



Implementación del sistema de cableado eléctrico y de red LAN para el Laboratorio de Circuitos Eléctricos del Departamento de Eléctrica y Electrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga

Caiza Viracucha, Anderson David; Heredia Condor, Jeisson Stalin y Huera Tipan,
Esteban Fabricio

Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones

Carrera de Tecnología Superior en Automatización e Instrumentación

Trabajo de la unidad de integración curricular, previo a la obtención del título de
Tecnólogo Superior en Automatización e instrumentación

Ing. Chipugsi Calero, Freddy Julián

06 de marzo del 2024

Latacunga

Reporte de verificación de contenidos



Plagiarism and AI Content Detection Report

TESIS COMPLETO CAIZA, HUERA, HERE...

Scan details

Scan time: March 5th, 2024 at 21:18 UTC Total Pages: 47 Total Words: 11575

Plagiarism Detection

Types of plagiarism	Words
Identical	1.7% 202
Minor Changes	0.8% 89
Paraphrased	4.1% 474
Omitted Words	0% 0

AI Content Detection

Text coverage	Words
AI text	0% 0
Human text	100% 11575

🔍 Plagiarism Results: (38)

🔗 **6 - NEC Norma Ecuatoriana de la Construcción Instalaciones eléctricas 20...** 2.1%

<https://es.studenta.com/content/102159522/6-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion-instalaciones-elect...>

Logo Studenta Iniciar sesión Volver Compartir Ver el material completo 6 - NEC Norma Ecuatoriana de la Construcción Instalaciones...

🔗 **NEC-SB-IE-Final.pdf** 2%

<https://www.slideshare.net/ronnygonzalez17/necsbiefinalpdf-253189894>

Submit Search Upload NEC-SB-IE-Final.pdf • 0 likes • 31 views R RonnyGonzalez17 Follow NEC-SB-IE Read less Read more Engineering Re...

🔗 **Informe Proyecto Electrico Final 5 - PDFCOFFEE.COM** 1.2%

<https://pdfcoffee.com/informe-proyecto-electrico-final-5-pdf-free.html>

Guest

Email: Login Register English Deutsch Español Français Português Hom...

Firma:


 Ing. Chipugst Calero, Freddy Julián
 C.C. 0502943541

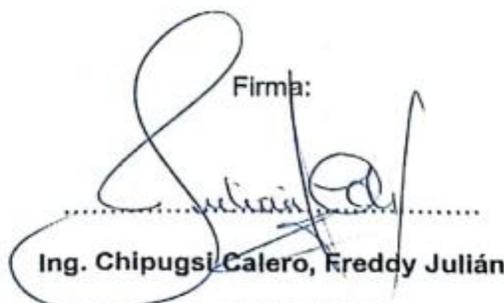


Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones
Carrera de Tecnología Superior en Automatización e Instrumentación

Certificación

Certifico que el trabajo de unidad de integración curricular: **"Implementación del sistema de cableado eléctrico y de red LAN para el Laboratorio de Circuitos Eléctricos del Departamento de Eléctrica y Electrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga Extensión Belisario Quevedo"** fue realizado por ellos señor/señores **Caiza Viracucha, Anderson David; Heredia Condor, Jeisson Stalin y Huera Tipan, Esteban Fabricio**, la misma que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se la sustente públicamente.

Latacunga, 06 de marzo del 2024

Firma:

.....
Ing. Chipugsi Calero, Freddy Julián
C.C.: 0502943541



Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones
Carrera de Tecnología Superior en Automatización e Instrumentación

Responsabilidad de Autoría

Nosotros, **Caiza Viracucha, Anderson David**, con cédula de ciudadanía n°0550414502, **Heredia Condor, Jeisson Stalin**, con cédula de ciudadanía n°0550206262 y **Huera Tipan, Esteban Fabricio**, con cédula de ciudadanía n°1004742860, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de unidad de integración curricular: **Implementación del sistema de cableado eléctrico y de red LAN para el Laboratorio de Circuitos Eléctricos del Departamento de Eléctrica y Electrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga Extensión Belisario Quevedo** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 06 de marzo del 2024

Caiza Viracucha, Anderson David

C.C.: 0550414502

Heredia Condor, Jeisson Stalin

C.C.: 0550206262

Huera Tipan, Esteban Fabricio

C.C.: 1004742860



Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones
Carrera de Tecnología Superior en Automatización e Instrumentación

Autorización de Publicación

Nosotros, **Caiza Viracucha, Anderson David**, con cédula de ciudadanía n°0550414502, **Heredia Condor, Jeisson Stalin**, con cédula de ciudadanía n°0550206262 y **Huera Tipan, Esteban Fabricio**, con cédula de ciudadanía n°1004742860, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de unidad de integración curricular: **"Implementación del sistema de cableado eléctrico y de red LAN para el Laboratorio de Circuitos Eléctricos del Departamento de Eléctrica y Electrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga Extensión Belisario Quevedo"** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.

Latacunga, 06 de marzo del 2024

Caiza Viracucha, Anderson David

C.C.: 0550414502

Heredia Condor, Jeisson Stalin

C.C.: 0550206262

Huera Tipan, Esteban Fabricio

C.C.: 1004742860

Dedicatoria

Sr. Estudiante Caiza Viracucha Anderson David

Este logro se lo dedico de todo corazón a toda mi familia Caiza – Viracucha en especial a mis padres Jorge y Guadalupe por el apoyo y sacrificios para brindarme la mejor educación, gracias a sus valores y enseñanzas que me han guiado a impulsarme al camino del éxito, a mis hermanas y abuelitas por su amor incondicional y a mi abuelo Alberto Caiza que se encuentra en el cielo por haberme brindado sus sabios consejos y enseñarme el valor del esfuerzo hacia la perseverancia.

Dedicatoria

Estudiante Jeisson Stalin Heredia Condor

Dedico el presente trabajo a toda mi familia en especial a mi querida madre, cuya fuerza, amor incondicional y sabiduría han sido mi faro en los momentos más desafiantes. Este logro es tanto suyo como mío, porque sin su apoyo y sacrificio, el camino hacia este sueño no habría sido posible. Esta tesis va dedicada, como símbolo de mi eterna gratitud, amor y admiración por ser mi inspiración constante.

Dedicatoria

Estudiante Huera Tipan Esteban Fabricio

Dedico este trabajo a mi familia en especial a mis padres Fabián y Alicia quienes han sacrificado tanto para brindarme las oportunidades que hoy tengo, su dedicación y valores me han guiado en este camino. También dedico este trabajo a mi abuelita quien han sido el motor que me impulsó a culminar esta etapa de mi vida con éxito, gracias a ellos he logrado superarme a mí mismo fue un apoyo fundamental en el proceso de mi formación académica. Esta tesis es el resultado no solo mi esfuerzo, sino también del suyo. Gracias por creer en mí, por animarme a perseguir mis sueños y por estar siempre a mi lado.

Agradecimiento

Sr. Estudiante Caiza Viracucha Anderson David

Agradezco sinceramente a mis padres y hermanas quienes han sido mi mayor fuente de apoyo a lo largo de este proceso, además este logro no habría sido posible sin su motivación y su amor incondicional durante toda mi vida. Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi tutor Ing. Julián Chipugsi, quien con su profundo conocimiento en el área académica supo orientarme y apoyarme pacientemente hasta cumplir esta meta. A mis compañeros y amigos, Jeisson, David, Esteban, Paul, Mateo, Estiven les agradezco por su paciencia, comprensión y ánimo durante todo este tiempo, su apoyo ha sido mi principal motor para seguir adelante.

Agradecimiento

Estudiante Jeisson Stalin Heredia Condor

Primero y, ante todo quiero expresar mi profunda gratitud a Dios, fuente de sabiduría y guía, por haberme concedido la fortaleza y la inspiración necesaria para completar este importante capítulo de mi vida académica. A mi familia, pilar fundamental en mi camino, les debo un agradecimiento sin límites. A mis amigos, Anderson, Paul, David, Mateo y Esteban verdaderos compañeros de esta travesía, les agradezco por su constante ánimo, por estar conmigo en cada ocasión, y por llenar de alegría y risas cada etapa de este recorrido. A mi docente de apoyo, Ing. Julián Chipugsi quiero expresar mi más sincero agradecimiento por su orientación, paciencia y dedicación a lo largo de este proceso. Sus conocimientos, consejos y retroalimentación han sido fundamentales.

Agradecimiento

Estudiante Huera Tipán Esteban Fabricio

Agradezco el apoyo incondicional de mi familia y amigos. A mis padres, por su amor, aliento y sacrificio para brindarme la oportunidad de educarme. A mis amigos, por su comprensión, ánimo y momentos de distracción que me ayudaron a sobrellevar los desafíos. Agradezco profundamente a todos aquellos que formaron parte de este viaje académico, brindando su apoyo de diversas maneras. De igual manera para mi docente tutor, Ing. Julian Chipugsi, cuya guía y apoyo fueron faros de sabiduría en el mar de la investigación. Su compromiso y orientación hicieron posible este logro académico.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	1
Reporte de verificación de contenidos.....	2
Certificación.....	3
Responsabilidad de Autoría.....	4
Autorización de Publicación.....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento.....	9
Índice de contenidos.....	9
Índice de figuras.....	16
Índice de tablas.....	19
Resumen.....	20
Abstract.....	21
Capítulo I: Introducción.....	22
Tema	22
Antecedentes	22
Planteamiento del problema	23
Justificación	23
Objetivos	24
<i>Objetivo general</i>	24
<i>Objetivos específicos</i>	24
Alcance	25

Capítulo II: Marco teórico.....	26
Laboratorio de circuitos eléctricos.....	26
Elementos de un laboratorio de circuitos eléctricos.....	26
Definición de instalaciones eléctricas.....	29
<i>Elementos principales</i>	29
<i>Elementos básicos</i>	32
<i>Tipos de conductores</i>	33
<i>Conexiones</i>	36
<i>Sobrecargas y cortocircuitos</i>	37
<i>Tomacorriente</i>	39
<i>Tipos de tomacorrientes:</i>	39
<i>Empalmes eléctricos</i>	42
<i>Terminales eléctricos</i>	45
<i>Tipos de terminales</i>	45
Sistema de protección eléctrica	47
<i>Características de un sistema de protección</i>	47
<i>Estructura de un sistema de protección</i>	48
<i>Interruptor diferencial</i>	49
<i>Tipos de interruptores diferenciales</i>	49
<i>Curva de sensibilidad</i>	50
Red LAN	51

Normas para las instalaciones eléctricas	51
Capítulo III: Desarrollo.....	54
Levantamiento de información	54
Cálculo de cargas	56
Dimensionamiento de conductor y mecanismos de seguridad eléctrica.	57
Elección de componentes para la instalación eléctrica.....	58
<i>Tomacorrientes marca Hubell HBL2820 (Importación)</i>	58
<i>Enchufe marca Hubell HBL2811 (Importación)</i>	59
<i>Canaleta Dexson DX009 2m x 8cm ranurada gris.</i>	60
<i>Luz piloto</i>	60
<i>Terminales tipo U</i>	61
<i>Amarras Dexson T6 15cm color negro.</i>	61
<i>Interruptores diferenciales 25 [A]</i>	62
Derivación de conexiones monofásicas a partir de un suministro trifásico	63
<i>Tomacorriente monofásico 120V</i>	65
Instalación de tomacorrientes y enchufes trifásicos marca Hubell.	66
Verificación de las líneas (R, S, T) en el tablero de distribución	67
<i>Tomacorriente trifásico 480 V /30 A</i>	69
Planos eléctricos	69
<i>Plano unifilar de la instalación eléctrica</i>	69
<i>Plano de tomacorrientes de 120 [V]</i>	71

<i>Plano de tomacorrientes de 220 [V]</i>	72
<i>Plano de tomacorrientes de 360 [V]</i>	72
Capítulo IV: Conclusiones y recomendaciones	74
Conclusiones	74
Recomendaciones	74
Bibliografía	75
Anexos	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Multímetro de mesa</i>	26
Figura 2 <i>Osciloscopio</i>	27
Figura 3 <i>Fuente de alimentación</i>	27
Figura 4 <i>Generador de señales</i>	28
Figura 5 <i>Componentes de un laboratorio eléctrico</i>	28
Figura 6 <i>Sistema de distribución</i>	29
Figura 7 <i>Acometida poste a fachada</i>	30
Figura 8 <i>Tablero de distribución</i>	30
Figura 9 <i>Alimentadores</i>	31
Figura 10 <i>Circuito de iluminación</i>	31
Figura 11 <i>Circuito de tomacorrientes</i>	32
Figura 12 <i>Conductor neutro</i>	35
Figura 135 <i>Conductor de protección</i>	35
Figura 14 <i>Conductores de dos fases</i>	35
Figura 15 <i>Conductores de tres fases</i>	36
Figura 16 <i>Bornes y regletas</i>	36
Figura 17 <i>Ejemplo de contacto directo e indirecto</i>	38
Figura 18 <i>Tomacorrientes polarizados</i>	40
Figura 19 <i>Tomacorrientes no polarizados</i>	40
Figura 20 <i>Tomacorriente monofásico</i>	41
Figura 21 <i>Conexión de los terminales del tomacorriente.</i>	41

