para calcular la resistencia en circuito de iluminación (C1)

$$R = \frac{L}{(S * Y)}$$

$$R = \frac{1,75}{(2,5 * 0,0206)}$$

$$R = 0,014420 \Omega$$

Para el circuito de tomacorrientes (C2)

$$R = \frac{L}{(S * Y)}$$

$$R = \frac{2,15}{(4 * 0,0206)}$$

$$R = 0,011073 \Omega$$

Para circuitos de cargas especiales (motor) C3

$$R = \frac{L}{(S * Y)}$$

$$R = \frac{2,50}{(6 * 0,0206)}$$

$$R = 0,008583 \Omega$$

Para circuitos de cargas especiales ducha eléctrica (C3)

$$R = \frac{L}{(S * Y)}$$

$$R = \frac{2,50}{(10 * 0,0206)}$$

$$R = 0,003219 \Omega$$

Para circuitos de cargas especiales cocina eléctrica (C3).

$$R = \frac{L}{(S * Y)}$$

$$R = \frac{1,50}{(6 * 0,0206)}$$

$$R = 0,005150 \Omega$$

2.20. Cálculo de la corriente de servicio**Para calcular la resistencia en circuito de iluminación (C1)**

$$I_s = \frac{P}{U * \cos\phi}$$

$$I_s = \frac{300W}{120V * 0,9}$$

$$I_s = 2,78 A$$

Se emplearon 3 bombillas de 9 W, sin embargo, según la normativa del Código Eléctrico Nacional (NEC), el cálculo debe basarse en una potencia mínima de 100 W. Por lo tanto, se consideró un valor de 300 W.

Para circuito de tomacorrientes (C2)

$$I_s = \frac{P}{U * \cos\phi}$$

$$I_s = \frac{470 W}{120V * 0,92}$$

$$I_s = 4,26 A$$

Se utilizaron potencias referenciales dispositivos que se podrían conectar a este circuito de tomacorrientes, tales como un televisor (120 W), una licuadora (300 W) y un ventilador (50 W), lo que sumaría un total de 470

Para circuitos de cargas especiales, motor (C3)

$$I_s = \frac{P}{U * \cos\varphi}$$

$$I_s = \frac{1065,71}{240V * 0,85}$$

$$I_s = 5,22 \text{ A}$$

Para circuitos de cargas especiales ducha eléctrica (C3)

$$I_s = \frac{P}{U * \cos\varphi}$$

$$I_s = \frac{3000}{120V * 1}$$

$$I_s = 25,00 \text{ A}$$

Para circuitos de cargas especiales cocina eléctrica (C3)

$$I_s = \frac{P}{U * \cos\varphi}$$

$$I_s = \frac{3100}{240V * 1}$$

$$I_{s3} = 12,92 \text{ A}$$

2.21. Cálculo de corriente de cortocircuito**Para circuito de iluminación (C1)**

$$I_{cc} = \frac{0,8 * U}{R}$$

$$I_{cc} = \frac{0,8 * 120V}{0,014420}$$

$$I_{cc} = 6657,4 \text{ A}$$

$$I_{cc} = 6,66 \text{ KAmper}$$

Para circuito de tomacorrientes (C2)

$$I_{cc} = \frac{0,8 * U}{R}$$

$$I_{cc} = \frac{0,8 * 120V}{0,011073}$$

$$I_{cc} = 8670,1 \text{ A}$$

$$I_{cc} = 8,67 \text{ KAm}$$

Para circuitos de cargas especiales cocina eléctrica.

$$I_{cc} = \frac{0,8 * U}{R}$$

$$I_{cc} = \frac{0,8 * 240V}{0,005150}$$

$$I_{cc} = 37281,5 \text{ A}$$

$$I_{cc} = 37,28 \text{ KAm}$$

Para circuitos de cargas especiales, motor (C3)

$$I_{cc} = \frac{0,8 * U}{R}$$

$$I_{cc} = \frac{0,8 * 120V}{0,008583}$$

$$I_{cc} = 22368,9 \text{ A}$$

$$I_{cc} = 22,37 \text{ KAm}$$

Para circuitos de cargas especiales, ducha eléctrica (C3)

$$I_{cc} = \frac{0,8 * U}{R}$$

$$I_{cc} = \frac{0,8 * 120}{0,003219}$$

$$I_{cc} = 11184,4 \text{ A}$$

$$I_{cc} = 11,18 \text{ KAm}$$

Para la línea general (LG)

$$I_{cc} = \frac{0,8 * U}{R}$$

$$I_{cc} = \frac{0,8 * 220}{0,003863}$$

$$I_{cc} = 31067,9 \text{ A}$$

$$I_{cc} = 31,07 \text{ KAmp}$$

2.22. Cálculo de caída de tensión

Para el circuito de iluminación (C1)

$$\Delta V = 2x \frac{R * I * L}{S}$$

$$\Delta V = 2x \frac{0,0206 * 2,2 * 1,75}{2,5}$$

$$\Delta V = 0,080$$

$$\Delta V = \frac{0,080}{120V} * 100$$

$$\Delta V = 0,07\%$$

Para circuito de tomacorrientes (C2)

$$\Delta V = 2x \frac{R * I * L}{S}$$

$$\Delta V = 2x \frac{0,0206 * 4,38 * 2,15}{4}$$

$$\Delta V = 0,094$$

$$\Delta V = \frac{0,094}{120V} * 100$$

$$\Delta V = 0,08 \%$$

Para circuito de cargas especiales, cocina eléctrica (C3)

$$\Delta V = 2x \frac{R * I * L}{S}$$

$$\Delta V = 2x \frac{0,0206 * 12,92 * 1,5}{6}$$

$$\Delta V = 0,133$$

$$\Delta V = \frac{0,133}{240V} * 100$$

$$\Delta V = 0,06 \%$$

Para circuito de cargas especiales, motor (C3)

$$\Delta V = 2x \frac{R * I * L}{S}$$

$$\Delta V = 2x \frac{0,0206 * 5,22 * 2,5}{6}$$

$$\Delta V = 0,090$$

$$\Delta V = \frac{0,090}{240V} * 100$$

$$\Delta V = 0,04 \%$$

Para circuito de cargas especiales, ducha eléctrica (C3)

$$\Delta V = 2x \frac{R * I * L}{S}$$

$$\Delta V = 2x \frac{0,0206 * 25,00 * 2,5}{6}$$

$$\Delta V = 0,429$$

$$\Delta V = \frac{0,429}{120V} * 100$$

$$\Delta V = 0,36 \%$$

Para línea general (LG)

