



**Instalación eléctrica y sistemas de protección en las mesas del laboratorio de electrónica digital de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE campus Belisario Quevedo**

León Cabrera, Juan Víctor; Panchi Herrera, Karol Stefania y Proaño Jácome, Jorge Enrique

Departamento de Eléctrica y Electrónica

Carrera de Tecnología Superior en Automatización e Instrumentación

Monografía, previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior en Automatización e Instrumentación

Ing. Chipugsi Calero, Freddy Julián

08 de febrero del 2022

Latacunga

## Reporte de verificación de contenidos

NOMBRE DEL CURSO

Revisión Tesis

NOMBRE DEL ALUMNO

JUAN VICTOR LEON CABRERA

NOMBRE DEL ARCHIVO

JUAN VICTOR LEON CABRERA - Documento sin título

SE HA CREADO EL INFORME


7 feb 2023

---

### Resumen

Fragmentos marcados	9	5 %
Fragmentos citados o entrecuillados	2	0,8 %
Coincidencias de la Web		
core.ac.uk	2	3 %
academia.edu	4	1 %
isp.global	3	0,7 %
untels.edu.pe	1	0,4 %
habitatyvivienda.gob.ec	1	0,3 %

---

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




Departamento de Eléctrica y Electrónica

Carrera de Tecnología Superior en Automatización e Instrumentación

### Certificación

Certifico que la monografía: "Instalación eléctrica y sistemas de protección en las mesas del laboratorio de electrónica digital de la Universidad de las fuerzas armadas ESPE Campus Belisario Quevedo" fue realizado por los señores **León Cabrera, Juan Víctor; Panchi Herrera, Karol Stefania y Proaño Jácome, Jorge Enrique**, el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE; además, fue revisado 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 lo sustente públicamente.

Latacunga, 03 de febrero de 2023



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



**Departamento de Eléctrica y Electrónica**

**Carrera de Tecnología Superior en Automatización e Instrumentación**

**Responsabilidad de Autoría**

Nosotros, **León Cabrera, Juan Víctor**, con cédula de ciudadanía N°1724936396, **Panchi Herrera, Karol Stefania**, con cédula de ciudadanía N° 1719554147 y **Proaño Jácome, Jorge Enrique**, con cédula de ciudadanía N°1756681951, declaramos que el contenido y criterios de la monografía: **"Instalación eléctrica y sistemas de protección en las mesas del laboratorio de electrónica digital de las Fuerzas Armadas ESPE Campus 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, 03 de febrero de 2023

**León Cabrera, Juan Víctor**

C.C.:1724936396

**Panchi Herrera, Karol Stefania**

C.C.:1719554147

**Proaño Jácome, Jorge Enrique**

C.C.: 1756681951



Departamento de Eléctrica y Electrónica

Carrera de Tecnología Superior en Automatización e Instrumentación

Autorización de Publicación

Nosotros, **León Cabrera, Juan Víctor**, con cédula de ciudadanía N°1724936396, **Panchi Herrera, Karol Stefania**, con cédula de ciudadanía N° 1719554147 y **Proaño Jácome, Jorge Enrique**, con cédula de ciudadanía N°1756681951, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: "Instalación Eléctrica y Sistemas de Protección en las mesas del laboratorio de electrónica digital de las Fuerzas Armadas ESPE Campus Belisario Quevedo" en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra autoría.

Latacunga, 03 de febrero de 2023

**León Cabrera, Juan Víctor**

C.C.:1724936396

**Panchi Herrera, Karol Stefania**

C.C.:1719554147

**Proaño Jácome, Jorge Enrique**

C.C.: 1756681951

## **Dedicatoria**

### **Estudiante Juan Víctor León Cabrera**

Le dedico este trabajo a mis padres, mi hermano, cuñada y sobrino, por el apoyo que me han brindado en todo el trayecto para poder lograr mis metas, por ser mi inspiración.

En especial a mis padres y a mi hermano que me han brindado el amor, el sacrificio de su trabajo, el apoyo incondicional y me han dado el ejemplo de que el sacrificio tiene sus frutos, con esfuerzo y perseverancia.

A Dios por la gracia de la sabiduría y el gozo de la salud para realizar el proyecto.

### **Estudiante Karol Stefania Panchi Herrera**

Primeramente, dedico este trabajo a Dios y a mis familiares. A Dios porque a pesar de todo a estado conmigo siempre en cada paso que eh dado durante esta trayectoria y en cada uno de mis anhelos, guiándome, cuidándome y regalándome de su sabiduría y fortaleza para continuar con mis proyectos.

A mis familiares quienes a lo largo de mi vida han estado presentes y velando por mi bienestar y educación, a las personas que en el transcurso me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito con su gran aportación a mi formación profesional y humanista.

A mis compañeros ya que sin el esfuerzo y el trabajo en equipo no lo hubiésemos logrado. A mis personas favoritas que son mi abuelita y mi novio ya que siempre han estado en todo momento apoyándome en lo bueno y malo, ayudándome en lo que más se podía, creyendo en mí y apoyándome cuando más los necesitaba.

### **Estudiante Jorge Enrique Proaño Jácome**

Este trabajo de titulación se lo dedico a mi madre por su apoyo y motivación diaria en el desarrollo de mis estudios y formación profesional, a mi padre por ser un pilar importante en mi

vida y guiarme por el camino del esfuerzo para cumplir cualquier objetivo que me proponga en la vida además de enseñarme que toda meta que me proponga en la vida traerá consigo muchos obstáculos que todos se deben superar con paciencia e inteligencia.

## **Agradecimiento**

### **Estudiante Juan Víctor León Cabrera**

A mis padres, a mi hermano que con sabiduría me han guiado por el camino adecuado para poder lograr mis metas y me han sabido encaminar de manera correcta para llegar a formarme principalmente como persona y como profesional, también a las personas cercanas que me han apoyado en todo momento y me han aconsejado.

A cada docente que he tenido el placer de conocer y me han brindado sus conocimientos para lograr ser un profesional de excelencia, que con respeto y paciencia me han instruido por el camino del conocimiento.

### **Estudiante Karol Stefania Panchi Herrera**

En primera instancia agradezco a Dios, por darme salud, sabiduría, fortaleza y por guiarme en todos aquellos momentos de dificultad, permitiéndome llegar a cumplir una de mis metas propuestas en mi formación como profesional.

Agradezco también a mis familiares como son mis tíos que siempre estuvieron pendiente lo que me sucedía, de cómo me encontraba y siempre me brindaron su apoyo, dándome aliento para continuar con el proceso.

A mi madre por su comprensión, apoyo y por acompañarme en todos los momentos de sacrificio durante la etapa que se ha culminado, por sus palabras de aliento y por estar conmigo pese a cada adversidad e inconveniente.

A mis compañeros de tesis que con su ayuda y colaboración se ha logrado realizar y culminar un logro más.



Agradecida también con mi docente colaborador por apoyarnos, darnos aliento y aportar con su conocimiento para culminar con el proyecto de tesis y aportar con el desarrollo como persona y en lo profesional.