Figura 22 Tomacorriente Trifásico.....	42
Figura 23 Pasos para el empalme trenzado o cola de rata.....	43
Figura 24 Pasos para el empalme en derivación o en «T».....	43
Figura 25 Pasos para el empalme de prolongación o western.....	44
Figura 26 Pasos para el empalme de accesorio.....	45
Figura 27 Terminal plano (macho), terminal lengüeta (hembra).....	46
Figura 28 Terminal de anillo.....	46
Figura 29 Terminal de horquilla.....	47
Figura 30 Partes de un interruptor diferencial.....	49
Figura 31 Curva de sensibilidad de los interruptores diferenciales.....	50
Figura 32 Pasos para instalar tomacorrientes de red RJ45.....	51
Figura 33 Tomacorrientes marca Hubell HBL2820.....	58
Figura 34 Enchufe marca Hubell HBL2811.....	59
Figura 35 Instalación de canaleta dexson.....	60
Figura 36 Luz piloto.....	61
Figura 37 Terminales instalados tipo U.....	61
Figura 38 Uso de amarras dexson.....	62
Figura 39 Interruptor diferencial.....	62
Figura 40 Diagrama unifilar de la instalación trifásica y monofásica.....	63
Figura 41 Derivación para la conexión trifásica.....	64
Figura 42 Derivación de la conexión monofásica.....	65

Figura 43 Tomacorriente de 120 [V].....	66
Figura 44 Enchufe y tomacorriente trifásico.....	68
Figura 45 Tomacorrientes trifásicos.....	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Colores normalizados</i>	34
Tabla 2 <i>Capacidad de protección de acuerdo al calibre del conductor</i>	53
Tabla 3 <i>Voltaje y potencia de cada elemento</i>	55
Tabla 4 <i>Voltaje y potencia de cada elemento.</i>	56
Tabla 5 <i>Color del cable normalizado para tomacorrientes trifásicos</i>	67
Tabla 6 <i>Identificación de las fases o líneas</i>	68
Tabla 7 <i>Circuitos eléctricos del tablero STB-04</i>	70
Tabla 8 <i>Circuitos eléctricos de las mesas de trabajo del laboratorio.</i>	71
Tabla 9 <i>Circuitos de tomacorrientes monofásicos.</i>	71
Tabla 10 <i>Circuito de tomacorriente bifásico</i>	72
Tabla 11 <i>Circuitos de tomacorrientes trifásicos.</i>	73

Resumen

El objetivo de este trabajo de Unidad de Integración Curricular es planificar, describir, calcular y presupuestar las instalaciones eléctricas de baja tensión, así como el cableado de la red de área local LAN de las mesas de prácticas del Laboratorio de Circuitos Eléctricos ubicado en el campus Belisario Quevedo. El contar con un eficiente sistema de cableado eléctrico y de red LAN en las mesas de trabajo de estos laboratorios es de vital importancia, ya que estos laboratorios presentan una alta demandada de usuarios ya que en el mismo se realizar prácticas que son esenciales para la formación de los estudiantes de la carrera de Tecnología Superior en Automatización e Instrumentación. El propósito de este proyecto será implementar la instalación de baja tensión para la alimentación de los equipos instalados en cada mesa de trabajo, así como la instalación del cableado para la red LAN. Todas las instalaciones deberán contar con las protecciones eléctricas necesarias y estará alineados a las normativas y reglamentos normados por las entidades internacionales y nacionales. Para el desarrollo de este proyecto será necesario establecer el cuadro general de baja tensión (C.G.B.T), desde este cuadro se distribuirá electricidad en baja tensión a todas las mesas de trabajo.

Palabras clave: Protecciones Eléctricas, Circuitos Monofásicos y Trifásicos, Diagramas Eléctricos.

Abstract

The objective of this Curricular Integration Unit work is to plan, describe, calculate and budget the low voltage electrical installations, as well as the wiring of the local area network LAN of the practice tables of the Electrical Circuits Laboratory located on the campus Belisario Quevedo. Having an efficient electrical wiring and LAN network system in the work tables of these laboratories is of vital importance, since these laboratories have a high demand from users since they carry out practices that are essential for training. of the students of the Higher Technology degree in Automation and Instrumentation. The purpose of this project will be to implement the low voltage installation for the power supply of the equipment installed on each work table, as well as the installation of the wiring for the LAN network. All installations must have the necessary electrical protections and will be aligned with the standards and regulations established by international and national entities. For the development of this project, it will be necessary to establish the general low voltage panel (C.G.B.T), from this panel low voltage electricity will be distributed to all work tables.

Key words: Electrical Protections, Single-phase and Three-phase Circuits, Electrical Diagrams.

Capítulo I

Introducción

Tema

Implementación del sistema de cableado eléctrico y de red LAN para el Laboratorio de Circuitos Eléctricos del Departamento de Eléctrica y Electrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga.

Antecedentes

La Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE se distingue por su extensa y variada oferta académica. Dado este compromiso con la excelencia educativa, es importante que, especialmente en las carreras de tecnologías e ingenierías, se disponga de laboratorios adecuadamente equipados. Estos espacios de trabajo están destinados a que los estudiantes puedan acceder y utilizar una variedad de equipos y herramientas de última generación. Este acceso no solo les permite profundizar y mejorar su comprensión teórica, sino que también les brinda la oportunidad de aplicar de manera práctica los conocimientos adquiridos a través de las enseñanzas de los docentes de la universidad. Este enfoque integral es fundamental para preparar de manera adecuada a los estudiantes, para superar los desafíos que encontrarán en el competitivo mundo laboral.

El proyecto de Kevin Baldeón, Naidelyn Parra y Marco Robayo (2023), con el tema “Implementación del sistema de cableado eléctrico, sistemas de protección y red de internet” nos indica las especificaciones técnicas de los equipos para una instalación eléctrica en un laboratorio como los sistemas de protección, el calibre de conductor adecuado y puntos de instalación que con el debido uso de las normativas vigentes nacionales se puede obtener una instalación eléctrica funcional y segura para los estudiantes.

Planteamiento del problema

El laboratorio de circuitos eléctricos de la universidad no cuenta con un sistema de instalación eléctrica completo, muestra diferentes límites de uso para los equipos existentes dentro del laboratorio. El laboratorio de circuitos eléctricos cuenta con mesas de trabajo que están inhabilitadas ya que carecen de una instalación eléctrica como son la falta de tomacorrientes, cableado, y ningún sistema de protección, lo cual es una limitación importante para el uso de las prácticas con los equipos del laboratorio existentes. Esto afecta a los estudiantes y por lo tanto carecen de fortalecimiento de conocimientos prácticos. Los laboratorios están en constante desarrollo, y eso hace que actualmente cuente con equipos y dispositivos que ayudan a mejorar el conocimiento y habilidades prácticas de los estudiantes de la universidad.

Justificación

La adaptación de todas las mesas de trabajo para el laboratorio de circuitos eléctricos ayudará a los estudiantes a obtener habilidades técnicas, que les permitan extender sus conocimientos y aplicarlos dentro del mundo laboral, los estudiantes adquirirán estas competencias sin correr peligros eléctricos, gracias a que cada mesa de trabajo estará debidamente equipada con los elementos de protección necesarios, además de no preocuparse por los posibles fallos de los equipos del laboratorio. Con este enfoque, se fomentará su entusiasmo por aprender y mejorar las habilidades en el entorno práctico, proporcionando un espacio donde puedan aplicar lo aprendido teóricamente, esto ayuda a los estudiantes tener nuevas capacidades para un entorno que simula el ámbito profesional, optimizando el uso del espacio y los recursos disponibles del laboratorio.

Objetivos

Objetivo general

Implementar el sistema de cableado eléctrico y de red LAN para el Laboratorio de Circuitos Eléctricos del Departamento de Eléctrica y Electrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga.

Objetivos específicos

- Determinar los requerimientos teóricos mediante una investigación exhaustiva de las tecnologías, metodologías y normativas vigentes, necesarios para la implementación de la instalación eléctrica en el laboratorio.
- Realizar el levantamiento de información e identificar las necesidades actuales y futuras de carga eléctrica del laboratorio, para diseñar una instalación eléctrica que garantice la seguridad y eficiencia energética.
- Seleccionar la alternativa más viable para el diseño y la implementación del sistema de cableado eléctrico de datos, teniendo en cuenta: eficiencia, y la optimización costos.
- Implementar el sistema de cableado eléctrico que se adapte a los estándares y necesidades del laboratorio de Circuitos Eléctricos.

Alcance

Esta implementación resolverá la demanda presente en los laboratorios de la universidad en cuanto a la habilidad para ocupar un gran número de dispositivos en cada mesa de trabajo. La implementación de una instalación eléctrica en el laboratorio implica diseñar e instalar un sistema eléctrico seguro y eficiente, integrar tecnologías de control y seguridad. Todo esto con el fin de garantizar un suministro de energía confiable y seguro para los equipos y dispositivos utilizados en los laboratorios, así como la seguridad de los usuarios y la integridad de las instalaciones. La mejora del laboratorio facilitará la ejecución de prácticas técnicas, ejerciendo así el aprendizaje práctico de los estudiantes. Las actividades planificadas para llevarse a cabo en las mesas de trabajo se realizarán adecuadamente, superando las limitaciones actuales de espacio y disponibilidad de equipos en el laboratorio. Cada mesa de trabajo estará provista de dispositivos de seguridad. Además, se dispondrá de tomacorrientes de 120[V] y 220[V], así como tomacorrientes especiales de 360[V], todo en conformidad con las regulaciones pertinentes.

Capítulo II

Marco teórico

Laboratorio de circuitos eléctricos.

Según (EEBE CATALUNYA, 2018) determina que un laboratorio eléctrico es un espacio compartido por todas las disciplinas de grado ofrecidas en el centro educativo.

Con las prácticas, se espera que el estudiante conozca los fundamentos y aprenda el uso de los instrumentos de laboratorio más habituales y se familiarice en el aprendizaje de técnicas de adquisición y análisis de datos; montaje, medida, análisis, modelización y simulación de circuitos y dispositivos.

Elementos de un laboratorio de circuitos eléctricos

Según (Harris, 2019) el equipamiento para un laboratorio de circuitos eléctricos son los siguientes:

Multímetro de mesa: Un multímetro es una herramienta versátil que facilita la medición de una amplia gama de parámetros eléctricos y electrónicos. Entre sus capacidades se incluye la lectura de la tensión de corriente alterna y corriente continua también la frecuencia de señales. Su utilidad radica en su capacidad para proporcionar información precisa sobre diferentes aspectos eléctricos, como se muestra en la Figura 1.

Figura 1

Multímetro de mesa



Nota. Tomado de (SOURCETRONIC, 2019)

Osciloscopio: Facilita la visualización de la señal en una sola línea o en varias líneas utilizando múltiples canales, con la capacidad de ajustar las escalas de tiempo a valores muy pequeños y una resolución extremadamente alta, como se indica en la Figura 2.

Figura 2

Osciloscopio



Nota. Tomado de (Fernandez, 2015)

Fuentes de alimentación: Una fuente de alimentación diseñada para el uso en los laboratorios es fundamental para generar diversos niveles de voltaje, lo que hace posible activar con facilidad una amplia gama de dispositivos electrónicos. Además, este instrumento es clave para observar y controlar el consumo de corriente de los dispositivos, como se muestra en la Figura 3.

Figura 3

Fuente de alimentación



Nota. Tomado de (Rodríguez, 2018)

Generador de señales: Un generador de señales se destaca por su gran utilidad al momento de evaluar y llevar a cabo pruebas en componentes analógicos. Esta herramienta indispensable facilita un amplio rango de aplicaciones en el diagnóstico y la experimentación electrónica, como se muestra en la Figura 4.

Figura 4

Generador de señales



Nota. Tomado de (Vicente, 2013)

- **Materiales y componentes adicionales:** Cables, conectores, protoboards y otros accesorios que facilitan la construcción y prueba de circuitos, como se evidencia en la Figura 5.

Figura 5

Componentes de un laboratorio eléctrico



Nota. Tomado de (Seguridad 360, 2022)

Definición de instalaciones eléctricas

Según (Catalán, 2014) Las instalaciones eléctricas permiten la generación, el transporte, la distribución y la utilización de la energía eléctrica de forma segura y fiable, como se observa en la Figura 6.

Las normativas que rigen las instalaciones eléctricas vigentes establecidas en el Código de Electricidad Nacional (NEC) O NFPA 70.

Figura 6

Sistema de distribución



Nota. Tomado de (Muñoz, 2022)

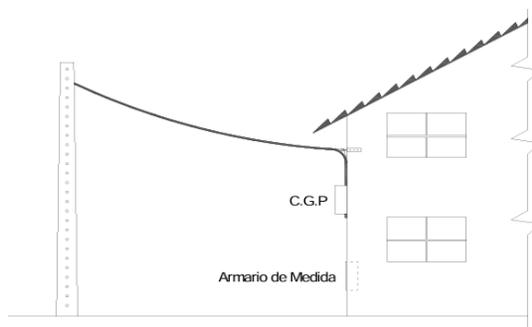
Elementos principales

(Castro, 1978) afirma que los elementos básicos de una instalación eléctrica son:

Acometida: Es el sistema integrado por varios conductores y componentes específicos cuya función es canalizar la electricidad desde la red de suministro de la empresa proveedora de energía eléctrica directamente al cuadro general o al panel de medición localizado dentro de las instalaciones de un edificio, como se observa en la Figura 7.

Figura 7

Acometida poste a fachada



Nota. Tomado de (VIESGO, 2018)

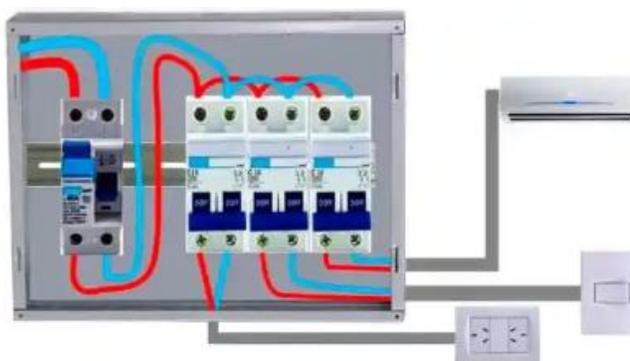
Tablero de distribución: El panel de distribución es una parte integral de las instalaciones eléctricas internas, alberga interruptores y dispositivos de protección contra sobrecargas, como se ilustra claramente en la Figura 8.