$$\Delta V = 2x \frac{R * I * L}{S}$$

$$\Delta V = 2x \frac{0,0206 * 35,12 * 3}{10}$$

$$\Delta V = 0,434$$

$$\Delta V = \frac{0,434}{240V} * 100$$

$$\Delta V = 0,18\%$$

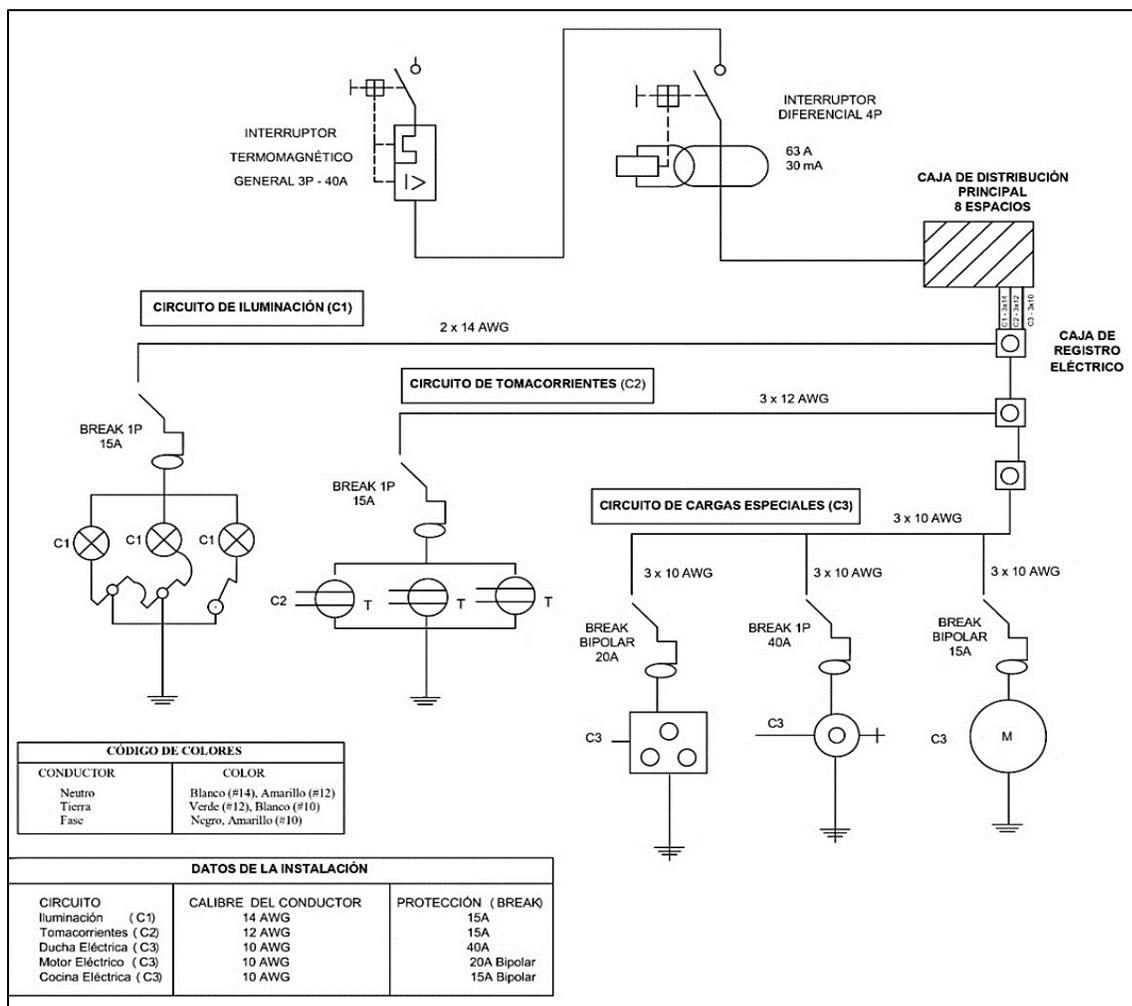
2.23. Construcción del módulo didáctico

2.23.1. Diseño del espacio en el módulo

La construcción física comienza con la distribución espacial diseñada previamente. Se establece la disposición de los elementos clave, como panel de distribución, cajas de registro, interruptores, tomacorrientes, iluminación y cargas especiales, en función de la configuración deseada para las instalaciones civiles simuladas.

Figura 19

Diagrama unifilar de tablero de practicas



Nota. Diagrama unifilar del tablero de prácticas. Autoría propia

2.23.2. Materiales utilizados en la construcción del módulo didáctico

En esta sección, se presenta detalladamente la lista completa de materiales y componentes que fueron fundamentales para la construcción exitosa del módulo didáctico. A continuación, se enumeran los mismos:

Tabla 6

Lista de materiales utilizados para la construcción del tablero de prácticas

Descripción	Cantidad	Metraje
• Focos led 9w	3	
• Cajetín Octogonal Plástico Induma	3	
• Cajetín Rectangular Plástico	10	
• T.C. 2/s Blanco Tempo Xiled	4	
• Boquilla Plafón Veto Blanco	3	
• Placa P.T.C. 50 AMP P/Gallina	1	
• T.C. 50 AMP Gallina Empotrable	1	
• Placa P/T.C. 20AMP Gallina	1	
• T.C. 20AMP Gallina Cooper P/Empotrar	1	
• Interruptor 1/S Blanco Xiled	3	
• Cable Flex #10 Cablec THHN	3	6
• Cable Flex #12 Cablec THHN	3	6
• Cable Flex #14 Cablec THHN	3	6
• Cable Solid #8 Cablec THHN	1	3
• Cable concéntrico #10 Cablec THHN	1	2
• Tubo PVC Bioplas ¾	1	3
• Interruptor diferencial 4P, 63A EBASEE	1	
• Interruptor termomagnético 3P, 40A CHNT		
• Breaker Delgado 1P, 15A THQP	4	
• Breaker Delgado 1P, 20A THQP	2	
• Breaker Delgado 1P, 40A THQP	1	
• Caja Plástica 10x10x70 Negro/Blanco	3	
• Panel GE 4-8 Espacios	1	

Nota. Lista de materiales utilizados en la construcción de tablero de prácticas. Autoría propia.

2.23.3. Montaje de la Infraestructura

Se construirá la estructura física que soportará los componentes eléctricos del banco de pruebas, esto puede incluir el equipo eléctrico y las conexiones que soporta esta estructura. Para garantizar la estabilidad y durabilidad del banco de pruebas.

Figura 20*Soldadura de la estructura*

Nota. Proceso de soldadura de la estructura, en forma de marco. Autoría propia

2.23.4. Revestimiento de la estructura metálica con lámina de lata

Durante el proceso de construcción del módulo didáctico, se llevó a cabo el revestimiento de la estructura metálica con una lámina de lata. Esta estrategia aporta durabilidad, protección y realismo al módulo. El revestimiento con lámina de lata proporciona una capa adicional de protección contra la corrosión, fundamental en entornos con posible exposición a la humedad o manipulación frecuente.