### **Estudiante Jorge Enrique Proaño Jácome**

Primeramente doy gracias a Dios por permitirme estudiar en esta universidad, gracias a mi universidad por brindarme todo el conocimiento para mi vida laboral además de muchas enseñanzas valiosas de respeto, gracias a mis padres por el apoyo continuo en mis estudios motivándome cada día para seguir en esta travesía, agradezco al mi tutor por la paciencia en el desarrollo de esta monografía además de brindar nuevos conocimientos y finalmente agradezco a mi novia por estar conmigo ayudándome en el desarrollo de este trabajo de titulación como su motivación para continuar con mis estudios profesionales.

**ÍNDICE DE CONTENIDOS**

<b>Carátula.....</b>	<b>1</b>
<b>Reporte de verificación de contenidos.....</b>	<b>2</b>
<b>Certificación.....</b>	<b>3</b>
<b>Responsabilidad de autoría.....</b>	<b>4</b>
<b>Autorización de publicación.....</b>	<b>5</b>
<b>Dedicatoria .....</b>	<b>6</b>
<b>Agradecimiento.....</b>	<b>8</b>
<b>Índice de contenidos .....</b>	<b>10</b>
<b>Índice de figuras .....</b>	<b>14</b>
<b>Índice de tablas .....</b>	<b>16</b>
<b>Resumen.....</b>	<b>17</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>18</b>
<b>Capítulo I: Introducción.....</b>	<b>19</b>
<b>Antecedentes .....</b>	<b>19</b>
<b>Planteamiento del problema .....</b>	<b>20</b>
<b>Justificación.....</b>	<b>21</b>
<b>Objetivos .....</b>	<b>21</b>
<b><i>Objetivo general .....</i></b>	<b><i>21</i></b>
<b><i>Objetivos específicos.....</i></b>	<b><i>21</i></b>
<b>Alcance.....</b>	<b>22</b>

Capítulo II: Marco teórico .....	23
<b>Instalaciones eléctricas</b> .....	23
<i>Objetivo de una instalación eléctrica</i> .....	24
<i>Elementos de una instalación eléctrica</i> .....	25
Acometida .....	25
Equipo de medición .....	26
Interruptores.....	27
Interruptor magnetotérmico .....	27
Interruptor diferencial.....	31
Interruptor general .....	32
Tablero general .....	33
Salidas para alumbrado y contactos .....	34
Plantas de emergencia .....	35
Tierra o neutro en una instalación eléctrica.....	37
<i>Normativa para instalaciones eléctricas</i> .....	38
<i>Mantenimiento de las instalaciones eléctricas</i> .....	39
<i>Tipos de mantenimiento de una instalación eléctrica</i> .....	40
Preventivo .....	40
Correctivo.....	40
Predictivo .....	40
<b>Instalaciones eléctricas en mesas para laboratorios</b> .....	43
<i>Definición de laboratorio</i> .....	43
<i>Sistema eléctrico de fuerza en mesas de laboratorios</i> .....	43
<i>Conductores eléctricos en mesas para laboratorios</i> .....	44
<i>Estructura de las mesas del laboratorio para instalaciones eléctricas</i> .....	44

<i>Normativa de seguridad para instalaciones eléctricas en laboratorios .....</i>	<b>46</b>
<i>Normativa Europea para iluminación de laboratorios EN-12464-1:2021 .....</i>	<b>46</b>
<b>Sistemas de protección eléctrica.....</b>	<b>47</b>
<i>Definición.....</i>	<b>47</b>
<i>Tipos de protección .....</i>	<b>48</b>
Fusible .....	<b>48</b>
Tipo 1 .....	<b>49</b>
Tipo 2 .....	<b>49</b>
Tipo 3 .....	<b>50</b>
<i>Características.....</i>	<b>51</b>
<i>Objetivos de los sistemas de protección .....</i>	<b>52</b>
<i>Sistemas de protección en mesas de laboratorios.....</i>	<b>53</b>
<b>Capítulo III: Desarrollo del tema.....</b>	<b>54</b>
<b>Levantamiento de información sobre los equipos del laboratorio de electrónica digital .....</b>	<b>54</b>
<i>Cálculo de la demanda máxima.....</i>	<b>55</b>
<i>Dimensionamiento de protecciones eléctricas para las mesas de trabajo .....</i>	<b>57</b>
<i>Dimensionamiento del conductor eléctrico.....</i>	<b>58</b>
<i>Cálculo de la corriente del cortocircuito para los interruptores termomagnéticos.....</i>	<b>60</b>
<b>Descripción de equipos a instalar por cada mesa de trabajo.....</b>	<b>62</b>
<i>Instalación de los sistemas de protección para las mesas de trabajo de laboratorio de electrónica digital.....</i>	<b>64</b>
<i>Instalación de los enchufes.....</i>	<b>64</b>
<i>Instalación de los breakers en las mesas de trabajo.....</i>	<b>65</b>

<i>Instalación de los tomacorrientes</i> .....	69
<i>Instalación de luces piloto</i> .....	70
Diseño de las mesas de trabajo del laboratorio de Electrónica Digital en el software SOLIDWORKS .....	72
Cálculo de iluminación artificial y natural en el laboratorio de electrónica digital .....	75
<i>Cálculo de la luz diurna de laboratorio de electrónica digital con cielo cubierto</i> ....	77
<i>Cálculo de la luz diurna de laboratorio de electrónica digital con cielo medio</i> .....	78
<i>Cálculo de la luz diurna de laboratorio de electrónica digital con cielo despejado</i>	79
<i>Cálculo de iluminación artificial sin entrada de luz natural</i> .....	80
Planos Eléctricos .....	81
<i>Plano unifilar de la instalación eléctrica del laboratorio de electrónica digital</i> .....	81
<i>Plano de iluminación</i> .....	84
<i>Plano de conexión de tomacorrientes</i> .....	85
Capítulo IV: Conclusiones y Recomendaciones.....	86
Conclusiones .....	86
Recomendaciones .....	89
Bibliografía .....	91
Anexos.....	97