Las tareas desempeñadas por los paneles de distribución incluyen:

- Distribuir la electricidad en circuitos derivados en situaciones de subtableros, y proveer energía a subtableros en casos de tableros principales.
- Asegurar la integridad de cada circuito derivado o de alimentación al evitar tanto cortocircuitos como sobrecargas, garantizando así un funcionamiento eléctrico seguro y eficiente.

Figura 8

Tablero de distribución

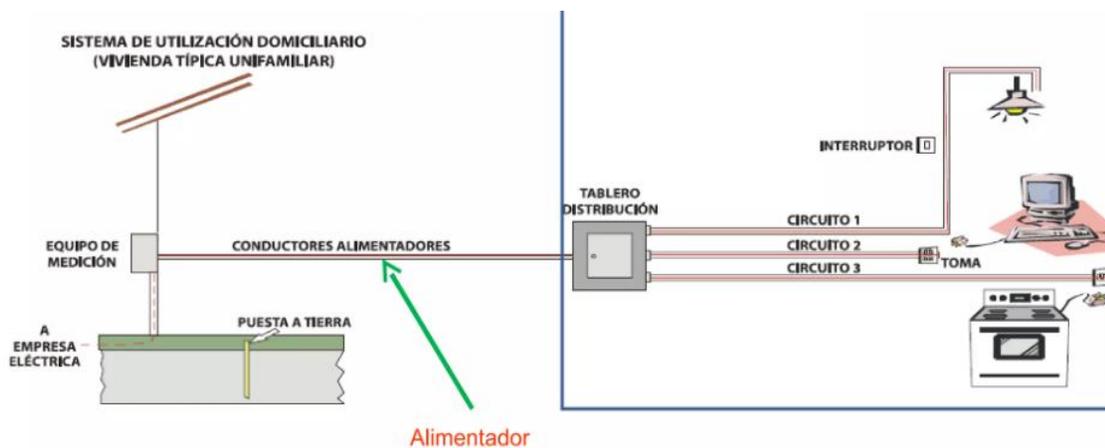


Nota. Tomado de (CASA LIMA CORP, 2022)

- **Alimentadores horizontales y verticales:** Estos son los conductores que van desde el tablero general hasta los subtableros de distribución en el edificio, como se observa en la Figura 9.

Figura 9

Alimentadores

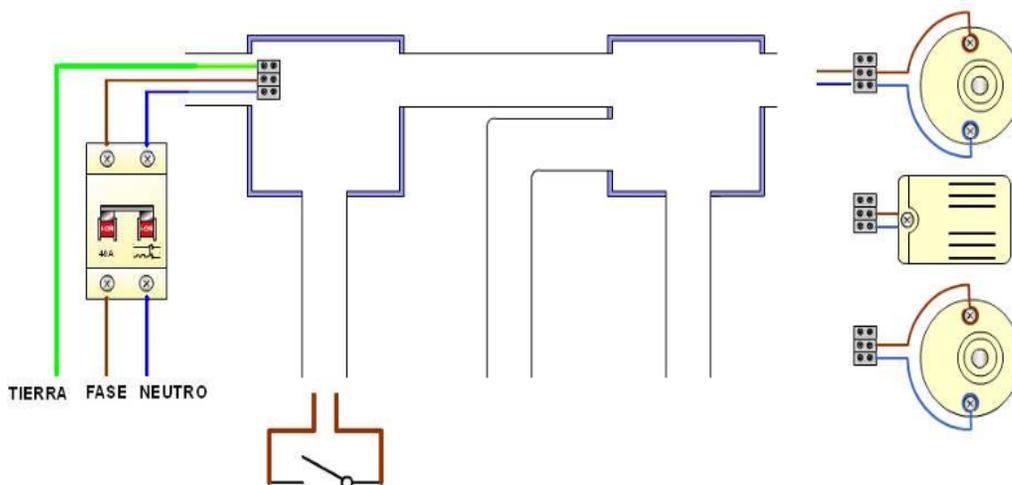


Nota. Tomado de (Cruz, 2011)

- **Circuitos de iluminación:** Se trata de circuitos ramales que suministran energía exclusivamente a las salidas de iluminación, como se muestra en la Figura 10.

Figura 10

Circuito de iluminación

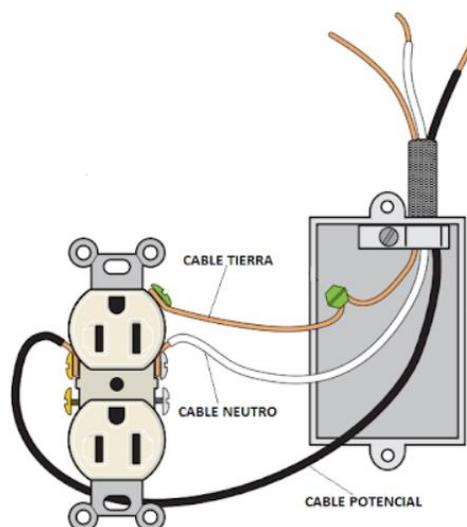


Nota. Tomado de (Gobierno de Canarias, 2015)

- **Circuito de tomas de corriente:** Es un circuito ramal que proporciona energía únicamente a las salidas de tomas de corriente, como se observa en la Figura 11.

Figura 11

Circuito de tomacorrientes



Nota. Tomado de (FARADAYOS, 2014)

Elementos básicos

Según (Castro, 1978) Es esencial examinar y describir exhaustivamente todos los componentes que integran las instalaciones eléctricas en hogares, edificios industriales y laboratorios universitarios para obtener una comprensión global de los elementos esenciales. Este enfoque proporciona un fundamento sólido para abordar de manera fundamentada la planificación de sistemas eléctricos en los entornos mencionados.

Aunque las instalaciones eléctricas internas en residencias, edificios industriales y laboratorios universitarios comparten elementos básicos, se observa una variación en el uso de ciertos componentes en edificios industriales, adaptados a la escala y complejidad de la instalación.

De acuerdo con (Fernández Barranco, 2023) los componentes principales que abarca una instalación eléctrica son:

- Cajas destinadas a realizar empalmes y derivaciones, así como instalar elementos de protección o maniobra.
- Dispositivos de protección contra sobrecargas, cortocircuitos, contactos indirectos y efectos de sobretensiones.
- Mecanismos de maniobra y control, tales como interruptores, conmutadores, tomas de corriente y automatismos.
- Canalizaciones por donde transitan cables, tubos, canales y bandejas.
- Métodos de instalación de canalizaciones, ya sea vista, empotrada o enterrada.
- Niveles de voltaje de trabajo, como 120 [V], 230 [V], 400 [V].

Tipos de conductores

De acuerdo con (Fernández Barranco, 2023) una instalación eléctrica se compone de dos tipos de conductores: activos, que incluyen fases y neutro, y conductores de protección, como puesta a tierra y equipotencialidad. Es esencial que todos estos conductores sean fácilmente identificables, destacando especialmente el conductor neutro y los conductores de protección, los conductores activos son aquellos que normalmente permiten la circulación de corriente, como las fases y el neutro, como muestra la Tabla No. 1.

El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) especifica la identificación de los conductores mediante colores, estableciendo las siguientes pautas:

- En sistemas monofásicos, las fases se distinguen mediante los colores marrón o negro.
- En sistemas trifásicos, las fases se distinguen con los colores marrón, negro y gris.
- El conductor neutro, se reconoce por el color blanco.
- Los conductores de protección se identifican con el color verde-amarillo.
- Es muy importante tener en cuenta el uso correcto de estos colores ya que el REBT establece que el uso incorrecto de los colores establecidos para el neutro y protección se considera un defecto grave.

- Cuando se disponga de un conductor neutro en la instalación, se marcará con el color blanco. El conductor de protección será identificado por el color verde-amarillo.
- Todos los conductores de fase se marcarán con los colores marrón o negro.
- Los cables unipolares con una tensión nominal de 0,6/1 kV, que cuenten con aislamiento y cubierta, generalmente no tienen una coloración específica. Por lo tanto, el instalador deberá identificar los conductores mediante métodos adecuados, como señaladores y etiquetas en cada cable.
- Es importante observar de manera precisa la utilización de estos colores normalizados, ya que según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT), el uso incorrecto de los colores designados para el neutro y la protección se considera un defecto grave.
- En casos donde se cuente con un conductor neutro en la instalación o se proyecte la conexión de un conductor de fase al neutro más adelante, se requerirá identificarlo utilizando el color blanco como indicador distintivo.

Tabla 1*Colores normalizados*

Identificación de los conductores	
Conductor	Color
Neutro	Blanco
Protección	Verde - Amarillo
Fase	Marrón - Negro - Gris

Nota: Obtenido de (NEC, 2023)

El conductor neutro se identifica con el color blanco, como se observa en la Figura 12.

Figura 12*Conductor neutro*

Nota. Tomado de (Fernández Barranco, 2023)

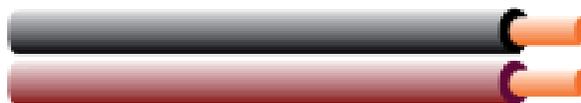
El conductor de protección se identifica por el color verde-amarillo, como se muestra en la Figura 13.

Figura 13*Conductor de protección*

Nota. Tomado de (Fernández Barranco, 2023)

De acuerdo con (Torres, 2009) en cuanto a los conductores de fase, o aquellos que no se espera que se conecten al neutro, se identificarán utilizando los colores marrón o negro, como se observa en la Figura 14.

Cuando se precise identificar tres fases, se utilizará el color gris. Todos los conductores de fase se marcarán con los colores marrón o negro.

Figura 14*Conductores de dos fases*

Nota. Tomado de (Fernández Barranco, 2023)

En situaciones que demanden la identificación de tres fases, se recurre al uso del color gris como indicador distintivo como se evidencia en la Figura 15.

Figura 15

Conductores de tres fases



Nota. Tomado de (Fernández Barranco, 2023)

En constancia con (Torres, 2009) los cables unipolares con una tensión asignada de 0,6/1 kV, que cuentan con aislamiento y cubierta, generalmente no presentan coloraciones específicas, en estos casos, el instalador debe identificar los conductores de manera adecuada, por ejemplo, mediante un señalizador, argolla, etiqueta, u otros medios apropiados en ambos extremos del cable.

Conexiones

Al realizar conexiones o derivaciones en los conductores, es necesario seguir ciertas pautas:

Dichas conexiones deben llevarse a cabo utilizando bornes de conexión instalados de manera individual, formando bloques o regletas de conexión, como se muestra en la Figura 16.

Figura 16

Bornes y regletas



Nota. Obtenido de (TC COMPONENTES, 2021)

Sobrecargas y cortocircuitos

- **Sobrecargas**

De acuerdo con (Catalán, 2014) afirma que una línea eléctrica experimenta una sobrecarga cuando lleva una corriente (o potencia) que excede su capacidad de diseño. Como consecuencia de estas sobrecargas, se produce un aumento en la temperatura del conductor, superando su límite seguro de resistencia térmica. En caso de que la sobrecarga persista, el desenlace puede ser la degradación del aislamiento del conductor y, en ocasiones, la completa destrucción de la línea.

Según (Para Rayos, 2022) para identificar una sobrecarga eléctrica ya sea en un entorno doméstico o laboral, los indicadores evidentes de una sobrecarga son:

- Variaciones en la iluminación.

Si las luces comienzan a parpadear o a atenuarse, es uno de los primeros indicios de una sobrecarga en los circuitos eléctricos. Esto sucede cuando las luces no reciben la corriente necesaria, especialmente cuando todos los dispositivos comparten el suministro eléctrico disponible.

- Olor a quemado.

Si se detecta un olor a quemado proveniente de las conexiones eléctricas, como enchufes o paneles, es crucial apagarlo de inmediato para revisar el sistema.

- Calor en paneles y enchufes.

Cuando los enchufes, placas o paneles de conexión están calientes al tacto o presentan decoloración, puede ser señal que aumentó la resistencia eléctrica.

- Disfunción de equipos de alta potencia.

Cualquier equipo o maquinaria que consuma mucha energía será impactado primero si la demanda eléctrica excede el suministro disponible. Pueden tener dificultades para encenderse, iniciar o mantenerse en funcionamiento.

- **Cortocircuito**

Según (Catalán, 2014) un cortocircuito, que se define como la conexión directa de conductores a diferentes potenciales, resulta en una corriente significativamente superior a la nominal, llevando a la rápida destrucción de los aislamientos. Desde un punto de vista conceptual, se puede considerar que un cortocircuito representa el límite extremo de una sobrecarga.