Figura 21

Resultado del proceso de revestimiento de la estructura



Nota. Revestimiento de lata para preparar superficie de montaje de materiales. Autoría propia.

2.23.5. Conexiones y cableado eléctrico

Durante esta fase, se establecen las conexiones eléctricas entre los distintos componentes del banco de pruebas. Esto implica la instalación de conductores, cables, conectores y sistemas de puesta a tierra para garantizar una transmisión segura y eficiente de la energía eléctrica. La organización del cableado es esencial para evitar interferencias y facilitar el mantenimiento.

Figura 22

Cableado eléctrico de todos los circuitos



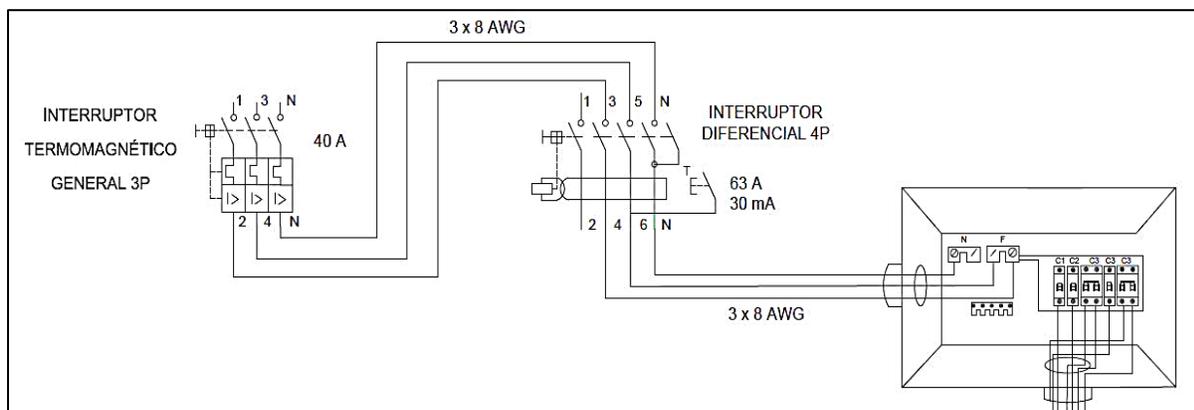
Nota. Enrutamiento de cables, asegurando una conexión segura y eficiente en el tablero de prácticas. Autoría propia.

2.23.6. Implementación de componentes de protección y seguridad

En esta sección se incluyen componentes tales como el interruptor termomagnético principal tripolar de 40 amperios, acompañado de una caja de disyuntores que actúa como protección para los circuitos presentes en el tablero de prácticas. Se emplea un disyuntor de un polo en los circuitos de iluminación (C1) y los tomacorrientes (C2), mientras que se utilizan dos disyuntores en los circuitos de cargas especiales (C3), con la excepción del circuito de la ducha eléctrica.

Figura 23

Esquema multifilar de la conexión de protecciones

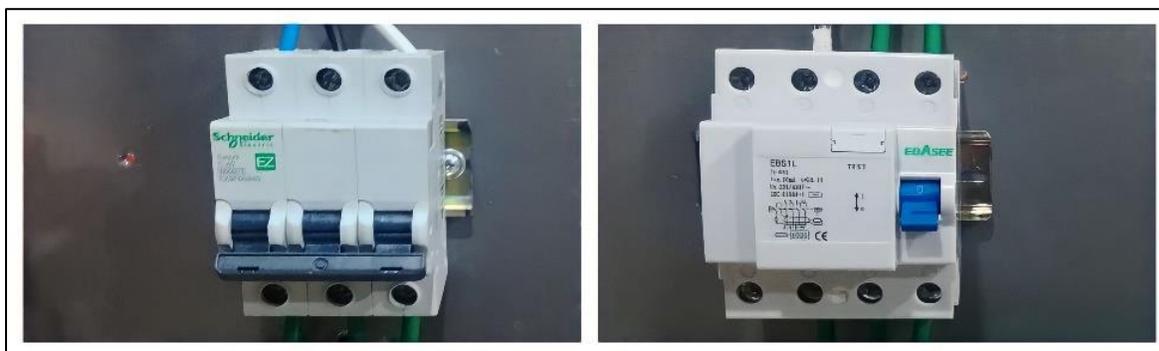


Nota. Esquema de la conexión de protecciones en el tablero de prácticas. Autoría propia

Para este último, optamos por utilizar únicamente un disyuntor de 40A, ya que se llevó a cabo un estudio teórico que tenía en cuenta una ducha monofásica de 120v, diseñada para este tablero de prácticas. Además, se añadieron dispositivos de protección como un interruptor diferencial. La implementación de estos equipos es vital para mitigar los riesgos durante las sesiones de práctica.

Figura 24

Protecciones utilizadas en el tablero de practicas



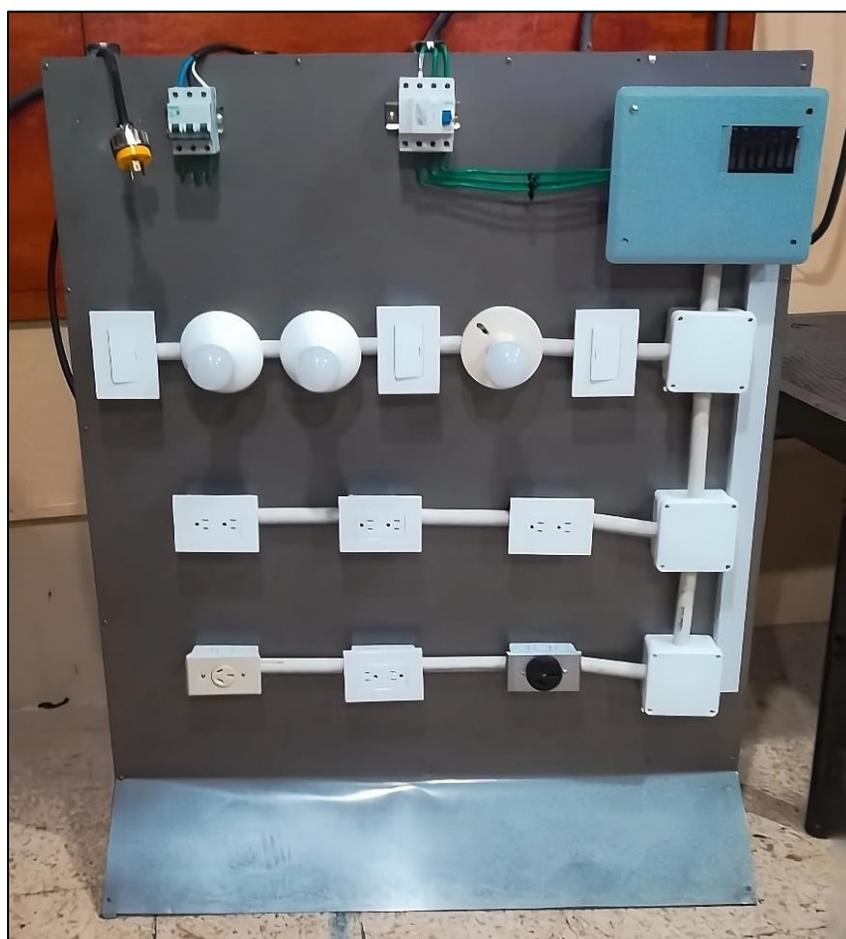
Nota. Fotografías de las protecciones utilizadas en el tablero de prácticas para garantizar la seguridad eléctrica. Autoría propia.