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Sistema eléctrico típico</i> .....	23
<b>Figura 2</b> <i>Necesidades para ejecutar una Instalación Eléctrica</i> .....	24
<b>Figura 3</b> <i>Acometida eléctrica</i> .....	26
<b>Figura 4</b> <i>Medidor eléctrico</i> .....	27
<b>Figura 5</b> <i>Interruptor magnetotérmico</i> .....	28
<b>Figura 6</b> <i>Curva de disparo de un interruptor magnetotérmico</i> .....	29
<b>Figura 7</b> <i>Curvas características de disparo de un interruptor magnetotérmico</i> .....	30
<b>Figura 8</b> <i>Interruptor diferencial</i> .....	32
<b>Figura 9</b> <i>Interruptor General Automático</i> .....	33
<b>Figura 10</b> <i>Tablero general de distribución</i> .....	34
<b>Figura 11</b> <i>Conexión de contactos y luminaria</i> .....	35
<b>Figura 12</b> <i>Planta de emergencia</i> .....	36
<b>Figura 13</b> <i>Instalación de tierra física</i> .....	37
<b>Figura 14</b> <i>Estados operativos de una Instalación Eléctrica</i> .....	40
<b>Figura 15</b> <i>Beneficios del mantenimiento en una Instalación Eléctrica</i> .....	41
<b>Figura 16</b> <i>Plan de Mantenimiento</i> .....	42
<b>Figura 17</b> <i>Estructura de una mesa de trabajo para Electrónica</i> .....	45
<b>Figura 18</b> <i>Fusible de tipo doméstico</i> .....	48
<b>Figura 19</b> <i>Dispositivo de protección contra sobretensiones de CA tipo 1 SPD</i> .....	49
<b>Figura 20</b> <i>Dispositivo de protección contra sobretensiones AC Tipo 2 SPD</i> .....	50
<b>Figura 21</b> <i>Dispositivo de protección contra sobretensiones AC Tipo 3 SPD</i> .....	50
<b>Figura 22</b> <i>Características de los sistemas de protección eléctrica</i> .....	51
<b>Figura 23</b> <i>Demanda Máxima Diversificada DMD</i> .....	57
<b>Figura 24</b> <i>Instalación de enchufes</i> .....	65
<b>Figura 25</b> <i>Instalación de los breakers</i> .....	66

<b>Figura 26</b> <i>Instalación de tomacorrientes en las mesas de trabajo</i> .....	70
<b>Figura 27</b> <i>Instalación de las luces piloto en cada una de las mesas de trabajo</i> .....	71
<b>Figura 28</b> <i>Desarrollo de la estructura de la mesa de trabajo del laboratorio de Electrónica Digital</i> .....	72
<b>Figura 29</b> <i>Desarrollo de la estructura del tablero de la mesa de trabajo</i> .....	73
<b>Figura 30</b> <i>Diseño del interruptor termomagnético de 2 polos de 10 A</i> .....	74
<b>Figura 31</b> <i>Diseño de tomacorriente doble</i> .....	74
<b>Figura 32</b> <i>Diseño de la luz piloto color verde</i> .....	75
<b>Figura 33</b> <i>Sumario de resultados del Laboratorio de Electrónica Digital</i> .....	76
<b>Figura 34</b> <i>Valor máximo de luxes para el laboratorio de Electrónica Digital</i> .....	77
<b>Figura 35</b> <i>Cálculo de luz diurna con el cielo cubierto</i> .....	78
<b>Figura 36</b> <i>Cálculo de luz diurna con el cielo medio</i> .....	79
<b>Figura 37</b> <i>Cálculo de luz diurna con el cielo despejado</i> .....	80
<b>Figura 38</b> <i>Cálculo de iluminación artificial sin entrada de luz natural</i> .....	81

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1</b> <i>Partes de una planta de emergencia</i> .....	36
<b>Tabla 2</b> <i>Código de colores para instalaciones eléctricas y electrónicas</i> .....	39
<b>Tabla 3</b> <i>Datos de la carga de cada equipo</i> .....	54
<b>Tabla 4</b> <i>Cálculo de la demanda máxima</i> .....	56
<b>Tabla 5</b> <i>Resistencia del conductor según el material</i> .....	59
<b>Tabla 6</b> <i>Cantidad de equipos por mesa de trabajo</i> .....	63
<b>Tabla 7</b> <i>Características del enchufe de 3 patas</i> .....	64
<b>Tabla 8</b> <i>Características del enchufe de 3 patas</i> .....	66
<b>Tabla 9</b> <i>Descripción del tomacorriente Vetto</i> .....	69
<b>Tabla 10</b> <i>Características de las luces piloto</i> .....	71
<b>Tabla 11</b> <i>Distribución de circuitos del sub tablero de distribución STB-01</i> .....	82
<b>Tabla 12</b> <i>Distribución de circuitos para la instalación eléctrica en cada mesa de trabajo</i> .....	83
<b>Tabla 13</b> <i>Número de salidas de tomacorrientes por circuito</i> .....	85



## Resumen

En el presente proyecto se describe la instalación eléctrica y sistemas de protección en las mesas de trabajo del Laboratorio de Electrónica Digital en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Para lo cual se tomó en cuenta los riesgos que enfrentan los estudiantes y dispositivos eléctricos al momento de realizar una mala conexión durante las prácticas realizadas dentro de la misma. Se decidió implementar seguridad en cada una de las mesas de trabajo del laboratorio de Electrónica Digital. La implementación consta de 20 breakers Siemens de 2 polos de 20 A (Amperios), nos servirán para que cada que alguna persona realice algún cortocircuito o a la vez instale más de las cargas que se admiten y se evite algún daño a la persona o a los aparatos, para ello este dispositivo brincaré cortando el paso de corriente. También se colocó luces piloto de manera que nos sirva para dar aviso que la mesa se encuentre trabajando (enciende luz verde) o se encuentre apagada, también nos dará aviso cuando algo ocurra como puede ser alguna sobrecarga o algún cortocircuito, se implementó también tomacorrientes los cuales darán energía para el funcionamiento de los dispositivos eléctricos que se encuentran en cada una de las mesas para su práctica.

*Palabras clave:* Demanda máxima, carga instalada, protección eléctrica, instalación eléctrica.

### **Abstract**

This project describes the electrical installation and protection systems in the work tables of the Digital Electronics Laboratory at the University of the Armed Forces ESPE. For which the risks faced by students and electrical devices were taken into account when making a bad connection during the practices carried out within it. It was decided to implement security in each of the work tables of the Digital Electronics laboratory. The implementation consists of 20 Siemens breakers of 2 poles of 20 A (Amps), they will serve us so that each time someone makes a short circuit or at the same time installs more than the loads that are admitted and avoids any damage to the person or to the devices, for this this device will jump cutting the flow of current. Pilot lights were also placed in such a way that it serves to notify us that the table is working (it turns on the green light) or is turned off, it will also notify us when something happens such as an overload or a short circuit, electrical outlets were also implemented which will give energy for the operation of the electrical devices that are in each of the tables for your practice.

*Keywords:* Peak demand, installed load, electrical protection, electrical installation.

## Capítulo I

### Introducción

#### Antecedentes

(Castaño, 2003) publicó un libro titulado “Protección de Sistemas Eléctricos” , menciona que el suministro y transporte de energía debe cumplir con varios requisitos indispensables para brindar calidad y seguridad, para consumir con lo mencionado se debe partir de la aplicación de normas y procedimientos muy precisos durante las etapas de planeamiento; ya sea, diseño, construcción y operación de los sistemas de potencia, estos sistemas quedaran expuestos a fallas por lo que es necesario utilizar esquemas de protección debidamente calibrados para minimizar en gran medida estas fallas y mejorar el servicio a los consumidores.

Los señores (Correa & Mantilla, 1986) publicaron el artículo llamado “Equipos de Protección Eléctrica y Extinción de Incendios”, el cual hace énfasis a la importancia y las características de las protecciones contra sobrecargas de circuitos, líneas a tierra y pararrayos, así como su funcionamiento para la prevención de incendios, además, también mencionan sobre el dimensionamiento adecuado para estos equipos, para poder brindar una mejor seguridad a los mismos y aumentar la vida útil de los elementos eléctricos.