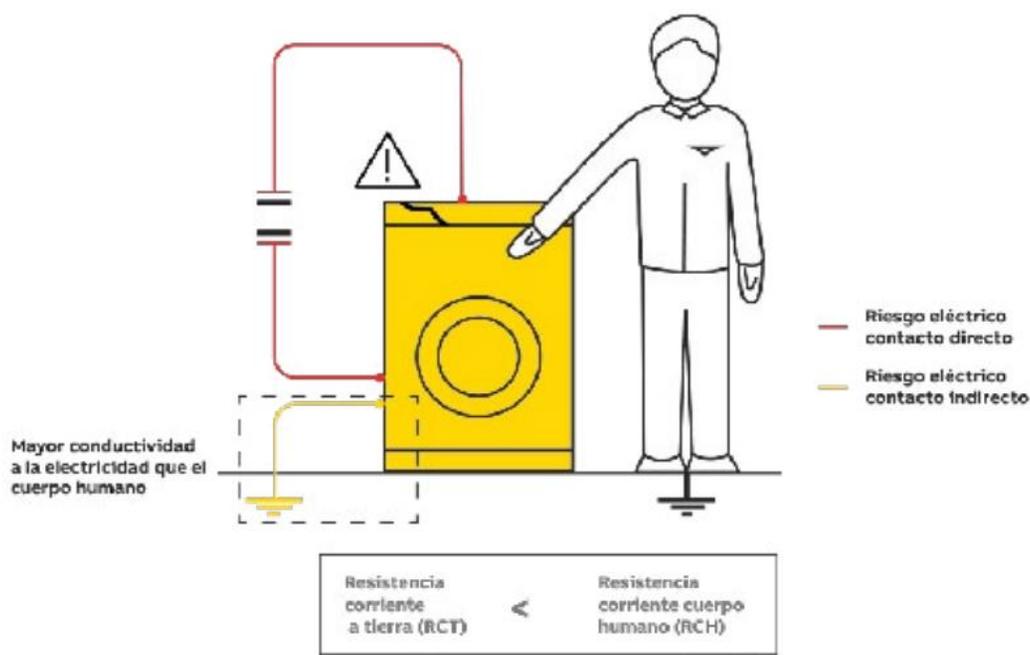
Contacto directo e indirecto

- **Contacto directo:** Conexión física de una persona con un componente de un circuito eléctrico conductor en situación de normalidad.
- **Contacto indirecto:** Conexión física de una persona con un componente de un circuito eléctrico que no conduce electricidad en situación de normalidad pero que debido a una anomalía puede actuar como un conductor.

Estos tipos de contactos se pueden evidenciar a través de un ejemplo en la Figura 17.

Figura 17

Ejemplo de contacto directo e indirecto



Nota. Obtenido de (Catalán, 2014)

Tomacorriente

De acuerdo con (FARADAYOS, 2014) los tomacorrientes son dispositivos eléctricos que actúan como puntos de conexión para suministrar energía a diversos aparatos eléctricos, como electrodomésticos, dispositivos portátiles y maquinaria industrial. Los tomacorrientes no utilizan energía por sí mismos; simplemente facilitan la conexión entre la fuente de alimentación y los dispositivos que requieren energía eléctrica.

Circuitos en tomacorrientes:

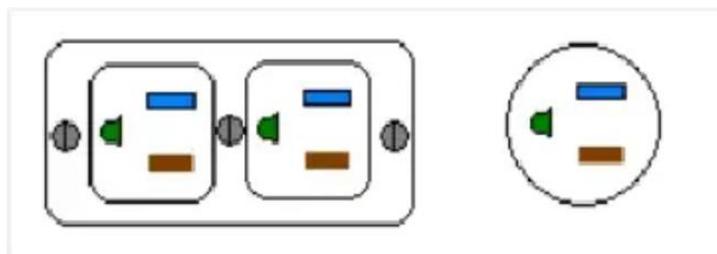
Según la norma (NEC, 2023) se deben considerar los siguientes aspectos:

- El diámetro o calibre del conductor neutro debe ser precisamente igual al diámetro o calibre de los conductores de fase correspondientes. Es esencial mantener esta igualdad para garantizar un equilibrio apropiado en el sistema eléctrico.
- En los circuitos de tomacorrientes, se utiliza un cable de cobre aislado del tipo THHN con una sección mínima de 4 mm² (equivalente a #12 AWG) tanto para la fase como para el neutro.
- Para el calibre del conductor de tierra se establece un conductor calibre #14 AWG.
- Los conductores de alimentación y circuitos deben ser dimensionados para tolerar una corriente que sea al menos un 125 % mayor que la corriente máxima de carga que van a soportar.
- Cada circuito debe contar con su propio conductor neutro o conexión a tierra.
- Cada circuito debe estar equipado con su propia protección.

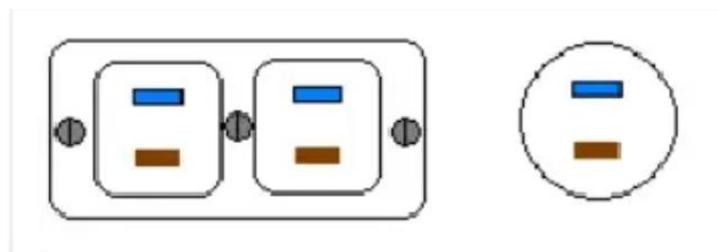
Tipos de tomacorrientes:

Según (Cruceño, 2014) se determina los siguientes tipos de corrientes:

- **Tomacorriente polarizado:** se distingue por contar con tres puntos de contacto: el positivo, el negativo y el de tierra, como se observa en la Figura 18.

Figura 18*Tomacorrientes polarizados**Nota.* Obtenido de (Cruceño, 2014)

- **Tomacorriente no polarizado:** Únicamente presenta 2 puntos de conexión: el positivo y el negativo. Este tipo de enchufe no es apropiado para dispositivos que requieran protección efectiva contra sobrecargas, como muestra la Figura 19.

Figura 19*Tomacorrientes no polarizados**Nota.* Obtenido de (Cruceño, 2014)

- **Tomacorrientes para sistemas monofásicos:** De acuerdo con (FARADAYOS, 2014) estos tomacorrientes son comúnmente empleados en sistemas eléctricos residenciales. Se conectan tres cables a estos enchufes: el cable de potencial, el neutro y el de tierra, como se verifica en la Figura 20.

Figura 20

Tomacorriente monofásico

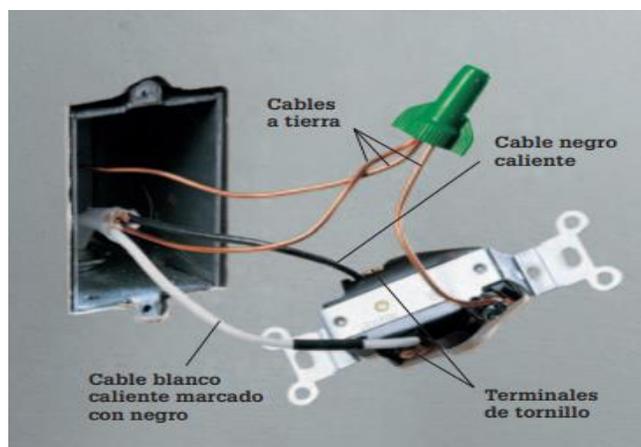


Nota. Obtenido de (FARADAYOS, 2014)

- **Tomacorrientes de 15 amperios a 120/240 voltios:** De acuerdo con (BLACK&DECKER, 2011), Un tomacorriente de 120/240 voltios tiene dos cables entrantes calientes (cada uno lleva 120 voltios) un cable blanco neutral, y un cable de cobre a tierra sin envoltura, como se muestra en la Figura 21. Las conexiones son hechas con terminales de tornillos en la parte trasera del tomacorriente.

Figura 21

Conexión de los terminales del tomacorriente.



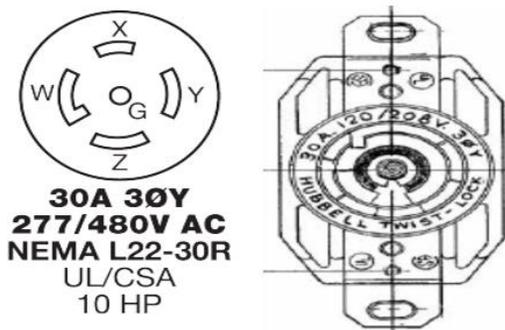
Nota. Tomado de (BLACK&DECKER, 2011)

- **Tomacorrientes de torción de 30 amperios a 480 voltios:** En constancia a (HUBELL, 2014) los tomacorrientes trifásicos de 277/480 [V] de este tipo han sido diseñados para admitir un total de 5 cables, que incluyen 3 fases, 1 neutro y 1 conexión a tierra, tal como se presenta en la Figura 22. La diferencia de potencial entre las fases es de

220[V], mientras que la diferencia de potencial entre la fase y el neutro es de 120[V]. En consecuencia, estos tomacorrientes se emplean en sistemas trifásicos a 220[V] y son particularmente idóneos para suministrar energía a equipos eléctricos que operan con voltajes de hasta 360[V] y corrientes de hasta 30A.

Figura 22

Tomacorriente Trifásico.



Nota. Tomado de (HUBELL, 2014)

Empalmes eléctricos.

En constancia a (Torrente, 2022), un empalme es el proceso de unir dos o más cables dentro de una instalación eléctrica de manera segura, con el fin de evitar sobrecalentamientos y pérdidas de energía. Los empalmes son fundamentales en las instalaciones eléctricas y pueden tener diversos propósitos, como extender la longitud de un cable, reparar un cable cortado entre otras funciones importantes. En gran parte determinan el buen funcionamiento, la calidad y presentación estética de una instalación.

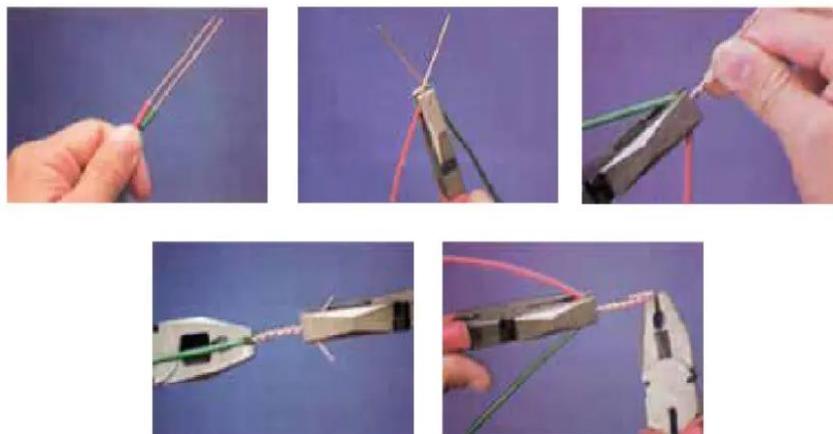
Tipos de empalmes eléctricos: Según (Torrente, 2022), existen varios tipos de empalmes eléctricos a continuación, proporcionaremos una breve descripción de los tipos de empalmes eléctricos más comunes, con el fin de que pueda comprender su utilidad y función específica.

- **Empalme trenzado o cola de rata:** Es ampliamente utilizado debido a su ejecución rápida y sencilla. Este método se aplica principalmente en situaciones en las que el espacio es limitado para maniobrar con herramientas o cuando los cables de una caja

de salida tengan poca longitud, se muestra en la Figura 23, los pasos para el empalme trenzado.

Figura 23

Pasos para el empalme trenzado o cola de rata.

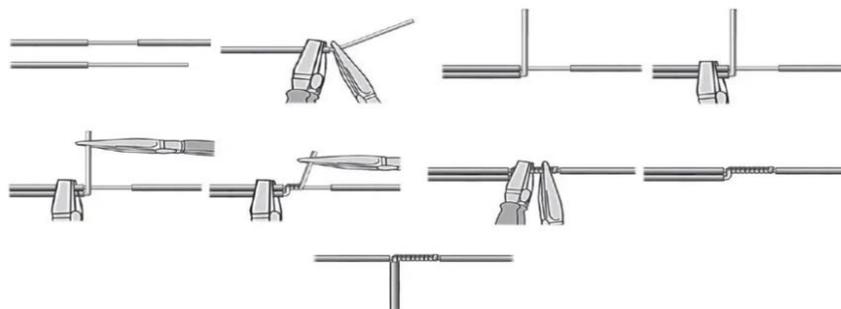


Nota. Tomado de (Campos, 2022)

- **Empalme en derivación o en “T”:** Este tipo de empalme, conocido como "empalme tipo T" debido a su similitud con esa letra, se utiliza principalmente para realizar derivaciones de conductores eléctricos. Se aconseja realizar más de 6 vueltas con el alambre que se va a derivar alrededor del conductor principal, asegurando que las vueltas estén fuertemente sujetas al conductor, se muestra en la Figura 24 los pasos para el empalme en derivación o en “T”.

Figura 24

Pasos para el empalme en derivación o en «T».

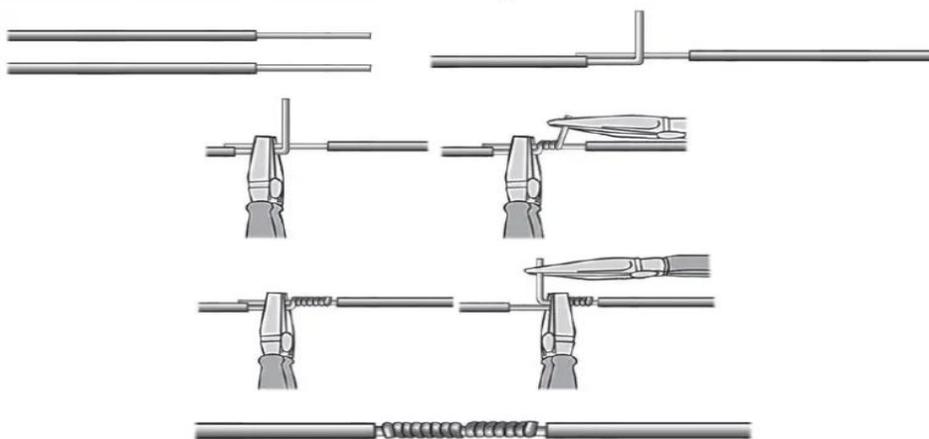


Nota. Tomado de (Campos, 2022)

Empalme de Prolongación o Western: Este método se emplea cuando se desea aumentar la longitud de un conductor eléctrico, su característica distintiva radica en que, debido al reducido volumen en la unión de los conductores, facilita el flujo de corriente eléctrica. Si se ejecuta de manera correcta, esta técnica no produce sobrecalentamiento en la unión y solo es aplicable entre dos conductores, se muestra en la Figura 25 los pasos para el empalme de prolongación o western.