2.24. Validación y Ajustes

Una vez completada la construcción, se procede a verificar cada componente y conexión para asegurarse de que estén funcionando correctamente. Se realizan pruebas preliminares para detectar posibles problemas y ajustar cualquier aspecto que requiera optimización.

Figura 25

Tablero eléctrico de prácticas completado



Nota. En la imagen, se muestra el tablero eléctrico completamente ensamblado y listo para someterse a pruebas de validación y ajustes. Autoría propia.

2.25. Resultados

En esta sección, se presentarán los resultados del proyecto. Mostrando el presupuesto total gastado para la construcción del tablero de prácticas.

2.25.1. Desglose del presupuesto gastado en materiales

Seguidamente, se proporcionarán los detalles del presupuesto, arrojando sobre la inversión requerida para la construcción de un módulo de prácticas como este, es esencial para la evaluación de su viabilidad y gestión de recursos que se puede tomar como referencia para futuros proyectos similares.

Tabla 7

Resumen del presupuesto de materiales y costos totales

Descripción	Cantidad	Metraje	P.U (USD)	Total (USD)
• Estructura de tablero	1		65	65
• Focos led 9w	3		1	3
• Cajetín Octogonal Plástico Induma	3		0.27	0.81
• Cajetín Rectangular Plástico	10		0.30	3
• T.C. 2/s Blanco Tempo Xiled	4		1.60	6.40
• Boquilla Plafón Veto Blanco	3		1.20	3.60
• Placa PT.C. 50 AMP P/Gallina	1		1.50	1.50
• T.C. 50 AMP Gallina Empotrable	1		3.50	3.50
• Placa P/T.C. 20AMP Gallina	1		0.50	0.50
• T.C. 20AMP Gallina Cooper P/Empotrar	1		3.14	3.14
• Interruptor 1/S Blanco Xiled	3		1.43	4.29
• Cable Flex #10 Cablec THHN	3	6	0.80	14.40

• Cable Flex #12 Cablec THHN	3	6	0.48	8.64
• Cable Flex #14 Cablec THHN	3	6	0.39	7.02
• Cable Solid #8 Cablec THHN	1	3	1	3
• Cable Concentrico #10 THHN	1	2	3	6
• Tubo PVC Bioplas 3/4	1	3	1.35	1.35
• Interruptor diferencial 4P, 63A EBASEE	1		25.50	25.50
• Interruptor termomagnético 3P, 40A CHNT.	1		38.50	38.50
• Breaker Delgado 1P, 15A THQP	4		5.80	23.2
• Breaker Delgado 1P, 20A THQP	2		6.38	12.76
• Breaker Delgado 1P, 40A THQP	1		7.20	7.20
• Canaleta ancha	1	1	1.20	1.20
• Caja Plástica 10x10x70 Negro/Blanco	3		2.23	6.69
• Bote te pintura gris	1		10.50	10.50
• Mano de obra			50	50
• Panel GE 4-8 Espacios	1		13.95	13.95
Total				324.65

Nota. Tabla del presupuesto real gastado en la construcción del tablero de prácticas. Autoría propia.

2.25.2. Resultado de cálculos

En esta sección se enfoca en el desarrollo de cálculos detallados realizados en el tablero de prácticas, junto con una minuciosa comparación de estos cálculos con una instalación eléctrica residencial. A lo largo de esta sección, se explorarán los hallazgos clave y las implicaciones de estos resultados, ofreciendo una visión completa de la eficiencia y efectividad de la instalación eléctrica en cuestión en relación con los estándares residenciales.

2.25.3. Tabla: Cálculos de Corriente en el Circuito

En las siguientes tablas se presentan los cálculos detallados de la corriente de servicio obtenida en el “Tablero de prácticas” tanto como en una instalación residencial.

Tablero de practicas

Circuitos	P. Mecánica (Hp)	Carga (Watts)	Cantidad	Voltaje	Fp	I servicio carga (A)
Iluminación	C1	300	3	120	0,9	2,78
Tomacorrientes	C2	470	3	120	0,92	4,26
Cocina Eléctrica	C3	3100	1	240	1	12,92
Motor Eléctrico	C3	1065,71	1	240	0,85	5,22
Ducha Eléctrica	C3	3000	1	120	1	25,00
Línea General	LG	6348,57	1	240	1	26,45

Nota. Resultados de la corriente de servicio obtenida en el tablero de prácticas. Autoría propia

Instalación residencial

Circuitos	P. Mecánica (Hp)	Carga (Watts)	Cantidad	Voltaje	Fp	I servicio carga (A)
Iluminación	C1	300	3	120	0,9	2,78
Tomacorrientes	C2	470	3	120	0,92	4,26
Cocina Eléctrica	C3	3100	1	240	1	12,92
Motor Eléctrico	C3	1065,71	1	240	0,85	5,22
Ducha Eléctrica	C3	3000	1	120	1	25,00
Línea General	LG	6348,57	1	240	1	26,45

Nota. Resultados de la corriente de servicio obtenida en una instalación residencial. Autoría propia

Tabla de comparación de las corrientes de servicio en ambos circuitos

Se obtuvo como resultado que la corriente de servicio es igual en todos los circuitos al tener las mismas cargas en ambos circuitos.

Circuitos		I servicio Tablero Prácticas (A)	I servicio Instalación Residencial (A)
Iluminación	C1	2,78	2,78
Tomacorrientes	C2	4,26	4,26
Cocina Eléctrica	C3	12,92	12,92
Motor Eléctrico	C3	5,22	5,22
Ducha Eléctrica	C3	25,00	25,00
Línea General	LG	26,45	26,45

Nota. Datos reales obtenidos en los cálculos de corriente de servicio. Autoría propia

2.25.4. Tabla: Evaluación de Protecciones Eléctricas de tablero de prácticas Vs. Instalación residencial

En esta tabla se resumen los resultados de las pruebas y cálculos relacionados con las protecciones eléctricas implementadas en el circuito.