De igual manera (Enríquez, 2005) a través de su libro titulado “El ABC de las instalaciones eléctricas residenciales”, publicado por el Instituto Politécnico Nacional, en el cual establece que para el cálculo de instalaciones eléctricas ya sea residencial, industrial o comercial se requiere el conocimiento básico de ciertos conceptos de electricidad los cuales permitirán entender de mejor manera los problemas que presentan algunas instalaciones eléctricas.

Además (Flower, 2012), publicó un artículo llamado “Instalaciones eléctricas residenciales”, en el que menciona que para obtener una instalación eléctrica adecuada se

debe guiarse de un código eléctrico el cual norme los elementos que se deben utilizar, de igual manera el técnico debe conocer las magnitudes eléctricas, leyes fundamentales, mediciones eléctricas, circuitos básicos resistivos y no resistivos, potencia y energía eléctrica, de esta forma realizar una adecuada acometida, distribución de cargas e instalación de elementos.

Para que el laboratorio cuente con una buena adecuación eléctrica, el señor (Silva, 2017) publicó un trabajo investigativo titulado “Adecuación del Laboratorio de Autotrónica del Taller de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte”, donde se alude que es posible aportar a través del diseño y elaboración de proyectos que desde la investigación experimental contribuya a mejorar su presentación y cumplan con las especificaciones técnicas de un laboratorio pedagógico el cual cumpla con instalaciones eléctricas de calidad, ergonomía y seguridad para el funcionamiento óptimo de los equipos especiales que forman parte del taller.

### **Planteamiento del problema**

En la actualidad la Educación Superior del Ecuador se encuentra realizando implementaciones tecnológicas, aportando así con cada Institución Educativa. La Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE” se encuentra en la necesidad de dotación permanente de material en los laboratorios para brindar una experiencia complementaria a los estudiantes, mismos que deben enfrentarse al sector laboral. La aportación que la comunidad Universitaria ha ideado ocasionalmente ha dejado inconclusos procesos técnicos de vital importancia para el equipamiento de algunas instalaciones, como es el caso del laboratorio de Electrónica Digital en el campus Belisario Quevedo en la ciudad de Latacunga.

Mencionado centro de experiencias no consta con una instalación eléctrica para las mesas de trabajo y carece de sistemas de protección para los equipos e instrumentos que se utilizan en el mismo, quedando expuestos a sobrecargas o cortos circuitos y atentando a la seguridad física e integral de los usuarios.

Al no poseer una instalación eléctrica apropiada en las estaciones de trabajo se limita de forma significativa el uso de los equipos al mismo tiempo, quedando a merced de prácticas inconclusas que afectan el desarrollo de habilidades técnicas en los estudiantes.

### **Justificación**

La propuesta busca solventar la necesidad de una instalación eléctrica adecuada para las mesas del laboratorio de electrónica digital con sistemas de protección dimensionados técnicamente, garantizando un óptimo funcionamiento de los aparatos eléctricos con los que se cuenta.

Para procurar la seguridad en el personal que utiliza la instalación se propone independizar eléctricamente los tableros y dividirlos para dos estaciones de trabajo, en la que cada una cuenta con energización, protecciones térmicas, señalización y luces piloto para encendido basado en las normativas vigentes.

Al alimentar los equipos de forma simultánea se puede aprovechar en gran escala de la valorada dotación con la que cuenta el laboratorio, desencadenándose en un mejor aprendizaje de los estudiantes y permitiéndoles vivir una experiencia más real a la parte laboral.

### **Objetivos**

#### ***Objetivo general***

Implementar la instalación eléctrica y sistemas de protección en las mesas del laboratorio de Electrónica Digital de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

#### ***Objetivos específicos***

- Describir acerca de las instalaciones eléctricas, sus normativas y sobre los sistemas de protección de un laboratorio educativo.

- Inspeccionar el área de trabajo para determinar la correcta ubicación de los equipos en las mesas del laboratorio de Electrónica Digital.
- Determinar los dispositivos de protección adecuados a ser instalados en las mesas de trabajo.
- Instalar los sistemas de protección y realizar la instalación eléctrica en cada mesa del laboratorio.

### **Alcance**

Este proyecto tiene como finalidad realizar la instalación eléctrica con sus debidos sistemas de protección, para las mesas del laboratorio de Electrónica Digital, con el objetivo que puedan hacer un uso seguro de cada estación de trabajo, para que el desarrollo de sus habilidades técnicas no se vea perjudicado por algún riesgo hacia los equipos y usuarios, fortaleciendo así el aprendizaje al momento de manipular los dispositivos, impulsando conocimiento sobre la instalación y los equipos para quienes hagan del laboratorio y de sus estaciones de trabajo.

El tema de protecciones eléctricas en las mesas de trabajo es tomado en consideración en varias funciones y aspectos de la vida cotidiana como en este caso en el uso de materiales eléctricos en el Laboratorio de la Universidad, detectando así sobre intensidades, sobrecargas o cortocircuitos.

Posteriormente consiguiendo mayor seguridad para los estudiantes y aparatos eléctricos evitando varios riesgos al momento de utilizar cada una de las mesas de trabajo.

## Capítulo II

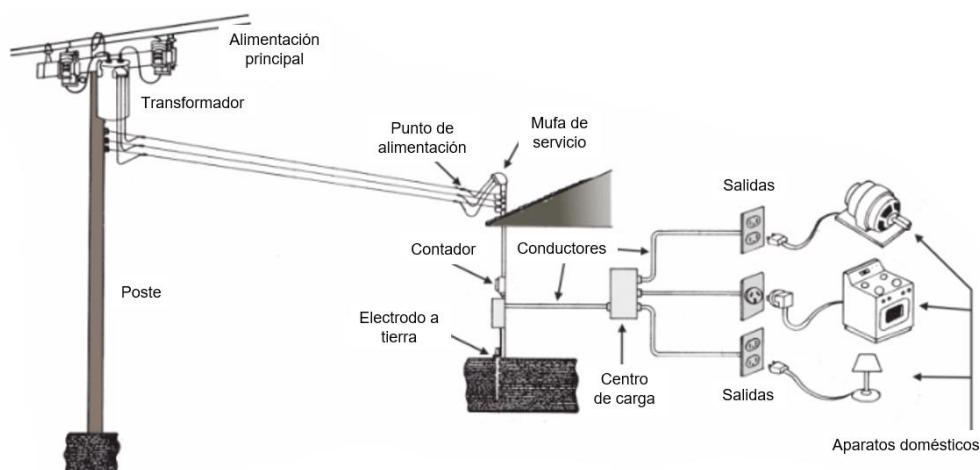
### Marco teórico

#### Instalaciones eléctricas

(Guerrero, 2017) menciona que las instalaciones eléctricas son el conjunto de circuitos energéticos que tienen el propósito de conducir y distribuir la corriente desde su punto de origen hasta la última salida eléctrica que se conoce como carga, estas se pueden clasificar según la tensión y el uso, a su vez (Hernández, 2019) aporta con que una instalación eléctrica incluye: tableros, interruptores, transformadores, equipos de detección, etc., los cuales son de suma importancia para realizar una adecuada red eléctrica y segura para los usuarios, un ejemplo de un sistemas eléctrico típico se puede observar en la Figura 1.