Figura 25

Pasos para el empalme de prolongación o western.

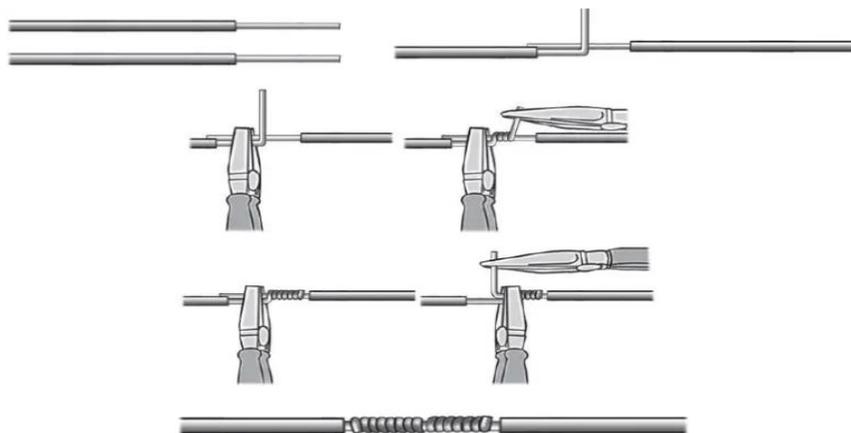


Nota. Tomado de (Campos, 2022)

Empalme de accesorio: El empalme de accesorio es ampliamente utilizado para conectar los terminales eléctricos, como interruptores, tomacorrientes, etc. Es notable porque posibilita la unión entre dos tipos distintos de conductores: alambre rígido y cable mellizo. De ser empleado para conductores que no van a estar expuestos a tensiones o esfuerzos mecánicos, se muestra en la Figura 26 los pasos para el empalme de accesorio.

Figura 26

Pasos para el empalme de accesorio.



Nota. Tomado de (Campos, 2022)

Terminales eléctricos

(Scotchlok, 2002) afirma que los terminales y conectores de compresión diseñados para cables o alambres sólidos de calibre 14-16 AWG están contruidos en base a un barril destinado a la compresión. Estos están recubiertos con vinilo o nylon (según el modelo) para proporcionar aislamiento eléctrico.

Los tipos de conectores y terminales cambian según el tipo de conexión necesario. Hay terminales de ojo, horquilla o punta, así como conectores planos o de lengüeta con aislamiento completo o parcial.

Tipos de terminales

De acuerdo con (COELECTRIX, 2017) los tipos de terminales eléctricos son los siguientes a mencionar:

- **Terminal plano o de lengüeta:** Este tipo de modelo, conocido como preaislado, es altamente recomendable debido al revestimiento aislante que cubre la sección donde se ajusta el cable, se puede evidenciar en la figura 27. Este revestimiento protege y aísla el cable del contacto con otros cables o componentes.

Figura 27

Terminal plano (macho), terminal lengüeta (hembra)



Nota. Obtenido de (COELECTRIX, 2017)

- **Terminal redondo o de anillo:** Un terminal clásico diseñado para ser introducido en un cable y terminado con una anilla redonda, diseñado específicamente para conexiones en tornillos o bornes, gracias a su sistema de aislamiento, este terminal se convierte en una opción completamente protegida y altamente funcional para su uso, como se muestra en la Figura 28.

Figura 28

Terminal de anillo



Nota. Obtenido de (COELECTRIX, 2017)

- **Terminal de horquilla:** Se suelen utilizar en conexiones con tornillo y generalmente donde hay poco espacio para la conexión, como se indica en la Figura 29.

Figura 29

Terminal de horquilla



Nota. Obtenido de (COELECTRIX, 2017)

Sistema de protección eléctrica

De acuerdo con (Cervantes, 2000) el conjunto de dispositivos y sistemas destinados a asegurar que el sistema eléctrico funcione correctamente y cumpla con su propósito es lo que se denomina protección eléctrica. Esta protección tiene el objetivo de prevenir fallos y mitigar los impactos causados por fluctuaciones en el voltaje, ya sean incrementos o decrementos también son impredecibles esto requiere un estudio y una mejora constante de los dispositivos de protección previstos para las instalaciones eléctricas.

Características de un sistema de protección

Según (Ramirez, 2006) cada sistema de protección en su totalidad, así como las protecciones individuales que lo integran, deben cumplir con las siguientes características funcionales:

- **Velocidad:** Es necesario que una falla sea corregida con la máxima rapidez tras su detección. Al disminuir la duración necesaria para confinar la falla, se limita la

propagación de sus consecuencias, resultando en menores daños y perturbaciones por disminuir el tiempo que los componentes se mantienen en condiciones no estándar.

- **Selectividad:** La selectividad se refiere a la habilidad de la protección para identificar, tras detectar una falla, si esta ocurre dentro o fuera de su zona de supervisión. En función de esto, debe ser capaz de activar los interruptores automáticos que maneja, cuando sea requerido, con el fin de eliminar la falla.
- **Sensibilidad:** Es esencial que el sistema de protección pueda identificar de forma clara y precisa cuándo se presenta una falla y cuándo no. Para equipar un sistema de protección con esta capacidad, se requiere:
 - Determinar, para cada magnitud crítica, los límites que distinguen entre condiciones de falla y condiciones de operación estándar.
 - **Fiabilidad:** Una protección confiable se caracteriza por su consistencia en responder de manera precisa en todo momento. Esto implica que la protección debe reaccionar con certeza y eficacia frente a cualquier circunstancia que surja. La protección está constantemente supervisando las condiciones del sistema y, por lo tanto, está respondiendo en cada momento según las condiciones presentes.

Estructura de un sistema de protección

Según (Ramirez, 2006) el sistema de protección se estructura en base a:

- **Protecciones primarias:**

Son aquellas que tienen la responsabilidad de despejar la falla en primera instancia.

Están definidas para desconectar el mínimo número de elementos necesarios para aislar la falla.

- **Protecciones de respaldo:**

Se refieren a aquellas protecciones encargadas de intervenir en una segunda instancia para corregir una falla.

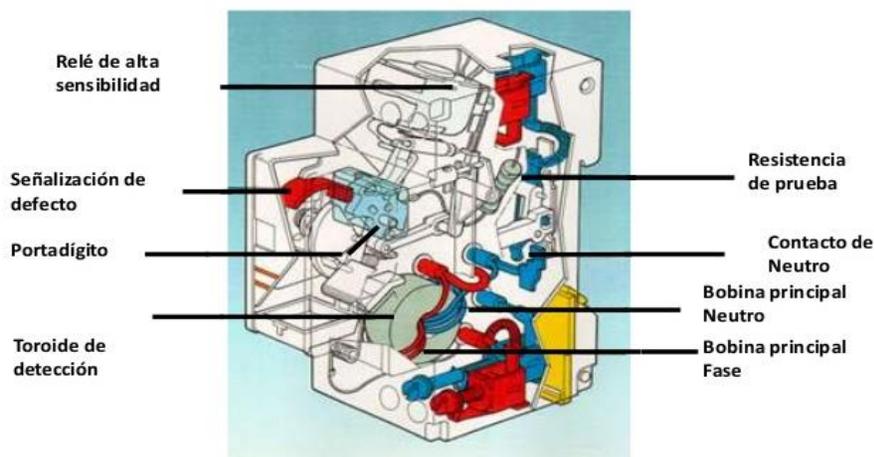
Interruptor diferencial

El interruptor diferencial es un dispositivo eficaz para salvaguardar a las personas de los peligros asociados a la corriente eléctrica de baja tensión, como los derivados de un contacto directo. Su propósito es identificar corrientes de fuga a tierra y desconectar el circuito si estas corrientes representan una amenaza para las personas o la propiedad.

Estos interruptores actúan tanto frente a corrientes de fuga como a sobrecargas o cortocircuitos, y cuentan con protección interna como se puede evidenciar en la Figura 30.

Figura 30

Partes de un interruptor diferencial



Nota. Obtenido de (ABB, 2020)

Tipos de interruptores diferenciales

De acuerdo con (CHINT, 2020) los interruptores diferenciales se clasifican en los siguientes:

- **Diferencial para corrientes (tipos B y F)**

Estos dispositivos son comunes en la industria y se orientan principalmente en arrancadores, variadores de velocidad para motores, maquinaria textil y bombas. Su función es identificar defectos de corriente continua con niveles bajos de fluctuación.

- **Diferencial con retardo (tipo S)**

Principalmente empleados en instalaciones de gran tamaño, estos diferenciales poseen una demora en la desconexión. Se colocan antes de otros interruptores diferenciales instantáneos para asegurar la selectividad y reducir la interrupción del suministro eléctrico.

- **Diferencial para corrientes alternas (tipo AC)**

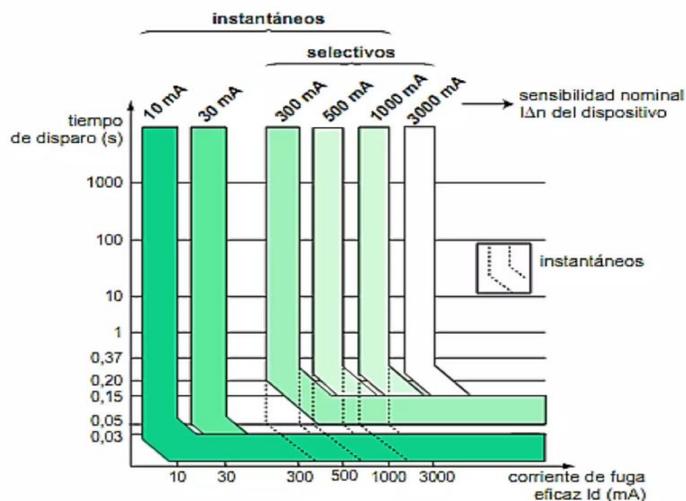
Estos dispositivos son comunes tanto en entornos domésticos como industriales. Son inmunes a corrientes de defecto con componentes continuas, lo cual evita el riesgo de incendios o electrocuciones causados por fallos en el disparo de un dispositivo diferencial ante corrientes de componente continua.

Curva de sensibilidad

Un interruptor diferencial consta de dos aspectos: corriente nominal de trabajo y la sensibilidad nominal de operación. Esta curva describe la relación entre la corriente de fuga a tierra y el tiempo que tarda el interruptor en desconectar el circuito eléctrico, cuanto menor sea la corriente de fuga necesaria para que el interruptor diferencial actúe, más sensible será el interruptor, en la figura 31 se muestran las diferentes curvas de sensibilidad y tipo de actuación (instantáneos y selectivos).

Figura 31

Curva de sensibilidad de los interruptores diferenciales



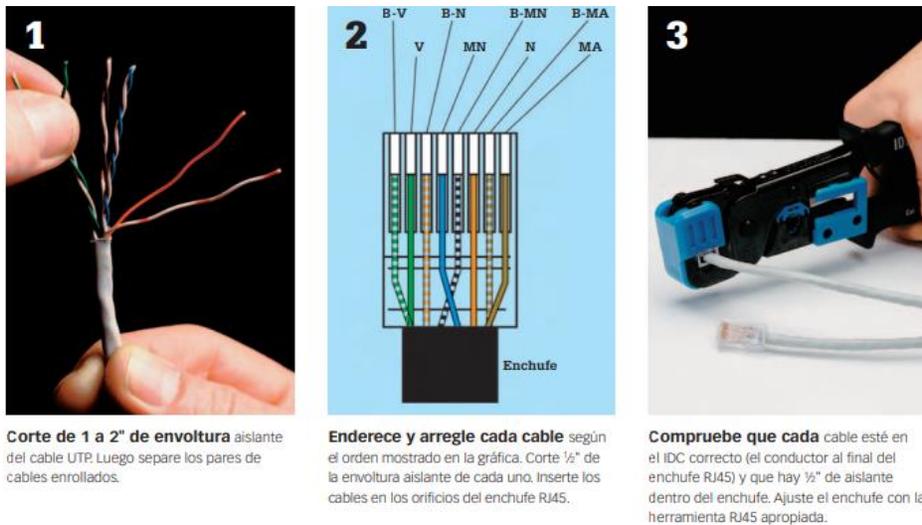
Nota. Obtenido de (Quintanar, 2021)

Red LAN

Conforme a (CASA LIMA CORP, 2022), el tomacorriente de red es conocido bajo el nombre de conector Rj45, y es el que se encarga de hacer la conexión para los cables estructurados, utilizan 8 pines es decir 4 pares de cables ambos extremos del conector deben llevar un conector Rj45, para unirlos es necesario utilizar una crimpadora, como se muestra en la Figura 32. La importancia de tener un tomacorriente de red es que nos ayuda a tener una mejor recepción de la voz y datos para el uso del internet.

Figura 32

Pasos para instalar tomacorrientes de red RJ45



Nota. Tomado de (BLACK&DECKER, 2011)

Normas para las instalaciones eléctricas

De acuerdo (NEC, 2023) la normativa para una instalación eléctrica es la siguiente:

- **Circuitos de tomacorrientes:** Los circuitos destinados a tomacorrientes deben ser concebidos de manera que cuenten con salidas polarizadas, es decir, que incluyan fase, neutro y tierra, y sean capaces de manejar una carga máxima de 20 amperios por circuito, con un límite de hasta 10 salidas.