Tablero de prácticas

Circuitos		I servicio (A)	Calibre AWG	Capacidad de Conductor	Disyuntores
Iluminación	C1	2,78	14	15	15
Tomacorrientes	C2	4,26	12	20	15
Cocina Eléctrica	C3	12,92	10	30	20
Motor Eléctrico	C3	5,22	10	30	15
Ducha Eléctrica	C3	25,00	10	50	40
Línea General	LG	26,45	8	50	40

Nota. Resultados de las protecciones calculadas para el tablero de prácticas. Autoría propia

Instalación residencial

Circuitos		I servicio (A)	Calibre AWG	Capacidad de Conductor	Disyuntores
Iluminación	C1	2,78	14	15	10
Tomacorrientes	C2	4,26	12	20	10
Cocina Eléctrica	C3	12,92	10	30	20
Motor Eléctrico	C3	5,22	10	30	10
Ducha Eléctrica	C3	25,00	10	50	40
Línea General	LG	26,45	8	50	40

Nota. Resultados de las protecciones calculadas para una instalación residencial. Autoría propia

Tabla de comparación de las protecciones calculadas para ambos circuitos

Se obtuvo como resultado que las algunas protecciones del tablero de prácticas son diferentes en contraste con una instalación residencial, por la razón que en el tablero se utilizaron las protecciones disponibles en el mercado.

Circuitos		Disyuntores Tablero Prácticas	Disyuntores Instalación Residencial
Iluminación	C1	15	10
Tomacorrientes	C2	15	10
Cocina Eléctrica	C3	20	20
Motor Eléctrico	C3	15	10
Ducha Eléctrica	C3	40	40
Línea General	LG	40	40

Nota. Resultado de comparación para protecciones utiliza para el tablero de prácticas, tanto como en una instalación residencial. Autoría propia

2.25.5. Tabla: Cálculos para el tablero experimental vs. Cálculos residenciales reales caída de tensión

Esta tabla compara la caída de tensión en el tablero de prácticas vs. La caída de tensión en una instalación residencial real.

Tablero de prácticas

Circuitos	Voltaje	Longitud(m)	Sección mm ²	Resistividad	Corriente Is (A)	DV	Caída de tensión (%)	
Iluminación tomacorrientes	C1	120	1,75	2,5	0,0206	2,78	0,080	0,07
Cocina	C3	240	1,5	6	0,0206	12,92	0,133	0,06
Motor	C3	240	2,5	6	0,0206	5,22	0,090	0,04
Ducha	C3	120	2,5	6	0,0206	25,00	0,429	0,36
Línea general	LG	240	3	10	0,0206	26,45	0,434	0,18

Nota. Resultados de la caída de tensión en tablero de prácticas. Autoría propia

Instalación residencial

Circuitos	Voltaje	Longitud(m)	Sección mm ²	Resistividad	Corriente Is (A)	DV	Caída de tensión (%)	
Iluminación tomacorrientes	C1	120	20	2,5	0,0206	2,78	0,916	0,76
Cocina	C3	240	35	6	0,0206	12,92	3,104	1,29
Motor	C3	240	35	6	0,0206	5,22	1,256	0,52
Ducha	C3	120	35	10	0,0206	25,00	3,605	3,00
Línea general	LG	240	37	10	0,0206	26,45	5,354	4,46

Nota. Resultados de la caída de tensión en una instalación residencial. Autoría propia

Tabla de comparación de la caída de tensión ambos circuitos

Se obtiene una caída de tensión sumamente baja en el tablero de prácticas, al ser distancias más cortas que en una instalación residencial.

Circuitos		Caída de tensión (%) Tablero Practicas	Caída de tensión (%) Instalación Residencial
Iluminación	C1	0,07	0,76
Tomacorrientes	C2	0,08	0,91
Cocina Eléctrica	C3	0,06	1,29
Motor Eléctrico	C3	0,04	0,52
Ducha Eléctrica	C3	0,36	3,00
Línea General	LG	0,18	4,46

Nota. Resultados de comparación entre la caída de tensión en el tablero de prácticas, tanto como en una instalación residencial. Autoría propia

2.25.6. Tabla: Resultados de corrientes de Cortocircuito

Se presentan los resultados de las pruebas de cortocircuito realizadas en el circuito en el tablero de prácticas vs. Una instalación residencial.

Tablero de prácticas

Circuitos		Tensión (V)	AWG	L (m)	Sección mm ²	Resistividad (70C)	Resist. Ohm	Icc (A)	Icc (kA)
Iluminación	C1	120	14	1,75	2,5	0,0206	0,014	6657,4	6,66
Tomacorrientes	C2	120	12	2,15	4	0,0206	0,011	8670,1	8,67
Cocina Eléctrica	C3	240	10	1,5	6	0,0206	0,005	37281,6	37,28
Motor	C3	240	10	2,5	6	0,0206	0,009	22368,9	22,37
Ducha Eléctrica	C3	120	10	2,5	6	0,0206	0,009	11184,5	11,18
Línea General	LG	240	8	3	10	0,0206	0,006	31068,0	31,07

Nota. Resultados de cortocircuito en tablero de prácticas. Autoría propia

Instalación residencial

Circuitos		Tensión (V)	AWG	L (m)	Sección mm ²	Resistividad (70C)	Resist. Ohm	Icc (A)	Icc (kA)
Iluminación	C1	120	14	20	2,5	0,0206	0,165	582,52	0,58
Tomacorrientes	C2	120	12	25	4	0,0206	0,129	745,63	0,75
Cocina Eléctrica	C3	240	10	35	6	0,0206	0,120	1597,78	1,60
Motor Eléctrico	C3	240	10	35	6	0,0206	0,120	798,89	0,80
Ducha Eléctrica	C3	120	8	35	10	0,0206	0,072	1331,48	1,33
Línea General	LG	240	8	37	10	0,0206	0,076	2519,02	2,519

Nota. Resultados de cortocircuito en una instalación residencial. Autoría propia

Tabla de comparación de la caída de tensión ambos circuitos

Los resultados revelan una corriente de cortocircuito significativamente mayor en el tablero de prácticas debido a las distancias más cortas, en contraste con la instalación residencial, que presenta una corriente de cortocircuito considerablemente menor en comparación con el tablero de prácticas.