#### Figura 1

##### *Sistema eléctrico típico*



*Nota.* En la imagen, se muestra un ejemplo de un sistema eléctrico típico las necesidades para ejecutar una instalación eléctrica. Tomado de (Escobar, 2023).

(Godoy, 2018) insinúa que las instalaciones eléctricas son la agrupación de dispositivos que sirven para proveer una adecuación en el sistema para posteriormente realizar la distribución de energía en edificios tanto en medianas como en bajas tensiones. Por su parte

(Sánchez, 2017) añade que una instalación eléctrica consta de la acometida que es el punto en el que se conecta al sistema de distribución pública con el inmueble y está aislada por la caja general de protección, la línea de alimentación es la que interconecta al domicilio y recorre por los contadores que cuantifican el consumo energético para que finalmente llegue gracias al cable de derivación individual para su posterior utilización.

### ***Objetivo de una instalación eléctrica***

(Onesimo, 2017) da a conocer que el objetivo de una instalación eléctrica es equipar de electricidad a varias edificaciones ya sean residencias, edificios, industrias, lugares públicos; además, brindar toda la seguridad necesaria para que cualquier usuario no sufra de un accidente eléctrico el cual podría llegar a ser hasta mortal.

### **Figura 2**

#### *Necesidades para ejecutar una Instalación Eléctrica*



*Nota.* En la Figura 2, se muestra las necesidades para ejecutar una instalación eléctrica.

Tomado de (Onesimo, 2017).



### ***Elementos de una instalación eléctrica***

(Camarena, 2018) plantea que un circuito eléctrico tiene varios elementos interconectados mediante materiales conductores que permiten el paso de la corriente, por lo cual un circuito debe tener una fuerza proporcionada ya sea por un generador o alguna fuente que impulse el paso de corriente, para realizar las instalaciones eléctricas se encontrarán diferentes componentes y dispositivos como: cables, regletas de bornes, cajas y los receptores que serán los instrumentos a utilizar.

Por otro lado (García, 2019) describe los componentes básicos de una instalación eléctrica como el cableado, se encarga de interconexión todos los instrumentos de una instalación, los cables se clasifican por color y tamaño basado en una norma, de esta manera se puede determinar el tipo de cable que se debe utilizar para cada valor de corriente, de igual forma cuentan con la protección contra cortocircuitos que es la sobreintensidad generada por un fallo entre dos conductores activos, también contra una sobrecarga que es la sobreintensidad que se produce en un circuito, en ausencia de un fallo eléctrico.

(Hernández, 2019) detalla que otros elementos que se utilizan en las instalaciones eléctricas, son los equipos de medición los cuales son dispositivos que tienen la finalidad de cuantificar el consumo eléctrico.

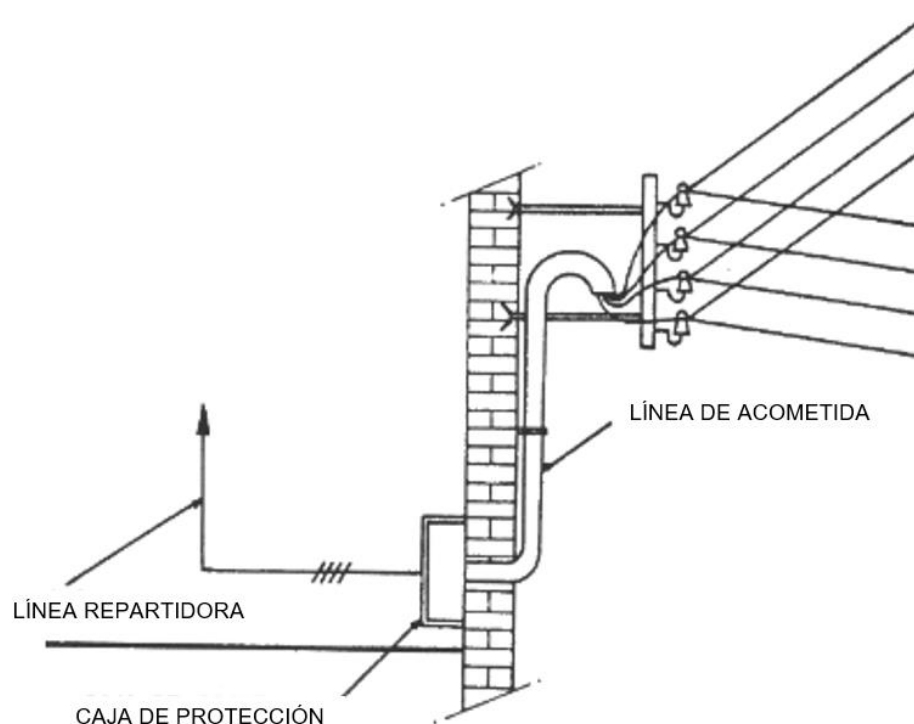
A continuación, se describe las funciones y características más relevantes de los elementos que componen una instalación eléctrica los cuales son:

**Acometida.** Se lo puede entender como acometida (Figura 3) a la línea que permite el enlace con la red eléctrica, la cual se conecta al sistema de medición. Los pararrayos se colocan normalmente en los bornes de entrada de la línea de alimentación para proteger la instalación y los equipos contra las ondas de alta tensión, que pueden ser de origen

atmosférico o también las cuales pueden darse por maniobras de conexión o desconexión en la red de alimentación (Bratu & Campero, 2006).

### Figura 3

#### *Acometida eléctrica*



*Nota.* La Figura 3 muestra un ejemplo de una acometida eléctrica. Tomado de (Acometidas Eléctricas Interna, 2014).

**Equipo de medición.** El equipo de medición (Figura 4), es el medidor administrado por la compañía suministradora. Este dispositivo debe estar protegido contra agentes externos, su ubicación debe ser en una posición accesible para su lectura y revisión, también se puede conectar a través de un conjunto de cuchillas que permiten a la empresa verificar su funcionamiento (Bratu & Campero, 2006).

## Figura 4

### Medidor eléctrico



*Nota.* La figura muestra un medidor de energía eléctrica de la empresa Easymetering. Tomado de (Forbes, 2021).

**Interruptores:** Este dispositivo está diseñado para abrir o cerrar un circuito eléctrico. Se puede usar como medio de desconexión o conexión y, si está provisto de los dispositivos necesarios, también puede cubrir la función de protección contra sobrecargas y/o cortocircuitos (Bratu & Campero, 2006).