- Para el calibre de conductores en circuitos de tomacorrientes, se deben considerar los siguientes aspectos:
- El calibre del conductor neutro debe coincidir con el calibre de los conductores de las fases.
- En los circuitos de tomacorrientes, se emplea un conductor de cobre aislado del tipo THHN con una sección mínima de 4 mm² (12 AWG) tanto para la fase como para el neutro.
- **Circuitos de cargas especiales:** Los circuitos destinados a cargas especiales como cocinas eléctricas, vehículos eléctricos, sistemas de calefacción, aire acondicionado, duchas eléctricas, equipos hidroneumáticos, ascensores, dispositivos médicos, calentadores eléctricos de agua, calentadores de agua eléctricos, entre otros, deben ser planificados individualmente para poder manejar la carga nominal específica de cada equipo por separado.
- Para circuitos que alimentan cargas especiales, es importante tener en cuenta los siguientes aspectos:
- La elección del tamaño del conductor de GND es un conductor de cobre tipo THHN (10AWG).
- Para los circuitos destinados a cargas especiales, se emplea un conductor de cobre del tipo THHN con una sección de 5,26 mm² (10 AWG) para las fases.
- **Capacidad de corriente:** El tamaño del conductor debe ser capaz de manejar al menos el 125 % del valor de la corriente de protección según lo especificado en la Tabla No. 2.

Tabla 2*Capacidad de protección de acuerdo al calibre del cable*

Número de calibre del conductor	14	12	10	8	6
Capacidad máxima del interruptor	15/16 [A]	20 [A]	30/32 [A]	40 [A]	50 [A]

Nota. Obtenido de (NEC, 2023)

Capítulo III

Desarrollo

Para la respectiva instalación eléctrica en el laboratorio de circuitos eléctricos, fue fundamental garantizar que la infraestructura eléctrica no solo cumpla con los estándares de seguridad, sino que también se adapte a las necesidades específicas de cada uno de los equipos. La instalación eléctrica del laboratorio se realizó siguiendo un enfoque detallado, asegurando que cada aspecto de la misma contribuya a crear un ambiente de trabajo eficiente y seguro.

El primer paso en este proceso fue realizar una búsqueda de las necesidades eléctricas específicas del laboratorio. Este análisis nos permitió diseñar un sistema eléctrico sea capaz de adaptarse a nuevas tecnologías y equipos sin necesidad de intervenciones mayores.

Levantamiento de información

Los elementos disponibles que cuentan en el laboratorio y que estarán conectados en las mesas de trabajo incluyen:

- Multímetro digital MXD-4660A
- Multímetro digital 34410A
- Generador de señales GW Instek
- Generador de funciones digital marca BK PRECISION
- Osciloscopio marca WON
- Computadora de escritorio
- Multímetro de mesa marca Alligent
- Laptops

A continuación, se presentan los datos específicos de cada elemento, como su voltaje y potencia consumida por cada uno de los equipos, como se muestra en la tabla No. 3.

Tabla 3*Voltaje y potencia de cada elemento*

Elementos	Voltaje [V]	Potencia [W]
Multímetro digital MXD-4660 ^a	120 [V]	10 [W]
Multímetro digital 34410 ^a	120 [V]	20 [W]
Generador de señales GW Instek	120 [V]	11 [W]
Generador de funciones digital marca BK PRECISION	120 [V]	20 [W]
Osciloscopio marca WON	120 [V]	36 [W]
Computadora de escritorio	120 [V]	750 [W]
Multímetro de mesa marca Alligent	120 [V]	10 [W]
Laptop	120 [V]	200 [W]
Laptop	120 [V]	200 [W]
Total:		1257 [W]

Nota. Descripción del voltaje y potencia de cada elemento.

Como se puede observar, la potencia total es de 1257 [W]. Es importante destacar que algunos de estos elementos pueden trabajar con un voltaje superior a 120 [V]. En la Tabla No. 4 se detallan los equipos que pueden funcionar con un voltaje mayor a 120 voltios, junto con su voltaje y potencia correspondientes.

Tabla 4

Voltaje y potencia de cada elemento.

Elementos	Voltaje [V]	Potencia [W]
Multímetro digital de doble pantalla marca GDM-8246	240 [V]	10 [W]
Generador de funciones / fuente de energía universal	240 [V]	20 [W]
Generador de funciones arbitrario	240 [V]	20 [W]
Osciloscopio digital GDS-2104	240 [V]	45 [W]
Fuente de alimentación GW Instek GPS-4303	240 [V]	420 [W]
Generador de ondas CFG253	240 [V]	18 [W]
Total:		533 [W]

Nota. Descripción del voltaje y potencia de cada elemento.

Como se puede observar, contamos con una potencia total de 533 [W].

Cálculo de cargas

Para llevar a cabo la implementación, primero se debe determinar la cantidad total de carga que cada mesa de trabajo tendrá que soportar.

- Cálculo de corriente de los equipos a 120 [V]

$$I = \frac{P}{V} = \frac{1257W}{120 V} = 10.475 [A]$$

Luego de realizar los cálculos correspondientes, se registró un total de 10.47 [A] al conectar simultáneamente todos los dispositivos que operan a 120 voltios [V].

Este resultado sugiere la necesidad de aumentar la capacidad de los componentes de conducción y protección al instalar el sistema de cableado eléctrico ya que, siguiendo las normas aplicables, este incremento debe ser del 125%.

- Sobredimensionamiento del 125%

$$I = 1.25 * 10.475 \text{ A} = 13.09 \text{ [A]}$$

Del mismo modo, aplicaremos este procedimiento con los dispositivos que pueden funcionar a 240 [V].

- Cálculo de corriente de los equipos a 240 [V]

$$I = \frac{P}{V} = \frac{533\text{W}}{240 \text{ V}} = 2.22 \text{ [A]}$$

En resultado es un total de 22 [A] cuando se conectan simultáneamente todos los dispositivos diseñados para operar a 240 voltios [V]. Este resultado también señala la necesidad de incrementar la capacidad de los elementos de conducción y protección, siguiendo las normas, este incremento debe ser del 125%.

- Sobredimensionamiento del 125%

$$I = 1.25 * 2.22 \text{ A} = 2.77 \text{ [A]}$$

Dimensionamiento de conductor y mecanismos de seguridad eléctrica.

El cálculo del tamaño de los conductores se llevó a cabo siguiendo las pautas establecidas en la normativa NEC. Esta normativa especifica que, para los circuitos de toma de corriente, se requiere un conductor mínimo de calibre #12 para las líneas de fase y neutro, mientras que se utilizó un conductor de calibre #14 para las líneas de tierra. Los circuitos monofásicos de 120[V] fueron cableados con conductores de calibre #12, lo que implica que la corriente nominal para la protección del circuito debe ser de 20 [A]. Para los circuitos de 220 [V] y los circuitos trifásicos a 220 [V], considerados como circuitos con cargas especiales, la normativa NEC especifica un calibre mínimo de conductor de #10. En consecuencia, estos circuitos fueron instalados utilizando conductores de dicho calibre.

Elección de componentes para la instalación eléctrica.

Después de haber llevado a cabo los cálculos necesarios para la instalación eléctrica, fue esencial proceder con la selección apropiada de los componentes que se colocarán en cada mesa de trabajo. Esto implicó elegir los elementos adecuados que garanticen un desempeño eficiente y seguro del sistema en cada punto de trabajo.

Además de la selección de los componentes en sí, es importante considerar aspectos como la calidad de los materiales, la compatibilidad entre los componentes, y la capacidad de manejar cargas eléctricas específicas. Un enfoque cuidadoso en esta etapa no solo promueve la seguridad y fiabilidad del sistema, sino que también optimiza su rendimiento y durabilidad a largo plazo.

Tomacorrientes marca Hubell HBL2820 (Importación).

Se realizó la importación de tomacorrientes trifásicos de la reconocida marca Hubell (HBL2820), como se observa en la Figura 33. En la búsqueda por equipar el laboratorio con la infraestructura más avanzada y segura, decidimos garantizar que los equipos de alta exigencia como son los equipos que trabajan a 220 [V] operen con la máxima eficiencia y seguridad.

Figura 33

Tomacorrientes marca Hubell HBL2820



Nota. Tomacorrientes trifásicos importados

Enchufe marca Hubell HBL2811 (Importación)

Seguidamente se realizó la importación del enchufe marca Hubell (HBL2811), como se observa en la Figura 34. Este enchufe es esencial para conectar de manera eficaz y segura, siendo un elemento fundamental en la instalación eléctrica ya que actúa como un puente entre el tomacorriente trifásico instalado en la pared del laboratorio y las mesas de trabajo utilizadas por los estudiantes y docentes de la universidad.

Esto consiste en la utilización de un enchufe de 5 hilos de alta calidad, específicamente diseñado para manejar la alimentación trifásica. Este enchufe se conectó directamente al tomacorriente trifásico ya existente en la pared del laboratorio. A través de este enchufe, hemos instalado un nuevo tomacorriente trifásico en cada mesa de trabajo. En este caso la instalación aprovecha la infraestructura eléctrica existente y también proporciona un acceso más seguro a la alimentación necesaria para que puedan operar los equipos que requieren una fuente de energía trifásica con normalidad.

Figura 34

Enchufe marca Hubell HBL2811



Nota. Enchufes importados

Canaleta Dexson DX009 2m x 8cm ranurada gris.

Se instaló la canaleta dexson para una mejor organización y protección de cables, como se evidencia en la Figura 35. Donde emplea una mayor seguridad tanto a las personas y los equipos eléctricos para evitar daños materiales y cortocircuitos. Manteniendo una presentación estética en su respectiva instalación.

Figura 35

Instalación de canaleta dexson.



Nota. Se instaló la canaleta dexson en la parte exterior de la mesa de trabajo.

Luz piloto

Se implementaron luces piloto con la finalidad de señalar si las mesas de trabajo están energizadas. Cuando la luz piloto, de color verde en la mesa de trabajo se enciende, indica que la mesa de trabajo está energizada, como se muestra en la Figura 36. Esta luz puede operar en un rango de 120-240 [V], por lo que decidimos conectarla al interruptor destinado a la protección de la línea de 120 [V] de cada mesa.

Figura 36

Luz piloto



Nota. Luz piloto indicadora de conexión y desconexión de energía en las mesas de trabajo del laboratorio.

Terminales tipo U

En la Figura 37 se evidencian como los terminales tipo U fueron utilizados para facilitar la conexión segura de los cables durante la instalación eléctrica. Su diseño ergonómico y capacidad para soportar altas corrientes los convirtieron en una elección práctica y confiable para asegurar la integridad de cada uno de los circuitos.

Figura 37

Terminales instalados tipo U



Nota. Terminales tipo U usados para las conexiones a los tomacorrientes

Amarras Dexson T6 15cm color negro.

Se uso amarras dexson, para asegurar cables juntos de forma segura. Son comúnmente utilizadas en instalaciones eléctricas, como se puede observar en la Figura 38.

Figura 38

Uso de amarras dexson.



Nota. Se uso amarras de 15cm para juntar cables de conexión.

Interruptores diferenciales 25 [A]

El interruptor diferencial, detecta diferencias en la corriente eléctrica que entra y sale del circuito; si identifica una fuga de corriente hacia tierra rápidamente corta el suministro eléctrico para prevenir daños o lesiones.

Los interruptores diferenciales instalados son de marca Camscón Eléctric, el modelo de interruptor diferencial F362, empleado en los circuitos monofásicos es de 25 amperios, como se evidencia en la Figura 39.

Figura 39

Interruptor diferencial



Nota. Interruptor diferencial para tomacorrientes monofásicos.

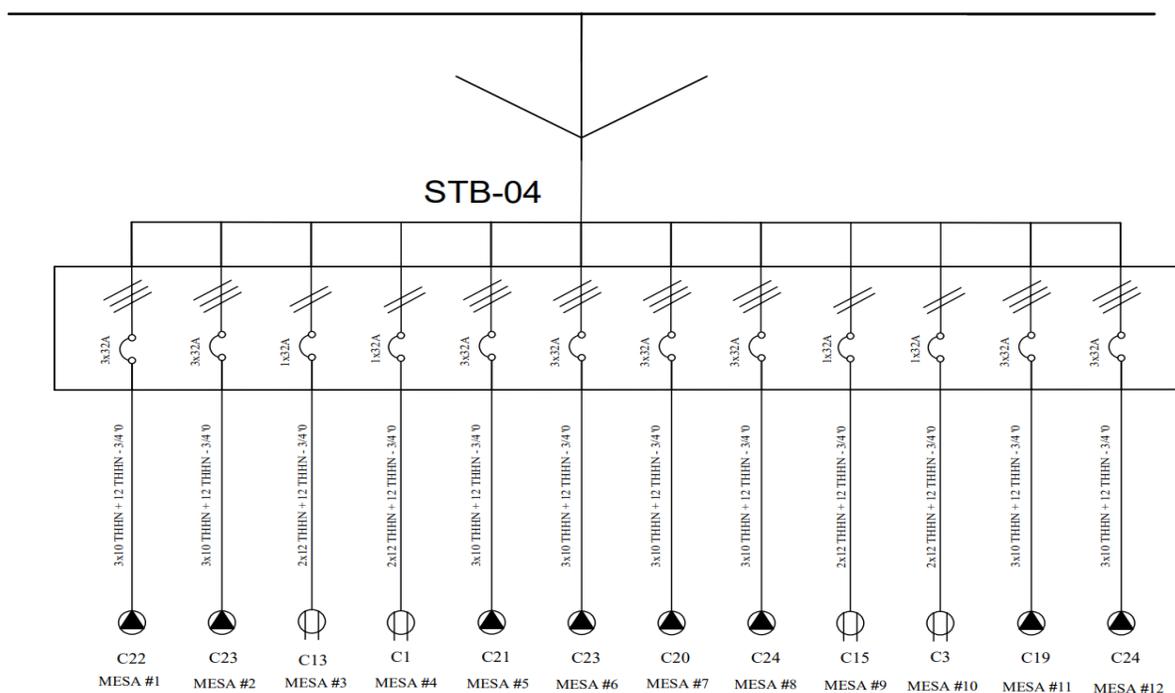
Derivación de conexiones monofásicas a partir de un suministro trifásico

Dentro del tablero de distribución STB-04 del laboratorio, existen interruptores termomagnéticos de 32 [A], cumpliendo fundamentalmente en la protección de los circuitos eléctricos. Estos interruptores de 32 [A], se encargan de resguardar los tomacorrientes trifásicos y monofásicos del laboratorio contra sobrecargas y cortocircuitos. Una vez que la corriente eléctrica atraviesa el interruptor termomagnético, se dirige hacia los tomacorrientes trifásicos instalados en la pared mediante cables de calibre #10 AWG, ya que aseguran una distribución segura.