Circuitos		Icc	Icc
		Tablero Practicas	Instalación Residencial
Iluminación	C1	6,66	0,58
Tomacorrientes	C2	8,67	0,75
Cocina Eléctrica	C3	37,28	1,60
Motor Eléctrico	C3	22,37	0,80
Ducha Eléctrica	C3	11,18	1,33
Línea General	LG	31,07	2,51

Nota. Comparativa de corrientes de cortocircuito entre el “Tablero de Prácticas” y la “Instalación Residencial”.

Autoría propia

CAPÍTULO 3

3.1. Análisis de resultados

Al comparar los resultados de los cálculos “Residenciales” y “Tablero de prácticas” ha revelado diferencias; se han observado discrepancias en ciertos parámetros de los circuitos analizados. Estas diferencias leves se ven reflejadas en la corriente de corto circuito y caída de tensión.

Además, en la comparación de las caídas de tensión en los circuitos eléctricos “Residenciales” y “Tablero de prácticas” indican una clara diferencia en la eficiencia y calidad del suministro eléctrico. Ya que los resultados evidencian que el “Tablero de prácticas” muestra una menor caída de tensión en todos los circuitos.

También se observa específicamente, una diferencia en la corriente de cortocircuito en la línea principal de distribución para el caso de una instalación residencial estándar (37 m) en comparación con la línea de distribución del tablero (3m) cuyo calibre es número 8 AWG en ambos casos. Para la configuración residencial el valor de cortocircuito corresponde a 2.52 kA en contraste con un valor de 31.07 kA en el tablero de prácticas. Dicha diferencia corresponde a la respuesta de las protecciones ante un cortocircuito en función de la resistencia total dependiente de la longitud del conductor, existiendo una relación inversamente proporcional; por lo tanto, a menores longitudes del conductor, implica mayores corrientes de cortocircuito para este caso en particular la corriente de cortocircuito aumenta un 1232.93%. Esto significa que la corriente de cortocircuito en el "Tablero de prácticas" es aproximadamente 12.32 veces más grande que en la configuración residencial.

CAPÍTULO 4

4.1. Conclusiones

- Se puede concluir que la corriente de cortocircuito es notablemente elevada. Al referirnos a la línea general del tablero de prácticas, se obtuvo un valor de corriente de cortocircuito de 31.07 kA, lo que subraya la relevancia de realizar cálculos precisos al diseñar un tablero de prácticas para la selección adecuada de dispositivos de protección.
- Adicionalmente, al examinar los datos, se revela que la caída de tensión en la línea general del tablero de prácticas es de tan solo un 0,17%. Este resultado demuestra un cumplimiento sobresaliente con las normativas de seguridad en instalaciones eléctricas, que establecen un límite de 5% para la caída de tensión.
- Finalmente, el análisis revela que existe una relación inversamente proporcional entre la longitud del conductor y la corriente de cortocircuito. Un aumento en la longitud del conductor conlleva a una significativa elevación en la corriente de cortocircuito. Esta observación subraya la importancia de considerar cuidadosamente la longitud del conductor en los diseños eléctricos y las protecciones asociadas.

4.2. Recomendaciones

- Se recomienda establecer como prioridad la creación de un manual de procedimientos, para el tablero de prácticas del laboratorio de instalaciones eléctricas. Dado que este banco de pruebas es una herramienta fundamental, dicho manual se transformaría en un recurso importante para su correcta utilización.
- La implementación de un programa de mantenimiento preventivo para el banco de pruebas. Esta estrategia conllevará no solo a garantizar su funcionamiento óptimo, sino que también contribuirá significativamente a la prolongación de su vida útil.
- Evitar la conexión de motores de más de 1Hp en el tablero de prácticas, dado que no cuenta con protecciones necesarias como el interruptor diferencial de 300mA o relés. Aunque se realizó un estudio teórico con un motor de 1Hp, conectar motores más potentes podría comprometer la seguridad del usuario y eficiencia del sistema eléctrico.

Referencias

- Balaguer, E. B., & Blasco, M. A. L. (2021). *Proyectos de instalaciones eléctrica de baja tensión*. Marcombo.
- Bastian, P. (2001). *Electrotecnia*. Ediciones AKAL.
- Calloni, J. C. (2004). *Mantenimiento eléctrico y mecánico para PyMES*. Nobuko.
- Fernández, M. J. G. (2015). *MF1161_3—Electrotécnia para instalaciones térmicas*. Editorial Elearning, S.L.
- Figuera, J., & Guerrero, J. (2023). *Instalaciones eléctricas residenciales*. Marcombo.
- Flórez, A. F. F. (s. f.). *Evaluación de proyectos de sistemas eléctricos de uso final en edificios educativos. Caso de estudio*.
- Harper, G. E. (2005). *El ABC de las instalaciones eléctricas residenciales*. Editorial Limusa.
- Harper, G. E. (2007). *Protección de Instalaciones eléctricas Industriales y Comerciales*. Editorial Limusa.
- Hart, G. V. (2009). *Ugly's Referencias Eléctricas*. Jones & Bartlett Learning.
- Iza, I. M., Medina, I. F., Parra, I. C., Chimarro, I. D., Rosero, I. R., Bonifaccini, I. L. F., Terán, I. S., & Parra, I. F. (2018). *NEC Norma Ecuatoriana de la Construcción INSTALACIONES ELECTRICAS*. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/1.-NEC-SB-Instalaciones-Elctricas.pdf>
- JOSE, G. T. (2016). *Electrotecnia (350 conceptos teóricos—800 problemas) 11.ª edición*. Ediciones Paraninfo, S.A.

JOSÉ, R. V. (2022). *Montaje y mantenimiento de instalaciones eléctricas de baja tensión en edificios de viviendas*. Ediciones Paraninfo, S.A.

Kosow, I. L. (2021). *Máquinas eléctricas y transformadores*. Reverte.

Sánchez, E. C. (2008). *Instalaciones eléctricas de baja tensión en edificios y viviendas*. Editorial Tebar.

Santos, A. C., & Martín, J. L. H. (2012). *Electricidad: Fundamentos y problemas de electrostática, corriente continua, electromagnetismo*. Ra-Ma Editorial.

Sobrevila, M. A., & Farina, A. L. (s. f.). *Instalaciones eléctricas*. Tecnibook Ediciones.