Al hablar de interruptores se puede determinar una variedad de estos, como lo son los siguientes:

**Interruptor magnetotérmico.** También llamado breaker, es un dispositivo que puede impedir el paso de corriente en un circuito eléctrico. El funcionamiento de este se da por dos efectos que se producen al pasar la corriente eléctrica: el magnético y el térmico (Viteri, López, & Gallo, 2011), en la Figura 5 se puede observar un ejemplo de un interruptor magnetotérmico.

## Figura 5

### *Interruptor magnetotérmico*



*Nota.* La imagen muestra un Interruptor magnetotérmico 2P 20A C 6kA 400V marca Siemens. Tomado de (División Led, 2021).

La correcta elección de un termomagnético para la protección de una instalación eléctrica es uno de los puntos más importantes, teniendo en cuenta que estos dispositivos principalmente se caracterizan por la curva de actuación, la respuesta de trabajo de estos equipos se divide en dos, por disparo térmico que esta es para la protección frente a sobrecargas y por disparo magnético que es para la protección contra cortocircuitos. La curva de estos dispositivos no es completamente definida, debido al tiempo en que tarda en accionar un interruptor termomagnético, dependiendo de la temperatura ambiente, el grado de la carga antes de la sobrecarga, entre otros. Por esta razón se da una zona de tolerancia (Burgos, 2018).

De acuerdo con (Hernández, 2021), para realizar una correcta elección de un interruptor magnetotérmico se debe tener en cuenta la curva característica que tienen estos dispositivos para su accionamiento ante una corriente de falla e incluso se debe considerar el tiempo en que se demora para despejar esta corriente, tomando en cuenta que esta curva tiene 3 zonas para su actuación, las cuales son:

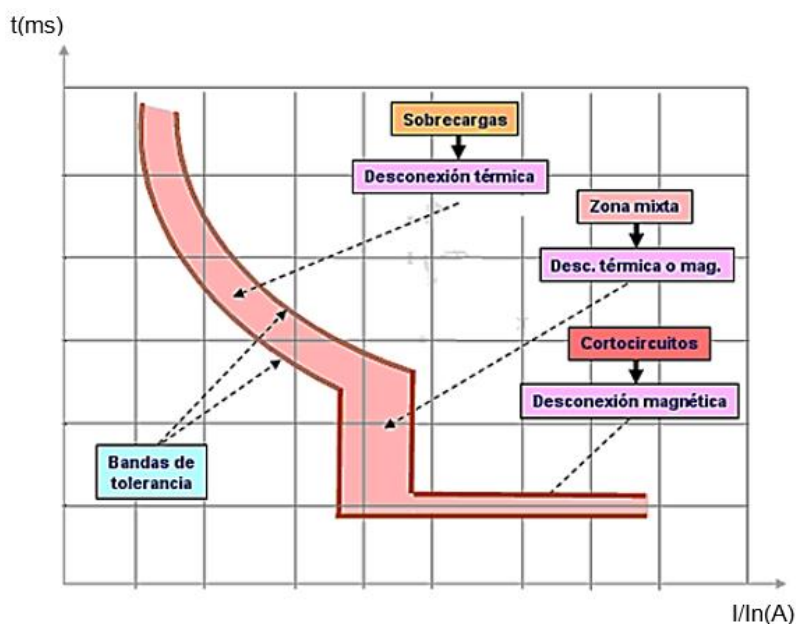
- Zona de sobrecargas: Esta zona pertenece a la desconexión térmica.
- Zona mixta: Correspondiente a la desconexión térmica o magnética.
- Zona de cortocircuitos: Esta corresponde a la desconexión magnética.

A demás de que esta curva de disparo tiene las zonas para su accionamiento, también cuenta con sus bandas de tolerancia, esta zona es la considerada para que el interruptor se abra.

En esta curva de disparo, comúnmente se determina al eje Y, es decir el eje vertical para el tiempo de disparo, y el eje X, es decir el eje horizontal se lo determina para la corriente que lo atravesará, en la Figura 6 se muestra la curva de disparo con las especificaciones mencionadas.

### Figura 6

*Curva de disparo de un interruptor magnetotérmico*

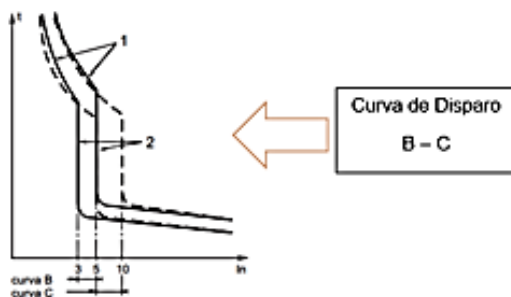
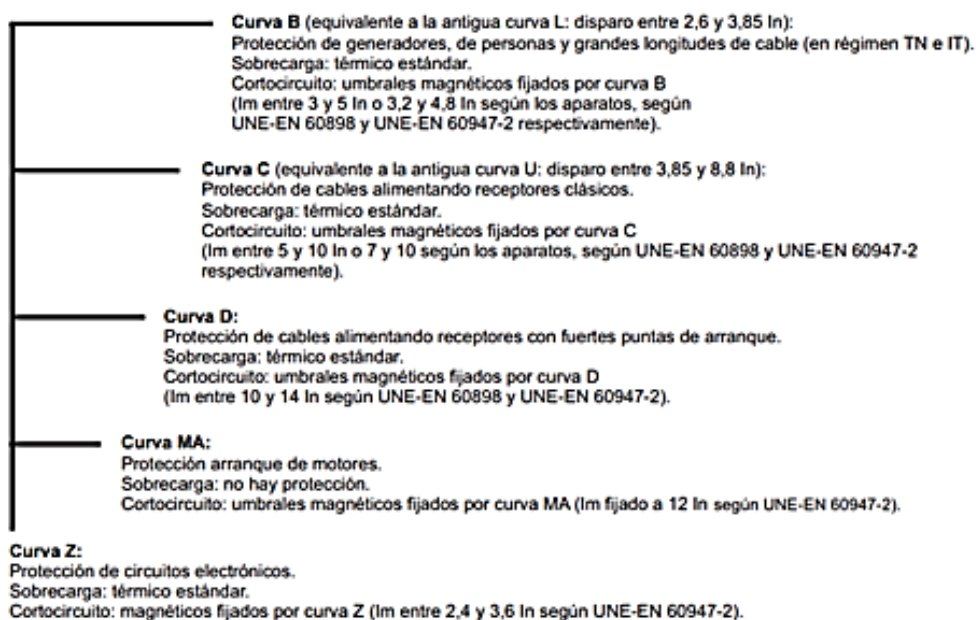


*Nota.* En la imagen se muestra la curva de disparo de un interruptor magnetotérmico. Tomado de (Urraco, 2020).

En la Figura7 se muestra la clasificación de las curvas características de desconexión, para el correcto entendimiento se debe tomar en consideración que, 1 se refiere a los límites de disparo en frío, dos polos cargados; 2 se refiere a los límites de disparo electromagnético, dos polos cargados, también se debe tomar en cuenta que  $I_r$  es la intensidad de regulación de disparo térmico, mientras que  $I_m$  es la intensidad de regulación del disparo magnético, en la imagen también se muestra las curvas en base a la curva B, C, D MA, Z (Schneider, 2022).