Para los tomacorrientes monofásicos ubicados en las paredes, el flujo de corriente sigue un proceso similar a través del interruptor termomagnético de 32 [A]. Sin embargo, en este caso, se utilizan cables de calibre #12 AWG para transportar la corriente eléctrica de manera efectiva como se puede observar en la Figura 40.

Figura 40

Diagrama unifilar de la instalación trifásica y monofásica.

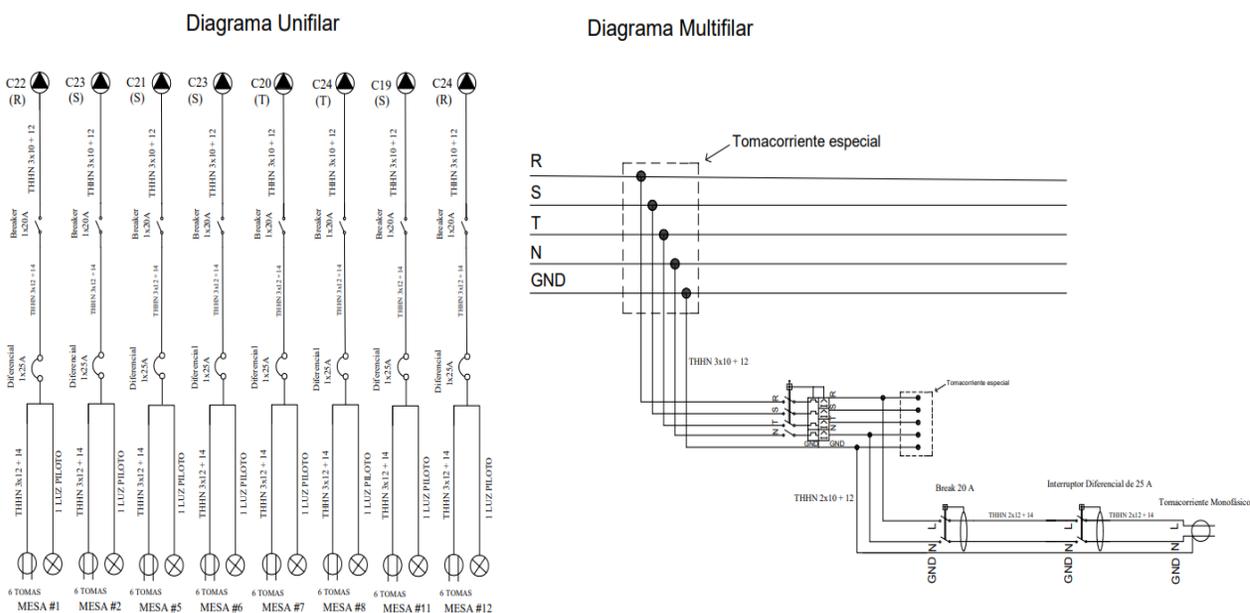


Nota. Instalación trifásica y monofásica instalados en la pared del laboratorio.

Seguidamente para los tomacorrientes trifásicos de las mesas del laboratorio, se implementó un sistema de distribución eléctrica que incluye la utilización de un enchufe de 5 hilos, el cual está conectado a un tomacorriente especial instalado en la pared, el conductor de cable para esta conexión eléctrica es calibre #10 AWG, como se evidencia en la Figura 41.

Figura 41

Derivación para la conexión trifásica.

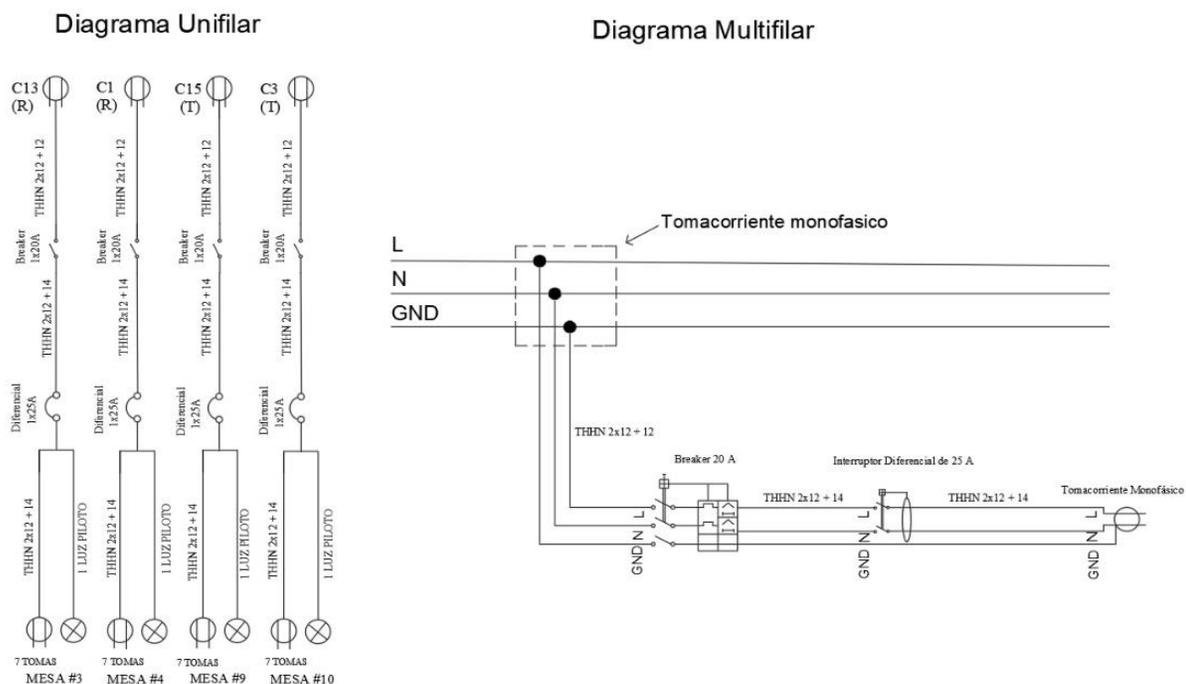


Nota. Implementación de tomacorrientes monofásicos y luces piloto a partir de un sistema trifásico. Los diagramas se pueden evidenciar de mejor manera en el Anexo 4.

Para la instalación de los tomacorrientes monofásicos se seleccionó cuidadosamente una línea (fase) y un neutro de entre los hilos de fase disponibles en el enchufe trifásico. Esta selección se realizó con el objetivo de derivar una conexión monofásica a partir de la fuente de alimentación trifásica. La conexión monofásica se extiende para alimentar a los tomacorrientes monofásicos que se instalaron en cada mesa de trabajo del laboratorio el esquema unifilar y multifilar se puede observar en la Figura 42.

Figura 42

Derivación de la conexión monofásica



Nota. Tomacorrientes y luz piloto instalados en las mesas de trabajo a partir de un sistema eléctrico monofásico. Los diagramas se pueden evidenciar de mejor manera en el Anexo 5.

Tomacorriente monofásico 120V

Se colocaron tomacorrientes monofásicos con la finalidad de proveer electricidad a los aparatos que requieren una alimentación de 120[V] y que están energizados con el enchufe adecuado. En estos enchufes, se conectan los cables de fase, neutro y tierra. En un sistema ideal, se espera que el voltaje entre fase y neutro sea de 120[V].

En la Figura 43 se visualiza el voltaje adecuado del tomacorriente instalado.

Figura 43

Tomacorriente de 120 [V]



Nota. Voltaje en tomacorrientes de 120 [V]

Instalación de tomacorrientes y enchufes trifásicos marca Hubell.

Para la correcta instalación de tomacorriente trifásico es esencial asegurar tanto la funcionalidad como la seguridad del sistema eléctrico.

A continuación, se especifica el color de cable para cada una de las líneas, lo que incluye el neutro y tierra:

- El cable de color negro es designado al terminal L1 la cual la identificamos con la letra (R).
- El cable verde claro es designado al terminal L2 la identificamos con la letra (S).
- El cable rojo al terminal corresponde a L3 la identificamos con la letra (T).
- El cable blanco, es designado para el neutro.
- Por último, el cable verde oscuro, se conecta al terminal de tierra. Este cable es esencial para la seguridad de la instalación, ya que protege así contra descargas eléctricas.

La tabla No. 5 proporciona una información detallada sobre cómo conectar los cables según el código de colores establecido.

Tabla 5

Color del cable normalizado para tomacorrientes trifásicos

Conductor	Color	Identificación
L1	Negro	R
L2	Verde claro	S
L3	Rojo	T
Neutro	Blanco	N
Tierra	Verde oscuro	GND

Nota. Especificación e identificación del conductor y color para los tomacorrientes

Verificación de las líneas (R, S, T) en el tablero de distribución

Para la instalación del tomacorriente trifásico de 5 hilos a 4 polos, se inició el proceso con una verificación en el tablero de distribución, con el objetivo de identificar cuál de las tres líneas (R, S, T) sería utilizada para alimentar los tomacorrientes monofásicos instalados en las mesas de trabajo. Así la distribución de la carga eléctrica se realiza de manera equilibrada y segura, optimizando así el rendimiento general del sistema eléctrico.

En la Tabla No. 6 se detalla una de las tres líneas la cual mediante el multímetro se verificó la que sería destinada a cada mesa de trabajo para la alimentación de los tomacorrientes monofásicos ya que cada circuito trifásico comparte una misma línea específica con los circuitos monofásicos.

Cabe recalcar que existen 8 circuitos trifásicos instalados en la pared del laboratorio dichos circuitos se utilizaron para la misma cantidad de mesas de trabajo.

Tabla 6*Identificación de las fases o líneas*

Circuitos Monofásicos	Circuitos Trifásicos	Líneas (fases)
C15	Mesa 11	T
C16	Mesa 7	T
C14	Mesa 5	S
C13	Mesa 1	R
C1	Mesa 2	R
C2	Mesa 6	S
C3	Mesa 8	T
C4	Mesa 12	R

Nota. Esta verificación tiene como propósito principal asegurar que cada uno de los dispositivos esté correctamente instalado.

Figura 44*Enchufe y tomacorriente trifásico*

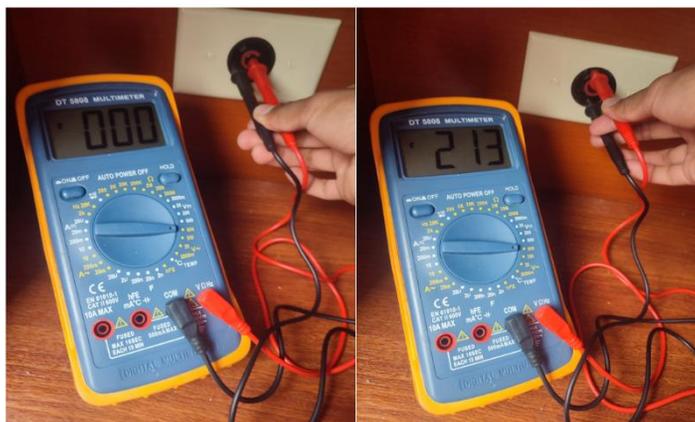
Nota. Instalación del enchufe y tomacorriente trifásico en cada mesa de trabajo.

Tomacorriente trifásico 480 V /30 A

Se implementó este tipo particular de tomacorriente para suministrar energía a equipos especiales que dispongan del enchufe correspondiente. Este tomacorriente incluye 5 cables: 3 fases, un neutro y una conexión a tierra. En un sistema ideal, se esperan valores de voltaje de 220 [V] entre Fase-Fase y 120 [V] entre Fase-Neutro. La Figura 45, muestra claramente los voltajes de los tomacorrientes instalados, ahora, cada mesa de trabajo está equipada con su propio punto de acceso eléctrico trifásico.

Figura 45

Tomacorrientes trifásicos



Nota. Voltaje en tomacorrientes trifásicos

Planos eléctricos

En esta sección se describirá el contenido específico de cada uno de los planos eléctricos del laboratorio de Electrónica, que incluyen cuatro tipos: tomacorrientes de 120[V], tomacorrientes de 360[V], iluminación y un plano unifilar.

Plano unifilar de la instalación eléctrica

Dentro del Anexo 1 se incluye el diagrama unifilar del tablero de distribución del laboratorio de Electricidad denominado STB-04, el cual deriva del tablero principal de distribución TPPBB-01.

El tablero STB-04 está compuesto por un total de 24 circuitos designados como C1 hasta C24, según se detalla en la Tabla No. 7 adjunta.

Los circuitos desde C1 hasta C17 son de tipo monofásica y están protegidos por interruptores de 1 polo de 32 amperios. Estos circuitos tienen 2 cables: una fase y un neutro, los cuales se transportan mediante cables de calibre #10 THHN.

El circuito C18 es bifásico y está equipado con una protección de 2 polos de 32 amperios. Estos circuitos utilizan 3 cables: 2 corresponden a las fases y uno a tierra, siendo transportados mediante un cable #10 THHN.