Thomland. (s. f.). *20.400+ Corto circuito Fotografías de stock, fotos e imágenes libres de derechos - iStock*. <https://www.istockphoto.com/es/fotos/corto-circuito>

SectorElectricidad, & SectorElectricidad. (2022, 19 enero). *Relé térmico*. Sector Electricidad | Profesionales en Ingeniería Eléctrica. <https://www.sectorelectricidad.com/36661/rele-termico/>

Del Rio, E. (2013, 15 abril). *Sistemas de puesta a tierra en las instalaciones de cableado estructurado | Blog de Fibra Óptica y Redes del CIFP Tartanga*. <https://fibraoptica.blog.tartanga.eus/2013/04/15/sistemas-de-puesta-a-tierra-en-las-instalaciones-de-cableado-estructurado/>

García, J. (2019). *Instalaciones eléctricas en baja tensión*. Ediciones Paraninfo

<https://www.areatecnologia.com>. (s. f.). *El interruptor magnetotérmico. funcionamiento, curvas, selectividad*. <https://www.areatecnologia.com/electricidad/magnetotermico.html>

Gómez, A. D. (s. f.). *Deprofeaprofeelectrico*. <http://roble.pntic.mec.es/adog0009/2.2.1.html>

Caída de tensión y bajo voltaje. (s. f.). <https://corpnewline.com/caida-de-tension.htm>

<https://www.areatecnologia.com>. (s. f.-a). *Diferencial de luz o relé diferencial Aprende todo.*

<https://www.areatecnologia.com/electricidad/diferencial-luz.html>

Hernandez, M. (s. f.). 2.4 *INSTALAR generador la puesta a tierra.*

<https://www.gebravo.com/puesta-a-tierra-de-generadores-electricos-grupos-electrogenos.php>

Motor eléctrico monofásico de 1/4 HP, baja velocidad, Truper, Máquinas eléctricas, 102301.

(s. f.). <https://www.truper.com/motor-monofasico-de-1-4-hp-baja-truper.html>

Elektra, G. (2021, 22 octubre). *Todo lo que tienes que saber acerca del nuevo reglamento (UE)*

2019/1781 sobre motores de alta eficiencia que entra en vigor este 1 de julio. Blog | Grupo

Elektra. <https://www.grupoelektra.es/blog/nueva-normativa-motores-alta-eficiencia/>

024-Omaha-National-Safety-Meeting-Packet-Ground-Fault-Circuit-Interrupters-GFCIs-9-28-

2017-SPANISH.pdf. (s. f.). Recuperado 17 de octubre de 2023, de

[https://www.omahanational.com/wp-content/uploads/2022/09/024-Omaha-National-](https://www.omahanational.com/wp-content/uploads/2022/09/024-Omaha-National-Safety-Meeting-Packet-Ground-Fault-Circuit-Interrupters-GFCIs-9-28-2017-SPANISH.pdf)

[Safety-Meeting-Packet-Ground-Fault-Circuit-Interrupters-GFCIs-9-28-2017-](https://www.omahanational.com/wp-content/uploads/2022/09/024-Omaha-National-Safety-Meeting-Packet-Ground-Fault-Circuit-Interrupters-GFCIs-9-28-2017-SPANISH.pdf)

[SPANISH.pdf](https://www.omahanational.com/wp-content/uploads/2022/09/024-Omaha-National-Safety-Meeting-Packet-Ground-Fault-Circuit-Interrupters-GFCIs-9-28-2017-SPANISH.pdf)

Ejarque, V. P. (s. f.-a). *Configuración de instalaciones eléctricas.*

GUIA-2021-PARTE-2-.pdf. (s. f.). Recuperado 17 de octubre de 2023, de

<https://www.eeasa.com.ec/content/uploads/2021/06/GUIA-2021-PARTE-2-.pdf>

Tascón, S. J. (s. f.). *Diseño y construcción de banco didáctico de instalaciones eléctricas*

residenciales.

ANEXO A.

Tabla A1.

Tabla de Amperaje para Cables de Cobre

AMPERAJE - CABLE DE COBRE			
Tipo de aislante	TW	RHW,THW, THWN	THHN,XHHW-2 THWN-2
Nivel de temperatura	60°C	75°C	90°C
Calibre de cable	Amperaje soportado		
14 AWG	15 A	15 A	15 A
12 AWG	20 A	20 A	20 A
10 AWG	30 A	30 A	30 A
8 AWG	40 A	50 A	55 A
6 AWG	55 A	65 A	75 A
4 AWG	70 A	85 A	95 A
3 AWG	85 A	100 A	115 A
2 AWG	95 A	115 A	130 A
1 AWG	110 A	130 A	145 A
1/0 AWG	125 A	150 A	170 A
2/0 AWG	145 A	175 A	195 A
3/0 AWG	165 A	200 A	225 A
4/0 AWG	195 A	230 A	260 A

Fuente:(Electropreguntas, 2023) <https://electropreguntas.com/tabla-de-amperaje-de-cables-electricos-cual-es-el-adecuado-para-tu-proyecto/>

Tabla A2.

Tabla de resistividad y conductividad en algunos materiales

Elementos o materiales	Conductividad	resistividad
Plata	0,6305	0,0164
cobre	0,5958	0,0172
oro	0,4464	0,0230
aluminio	0,3767	0,0278
Latón	0,1789	0,0590
Cinc	0,1690	0,0610
Cobalto	0,1693	0,0602
Níquel	0,1462	0,0870
hierro	0,1030	0,0970
Acero	0,1000	0,1000
platino	0,0943	0,1050
Estaño	0,0839	0,1200
plomo	0,0484	0,2815
Magnesio	0,0054	2.700
Cuarzo	0,0016	4.500
Grafito	0,0012	8.000
madera seca	.00010	10.000
carbón	0,00025	40.000

Fuente: <https://educuebriz.wordpress.com/2017/04/03/conductividad-electrica/>

Ficha técnica de interruptor termomagnético principal

Ficha técnica del producto

Especificaciones




Interruptor termomagnético Easy9 3P 40A 10kA curva C

EZ9F56340

Principal	
Gama	Easy9
Aplicación del Dispositivo	Distribución Eléctrica Residencial y Comercial
Tipo de Producto o Componente	Interruptor automático en miniatura
Nombre Corto del Dispositivo	Easy9 MCB
Polos	3P
Número de polos protegidos	3
Corriente nominal (In)	40 A
Tipo de red	AC
Tecnología de unidad de disparo	Térmico-magnético
Código de curva	C
Poder de corte	10000 A Icn en 220 V AC 50/60 Hz acorde a IEC 60898-1 6000 A Icn en 400 V AC 50/60 Hz acorde a IEC 60898-1
Apto para seccionamiento	Sí acorde a IEC 60898-1
Complementario	
Frecuencia de Red	50/60 Hz
[Ue] tensión asignada de empleo	220 V AC 50/60 Hz 400 V AC 50/60 Hz
Límite de enlace magnético	5...10 x In
[Ics] poder de corte en servicio	6 kA 100 % Icn en 400 V AC 50/60 Hz acorde a IEC 60898-1
[Ui] tensión asignada de aislamiento	500 V AC 50/60 Hz acorde a IEC 60898-1
[Uimp] Tensión asignada de resistencia a los choques	4 kV acorde a IEC 60898-1
Indicador de posición del contacto	Sí
Tipo de Control	Maneta
Señalización local	Sin
Tipo de montaje	Ajustable en clip Carril DIN

13/10/2023

Life Is On | 

1

Descargo de responsabilidad: Esta documentación no ha sido diseñada como reemplazo. In se debe utilizar para determinar la idoneidad o la confiabilidad de estos productos para aplicaciones específicas de usuarios.