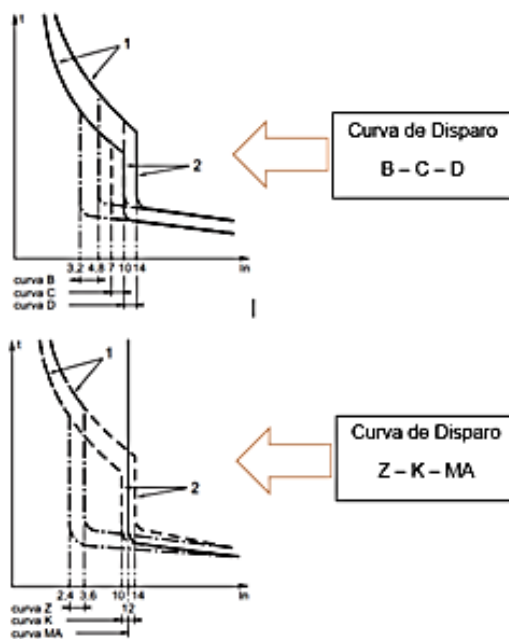
## Figura 7

### Curvas características de disparo de un interruptor magnetotérmico



## Figura 7

Curvas características de disparo de un interruptor magnetotérmico



*Nota.* En la imagen se muestra la clasificación de las curvas de disparo para la desconexión de un interruptor magnetotérmico. Tomado de (Schneider, 2022).

**Interruptor diferencial.** El disyuntor diferencial (Figura 8), tiene como función impedir el contacto indirecto y evitar que exista un riesgo de incendio producido por una fuga. En el momento en que el dispositivo divisa una corriente que sobrepasa el valor asignado, el diferencial desconecta el circuito, resguardando que no se den perjuicios (como puede ser que una persona se electrocute) (Saucedo, 2013).

**Figura 8***Interruptor diferencial*

*Nota.* En la Figura 6 se observa un disyuntor diferencial de la marca Siemens. Tomado de (LIESA, 2017).

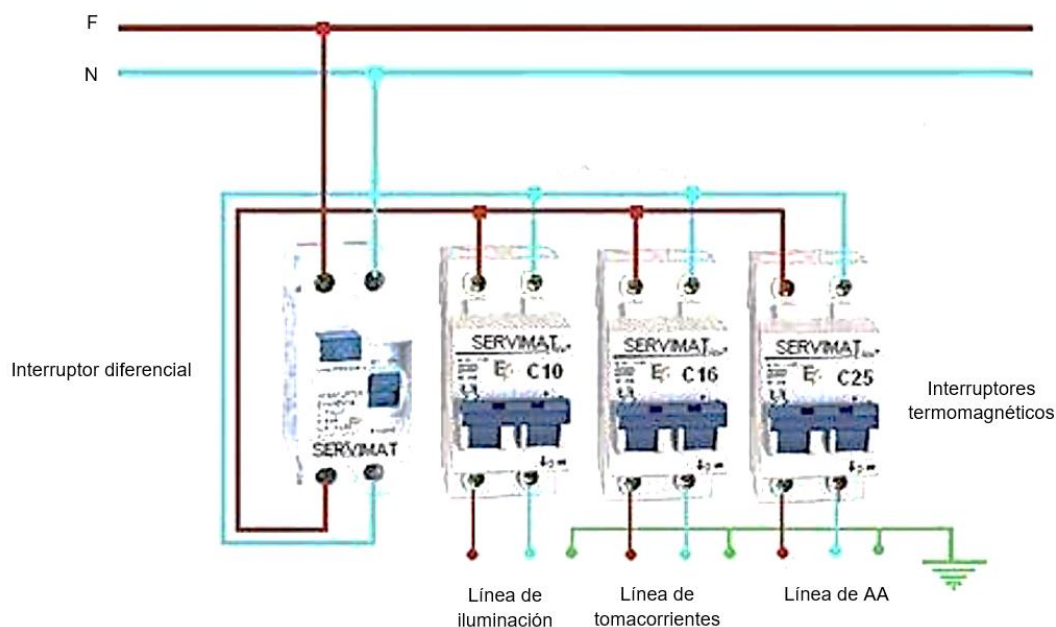
**Interruptor general.** Denominado también interruptor principal (Figura 9), este se coloca entre la acometida y la instalación, se usa como medio de desconexión y protección de la red suministradora de energía. Debe ser de fácil acceso para su operación, este dispositivo debe proteger toda la instalación y los bienes o equipos. Dependiendo del tipo de instalación el interruptor puede ser de caja con cuchillas y fusibles, interruptor termomagnético, cortacircuitos o interruptor de potencia. También se acostumbra llamarles interruptores generales a los que controlan la alimentación de un tablero, de un centro de control de motores, o de una zona de una instalación (Bratu & Campero, 2006).



**Figura 9***Interruptor General Automático*

*Nota.* En la Figura 6 se observa un interruptor general automático Hager MZ225V + limitador sobretensiones permanente 2P 25A. Tomado de (RP , 2023).

**Tablero general.** El tablero general (Figura 10) se ubica después del transformador, este contiene un interruptor general. El transformador se conecta a la entrada del interruptor y a la salida de este se conectan barras que distribuyen la energía eléctrica a diferentes circuitos a través de interruptores derivados (Bratu & Campero, 2006).

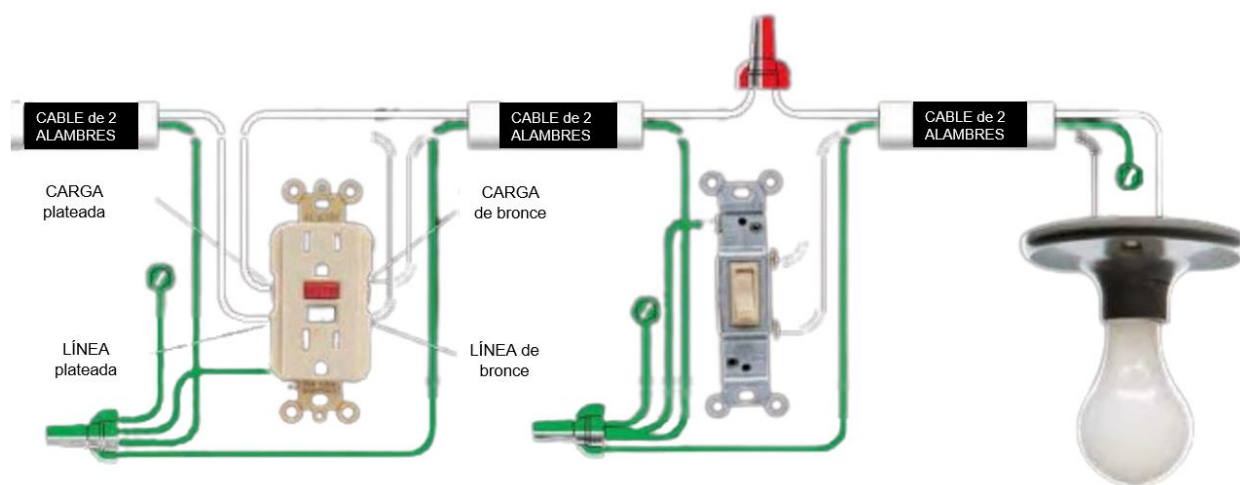
**Figura 10***Tablero general de distribución*

*Nota.* En la Figura 9 se puede observar un ejemplo de un tablero de distribución general con las partes y dispositivos que lo componen. Tomado de (UNLP, 2022).