Por último, desde el circuito C19 hasta el circuito C24, se trata de circuitos trifásicos protegidos por interruptores de 3 polos de 32 amperios. Estos circuitos requieren 5 cables: 3 fases, un neutro y una tierra, todos ellos transportados mediante cables de calibre #10 THHN.

Tabla 7

Circuitos eléctricos del tablero STB-04

Circuitos	Tipo	Voltaje [V]	Protección	Conductor
C1-C17	Monofásico	120 [V]	1x32 [A]	2x10 THHN + 12 THHN-3/4'0
C18	Bifásico	220 [V]	2x32 [A]	2x10 THHN + 12 THHN-3/4'0
Circuitos	Tipo	Voltaje [V]	Protección	Conductor
C19-C24	Trifásico	360 [V]	3x32 [A]	2x10 THHN + 12 THHN-3/4'0

Nota. Distribución de los circuitos eléctricos del tablero de distribución del laboratorio de circuitos eléctricos.

Seguidamente los circuitos monofásicos que alimentan a cada una de las mesas de trabajo #9, #10, #11, #12 son los circuitos C3, C4, C15, C16 respectivamente. Finalmente, los circuitos trifásicos que se llevan hacia las mesas de trabajo #1, #2, #3, #4, #5, #6, #7, #8 son

los circuitos C19, C20, C21, C22, C23, C24 cabe recalcar que estos circuitos son sistemas trifásicos a 360 [V]. Para los respectivos circuitos se proporcionará una protección adicional, los detalles de la distribución y las instalaciones que se realizaron se detallan en la Tabla No. 8.

Tabla 8

Circuitos eléctricos de las mesas de trabajo del laboratorio.

Circuitos	Mesa de trabajo	Tipo	Voltaje [V]	Protección	Conductor
C3 - C4 C15 - C16	#9 - #12	Monofásico	120 [V]	1x32 [A]	2x10 THHN + 12 THHN-3/4"0
C19-C24	#1 - #8	Trifásico	360 [V]	3x32 [A]	2x10 THHN + 12 THHN-3/4"0

Nota. Distribución de los circuitos eléctricos instalados en las mesas de trabajo.

Plano de tomacorrientes de 120 [V]

En el Anexo 2, podemos apreciar el plano de tomacorrientes de 120 [V], donde determinamos algunas especificaciones de cada circuito, como su número de salidas. En la Tabla N0. 9, podemos encontrar el número de salidas de cada circuito de tomacorrientes de 120 [V].

Tabla 9

Circuitos de tomacorrientes monofásicos.

Circuitos	Número de salidas
C1	10
C2	10
C3	10
C4	10
C13	10
C14	10
C15	10

Circuitos	Número de salidas
C16	10
C5	1
C6	1
C7	1
C8	1
C9	1
C10	1
C11	1
C12	1
C17	1

Nota. Número de salidas hacia los tomacorrientes de 120 [V].

Plano de tomacorrientes de 220 [V]

En la Tabla No.10 podemos encontrar el número de salidas de cada circuito de tomacorrientes de 220 [V].

Tabla 10

Circuito de tomacorriente bifásico.

Circuitos	Número de salidas
C18	1

Nota. Número de salidas hacia los tomacorrientes de 220 [V].

Plano de tomacorrientes de 360 [V]

Si nos dirigimos al Anexo 3, podemos visualizar el plano de tomacorrientes de 360 [V] a 5 hilos, seguidamente se detallan principalmente sus especificaciones de cada circuito, como su número de salidas. En la Tabla No. 11, podemos encontrar el número de salidas de cada circuito de tomacorriente trifásico.

Tabla 11

Circuitos de tomacorrientes trifásicos.

Circuitos	Número de salidas
C19	1
C20	1
C21	1
C22	1
C23	1
C24	1

Nota. Número de salidas hacia los tomacorrientes de 360 [V].

Capítulo IV

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- Se realizó una investigación exhaustiva de las normativas vigentes, necesarios para la implementación de la instalación eléctrica en el laboratorio y hacer la correcta adquisición de los materiales que se utilizaron.
- En el levantamiento se determinó que es necesario la implementación del sistema eléctrico en las mesas de trabajo del laboratorio, para el beneficio de los estudiantes y garantizar su aprendizaje.
- Utilizamos la alternativa más confiable para el diseño y la implementación del sistema eléctrico teniendo en cuenta la eficiencia y la optimización costos.
- Instalamos un sistema eléctrico que se adapte a los estándares y necesidades del laboratorio de circuitos eléctricos de la universidad.

Recomendaciones

- Para realizar la instalación eléctrica es necesario utilizar todas las herramientas adecuadas para la correcta implementación de los diferentes circuitos que se instalarán en las mesas de trabajo.
- Se recomienda desenergizar los puntos de corriente que se están trabajado en el laboratorio para así tener una correcta manipulación de los circuitos a instalar en cada mesa designada.
- Utilizar la alternativa más viable para la adquisición de los materiales a utilizarse para economizar precios y así tener una correcta implementación correcta y eficiente.
- Mantenerse al margen de la normativa vigente para así tener una correcta instalación eléctrica.

Bibliografía

- ABB. (2020). Protección diferencial. En S. ASEA BROWN BOVERI, *Protección Diferencial*.
Obtenido de
https://library.e.abb.com/public/6e64ab5e2b554aceaad3b7c0290a9747/Contenido_adicional_interruptores-diferenciales.pdf
- BLACK&DECKER. (2011). LA GUÍA COMPLETA SOBRE INSTALACIONES ELÉCTRICAS. En BLACK&DECKER. Obtenido de <https://toaz.info/doc-view-2>
- Campos. (2022). *Instalaciones Eléctricas Residenciales*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/RobertoAdan/manual-de-instalaciones-electricas>
- CASA LIMA CORP. (2022). LIMA. Obtenido de LIMA:
<https://grupocasalima.com/blog/electricidad/tablero-de-control-electrico-como-funciona-que-lleva/>
- Castro, L. (1978). MANUAL INSTALACIONES ELÉCTRICAS. En Castro, *MANUAL INSTALACIONES ELÉCTRICAS*. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/8742/3/T751.pdf>
- Catalán, S. (2014). En Catalán. Obtenido de <https://elibro.net/es/ereader/espe/57381?page=2>
- Cervantes, J. (2000). Protección en sistemas eléctricos. En J. Cervantes, *Protección en sistemas eléctricos*. Obtenido de <http://eprints.uanl.mx/7718/1/1020133300.PDF>
- CHINT. (2020). INTERRUPTORES DIFERENCIALES. En C. ELECTRICS, *INTERRUPTORES DIFERENCIALES*. Obtenido de file:///C:/Users/PC/Downloads/Chint_Cat%C3%A1logo2021_APARAMENTA%20MODULAR%20-%20INT.%20DIFERENCIALES.pdf
- COELECTRIX. (2017). *COELECTRIX*. Obtenido de <https://coelectrix.com/blog/terminales-para-cables-electricos>
- Condumex. (2015). Manual técnico de instalaciones eléctricas en baja tensión. En Condumex, *Manual técnico de instalaciones eléctricas en baja tensión*. Obtenido de

- <https://www.uv.mx/personal/jdominguez/files/2012/10/Manual-de-Instalaciones-Elctricas-en-BT-2009.pdf>
- Cruceño. (2014). *MAESTRANZA_ALUMBRADO_PÚBLICO*. Obtenido de file:///C:/Users/PC/Downloads/MAESTRANZA_ALUMBRADO_P%C3%9ABLICO.pdf
- Cruz, J. (2011). Partes de una instalación eléctrica. En Cruz, *Partes de una instalación eléctrica*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/juanquispe/tema-3-partes-de-una-instalacion-electrica>
- EEBE CATALUNYA. (2018). *Laboratorios de Sistemas Eléctricos*. Obtenido de eebe: <https://eebe.upc.edu/es/la-escuela/espacios-y-equipamientos/laboratorios-docentes-1/electricidad>
- FARADAYOS. (2014). *FARADAYOS*. Obtenido de <https://www.faradayos.info/2014/01/tipos-tomacorrientes-nema-aplicacion.html>
- Fernández Barranco, F. (2023). Montaje de elementos y equipos de instalaciones eléctricas de baja tensión en edificios. En Fernández, *Montaje de elementos y equipos de instalaciones eléctricas de baja tensión en edificios*. Obtenido de <https://elibro.net/es/lc/espe/titulos/230310>
- Fernandez, H. (2015). Medidas eléctricas: EL OSCILOSCOPIO. En Fernandez, *Medidas eléctricas: EL OSCILOSCOPIO*. Obtenido de <http://dea.unsj.edu.ar/electrotecnia/U5.pdf>
- FIRMESA. (2009). *TABLEROS ELÉCTRICOS Y DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA*. Obtenido de <https://firmesa.com/wp-content/uploads/2015/03/TABLEROS-Y-REDES-ELECTRICAS.pdf>
- Gobierno de Canarias. (2015). Esquemas de Instalaciones Eléctricas. En Canarias, *Esquemas de Instalaciones Eléctricas*. Obtenido de <https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/mmormarf/files/2015/04/instalacion-electrica-vivienda-2.pdf>

- Harris, M. (2019). *Harris*. Obtenido de Altium: <https://resources.altium.com/es/p/kitting-out-electronics-lab-scratch>
- HUBELL. (2014). *Automatismos Industriales*. Madrid: Paraninfo. En J. C. Fernández. Obtenido de https://hubbellcdn.com/specsheet/WIRING_HBL2820_spec.pdf
- Muñoz, K. A. (2022). *DISEÑO DE LA RED ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA EN MEDIO Y BAJO VOLTAJE*. En A. &. 2022, *DISEÑO DE LA RED ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA EN MEDIO Y BAJO VOLTAJE*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22557/1/UPS%20-%20TTS796.pdf>
- NEC. (2023). *Instalaciones eléctricas*. Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/1.-NEC-SB-Instalaciones-Elctricas.pdf>
- Para Rayos. (2022). *¿Qué es una sobrecarga eléctrica y cómo evitarla?* Obtenido de Para Rayos: <https://www.para-rayos.com/sobrecarga-electrica/>
- Quintanar, B. (2021). *El interruptor diferencial y su curva de disparo*. En B. Quintanar, *El interruptor diferencial y su curva de disparo*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/qorben21/interruptores-diferenciales-y-sus-curvas>
- Ramirez, M. (2006). *Protección de sistemas eléctricos de potencia*. En M. Ramirez, *Protección de sistemas eléctricos de potencia*. Obtenido de https://www.ingenieros.es/files/proyectos/Proteccion_Sistemas_Electricos_Potencia.pdf
- Rodríguez, A. (2018). *Diseño, fabricación y validación de fuentes de alimentación*. En Rodríguez, *Diseño, fabricación y validación de fuentes de alimentación*. Obtenido de https://oa.upm.es/49659/1/TFG_ALBERTO_RODRIGUEZ_MOLINA.pdf
- Scotchlok. (2002). *Terminales y Conectores de Compresión*. Obtenido de <https://multimedia.3m.com/mws/media/1754400/scotchlok-serie-c-14-16.pdf>
- Seguridad 360. (2022). *La guía definitiva de herramientas de electrónica*. Obtenido de Seguridad 360: <https://revistaseguridad360.com/destacados/herramientas-electronica/>

SOURCETRONIC. (2019). *Tecnología de medición*. Obtenido de SOURCETRONIC:

<https://www.sourcetric.com/shop/es/multímetros/>

Tarazona., I. A. (2022). *Instalaciones Eléctricas Residenciales*. Obtenido de

<https://www.scribd.com/document/438920024/6-Empalmes-electricos-pdf>

TC COMPONENTES. (2021). *Regletas y bornes de conexión*. Obtenido de TC

COMPONENTES S.L.: <https://www.tc-componentes.es/product-detail/regletas-y-bornes-de-conexion/>

Torrente, P. (2022). *EMPALMES ELÉCTRICOS*. Obtenido de

<https://www.wurth.es/blog/empalmes-electricos/>

Torres, G. (2009). Conductores eléctricos y sus conexiones. En G. Torres, *Conductores eléctricos y sus conexiones*. Obtenido de

https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/edublog/ceojuanxxiii/wp-content/uploads/sites/621/2020/03/pcpi-inst_electri_bt_ud01.pdf

Vicente, J. (2013). Equipos generadores de señal. En Vicente, *Equipos generadores de señal*.

Obtenido de

https://www.ele.uva.es/~lourdes/docencia/Master_IE/2Equipos%20generadores%20de%20se%C3%B1al.pdf

VIESGO. (2018). NORMA TÉCNICA DE ACOMETIDAS ÁREAS Y ELEMENTOS DE REDES

DE DISTRIBUCIÓN ÁREA DE BAJA TENSIÓN. En VIESGO, *NORMA TÉCNICA DE*

ACOMETIDAS ÁREAS Y ELEMENTOS DE REDES DE DISTRIBUCIÓN ÁREA DE

BAJA TENSIÓN. Obtenido de [https://industria.gob.es/Calidad-](https://industria.gob.es/Calidad-Industrial/seguridadindustrial/instalacionesindustriales/baja-tension/Documents/tablas/viesgo/NT-AEDE.01_Ed_3_May_18.pdf)

[Industrial/seguridadindustrial/instalacionesindustriales/baja-](https://industria.gob.es/Calidad-Industrial/seguridadindustrial/instalacionesindustriales/baja-tension/Documents/tablas/viesgo/NT-AEDE.01_Ed_3_May_18.pdf)

[tension/Documents/tablas/viesgo/NT-AEDE.01_Ed_3_May_18.pdf](https://industria.gob.es/Calidad-Industrial/seguridadindustrial/instalacionesindustriales/baja-tension/Documents/tablas/viesgo/NT-AEDE.01_Ed_3_May_18.pdf)

Anexos