Interruptor diferencial general 4P, 63A, 30mA

Ebasee



Disyuntores RCCB EBS1L

Función EBS1L El disyuntor de corriente residual EBS1L también se denomina brevemente RCCB. Este es el tipo F360 de RCCB.1. Función de conmutación y aislamiento 2. Protege contra descargas eléctricas causadas por contacto directo o contacto indirecto 3. Protege contra el riesgo de incendio causado por fallas de aislamiento 4. Puede usarse en viviendas,...

Detalles de producto

Parámetro técnico

Nombre del modelo	EBS1L
Estándar	IEC61008
polacos	2P, 4P
Corriente nominal en (A)	16, 25, 40, 63, 80, 100A
Tensión nominal Un(V)	230/400 VCA 50/60 Hz
Tipo de característica de disparo residual	AC/A/S
Corriente residual nominal	30, 100, 300mA
Grado de protección	IP20
Instalación	Instalado en carril DIN de 35 mm.

Tipo de característica de disparo residual

1. Tipo AC: Para el cual se asegura el disparo por corrientes alternas sinusoidales residuales, ya sean de aplicación repentina o de ascenso lento.
2. Tipo A: En el que se garantiza el disparo para corrientes alternas sinusoidales residuales y corrientes continuas pulsantes residuales, ya sean de aplicación repentina o de ascenso lento.
3. Tipo S: Para selectividad, con relé temporizador

Sensibilidad de disparo

1. 30mA: protección adicional contra el contacto directo
2. 100mA: coordinado con el sistema de tierra según la fórmula $I \Delta n < 50/R$, para proporcionar protección contra el contacto indirecto.
3. 300mA: Protección contra contacto indirecto y riesgo de incendio.

Figura A1



Fuente: <https://eliseosebastian.com/diferencias-de-watt-y-watt-por-hora/>

Especificaciones del Breaker delgado 1P, 20A THQP G.E. Break para la Protección del Circuito de Iluminación (C1)

Información de producto	
Especificaciones técnicas	
Marca	Hardware & Outdoor
Calificación actual	20 Amperios
Voltaje	240 Voltios
Dimensiones del artículo LxWxH	2,5 x 0,5 x 2,65 pulgadas
Tipo de interruptor de circuito	Standard
Tipo de montaje	Plug-In Mount
Número de polos	1
Fabricante	General Electric
Número de pieza	HRD-PN-79085903
Dimensiones del producto	2,5 x 0,5 x 2,65 pulgadas
Número de modelo del producto	THQP120
Descatalogado por el fabricante	No
Cantidad de paquetes de artículos	1
¿Se incluyen las baterías?	No
¿Se necesitan baterías?	No

Fuente: <https://n9.cl/jd0tu>

Especificaciones del Breaker delgado 1P, 40A THQP G.E.Break para la Protección del Circuito de cargas especiales (C3)

	Descriptores	
	Categoría	Línea Q
	Línea de producto	Línea Q (complementable)
	Horario IR	RS
Especificaciones		
Clasificación de capacidad de interrupción	10 kAIC	
Voltaje	120/240V	
Estilo de viaje	No intercambiables	
Tipo de marco	Línea Q	
Amperaje	40 A	
Voltaje del sistema	120 Vca 120/240 Vca	
polacos	1	
Función de viaje	LI	
Corriente continua nominal	Estándar	
Clasificación de interrupción de 120 VCA	10 KAIC	
Clasificación de interrupción de 120/240 VCA	10 KAIC	
Adecuado para alimentación inversa	Sí	
Gama de cables (Cu/Al)	8-4 kcmil / 8-4 kcmil	
Largo tiempo	Fijado	
Instantáneo	Fijado	
Relés de protección	No	
Medición de corriente	No	
Marcas especiales	HACR	
Cumplimiento de GSA	Sí	

Fuente: https://empower.abb.com/ecatalog/ec/EN_NA/p/THQP140

Ficha técnica de cocina eléctrica utilizada para los cálculos

FICHA TECNICA				
I.- DESCRIPCION DEL PRODUCTO				
PROVEEDOR				
PAIS DE ORIGEN	CHINA			
TIPO	COCINA DE INDUCCIÓN			
CODIGO / MODELO	ABT310A			
POTENCIA TOTAL WATTS	500 - 3100 W . 13A.			
POTENCIA RESISTENCIA WATTS	3100W			
TENSION / FRECUENCIA	220-240V, 60 HZ.			
TIPO DE ENCHUFE	C - SCHUKO			
CAPACIDAD	DOS HORNILLAS			
COLORES	NEGRO			
MATERIALES	PLACA DE VIDRIO CERÁMICO, CUERPO DE PLÁSTICO			
LARGO DE CABLE DE ENCHUFE mm				
ACCESORIOS	01 OLLA			
ACCESORIOS	MANUAL DE USUARIOS			
ACCESORIOS	TARJETA DE GARANTÍA			
ACCESORIOS				
ACCESORIOS				
CODIGO EAN	7756528005623			

I.1- CAJA MASTER				
UNIDADES x C/MASTER	2			
MEDIDAS CAJA MASTER mm.	ALTO	ANCHO	PROF.	VOLÚMEN M3
	425	485	775	159746.975
PESO UNITARIO (Kg)	G	30.75 N		28.00
OTRAS				
I.2- EMPAQUE INDIVIDUAL				
MEDIDAS DEL EMPAQUE	ALTO	ANCHO	PROF.	VOLÚMEN CM3
INDIVIDUAL EN mm.	475	760	95	34295
PESO UNITARIO (Kg)	8.0000			
II.- MATERIALES Y MEDIDAS GENERALES DEL PRODUCTO:				

COMPONENTES DEL ARTICULO	DIMENSIONES mm			DETALLES	PANTONE
Cuerpo	A	65		DETALLES DE PANEL	
	B	400			
	C	670			
	DIAMETRO				
	PESO kgs.	7.00			
Tapa	Diámetro:				
Asas y perilla	PANEL DIGITAL				

Características Adicionales:

Pantalla LCD para cada hornilla
Indicadores luminosos de funcionamiento
Control de nivel de potencia
Control de nivel de temperatura
Programador timer
Protectos de sobrecalentamiento
Placa vitrocerámica
Incluye olla especial para cocinas de inducción (opcional)