**Salidas para alumbrado y contactos.** Las unidades de alumbrado son consumidores que transforman la energía eléctrica en energía luminosa. Los contactos sirven para alimentar diferentes equipos los cuales van alojados en una caja donde termina la instalación fija. En ambos casos se debe asegurar que la instalación eléctrica tenga la especificación necesaria para que la caída de voltaje esté por abajo de la permitida, también para que el alimentador quede protegido contra fallas y sobrecargas, además de la protección al usuario contra un riesgo eléctrico, en la Figura 11 se observa un ejemplo de conexión de contactos y luminarias (Bratu & Campero, 2006).

**Figura 11**

*Conexión de contactos y luminaria*

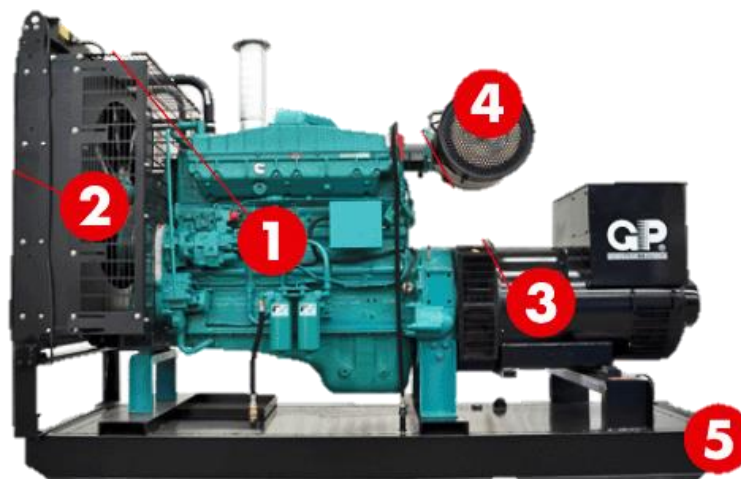


*Nota.* En la imagen se observa el ejemplo de una conexión entre contactos para alimentación de equipos y luminarias. Tomado de (Zuñiga, Instalaciones Eléctricas Residenciales, 2010).

**Plantas de emergencia.** La planta de emergencia, sirve como fuente de energía en el caso de posibles fallas en el suministro de energía eléctrica. Normalmente en lugares de uso público (especialmente en hospitales), se requiere de una fuente de energía eléctrica que funcione mientras la red suministradora tenga caídas de voltaje importantes, fallas en alguna fase o interrupciones del servicio. Las plantas de emergencia constan de un motor de combustión interna acoplado a un generador de corriente alterna. La conexión y desconexión del sistema de emergencia se hace por medio de interruptores manuales o automáticos que transfieren la carga del suministro normal a la planta de emergencia. Las plantas automáticas tienen sensores de voltaje que detectan caídas de voltaje y envían una señal para que arranque el motor de combustión interna, cuyo sistema de enfriamiento tiene intercalada una resistencia eléctrica que lo mantiene caliente mientras no está funcionando, (Bratu & Campero, 2006), en la Figura 12 se muestra una planta de emergencia y la descripción de sus partes en la Tabla 1.

## Figura 12

### Planta de emergencia



*Nota.* En la figura se muestra una planta de emergencia. Tomado de (ORS, 2021).

### Tabla 1

#### Partes de una planta de emergencia

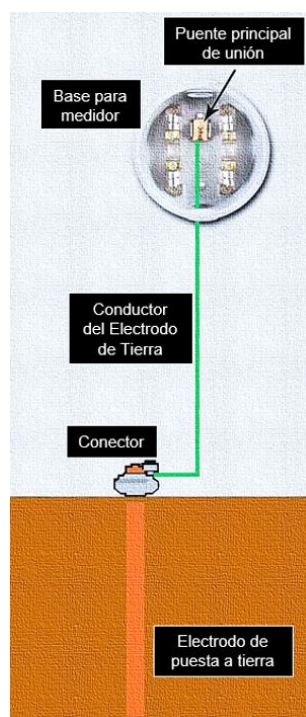
Planta de Emergencia	
N°	Descripción
1	Motor a diésel
2	Radiador. Para el enfriamiento del motor
3	Generador. Energía eléctrica a la medida.
4	Filtro de aire. Máxima filtración, mejor combustión
5	Base de tanque. Capacidad ideal para la autonomía

*Nota.* En la tabla se describe las partes de la planta de emergencia correspondiente a la Figura 10. Tomado de (ORS, 2021)

**Tierra o neutro en una instalación eléctrica.** Se llama sistema de tierra a la red de conductores eléctricos unidos a una o más tomas de tierra y provistos de una o varias terminales a las que pueden conectarse puntos de la instalación. El sistema de tierra de una instalación (Figura 13), se diseña en función de: el nivel de voltaje, la corriente de cortocircuito, la superficie que ocupa la instalación, la probabilidad de explosión y/o incendio, la resistencia a tierra, la humedad y la temperatura del suelo. Deben respetarse ciertas separaciones entre las tomas de tierra de cada sistema para evitar interferencias. Los conductores que se conecten a los diferentes sistemas deberán estar aislados y protegidos desde la conexión. En la práctica ningún sistema de tierra es perfecto, esto debió a que los conductores que lo forman y el suelo tuvieran una resistencia cero (Bratu & Campero, 2006).

### Figura 13

#### *Instalación de tierra física*



*Nota.* En la imagen se muestra un ejemplo de la instalación de la tierra física para una instalación eléctrica. Tomado de (Zuñiga, Instalaciones Eléctricas Residenciales, 2013).

### ***Normativa para instalaciones eléctricas***

El (NEC, 2018), estipula que las instalaciones eléctricas deben ser seguras no solo para las personas, también para bienes, para proteger contra los peligros que se puedan dar por el uso de la energía eléctrica, la instalación también debe cumplir con estándares adecuados para la continuidad del servicio, con la acotación de definiciones, los cajetines son receptáculos en los que se realizan las diferentes conexiones como empalmar los cables, derivaciones, o continuación de circuitos, existe un máximo de corriente que se puede trasladar por un conductor en uso, sin sobrepasar la temperatura normal del servicio, la carga es la potencia instalada, la fase es donde la diferencia de tensión referente a tierra es superior que cero, neutro es el conductor de corriente intencionalmente conectado a tierra, el procedimiento de puesta a tierra tolera la desviación a tierra de energía de falla y reduce la diferencia de potencial peligrosa en instalaciones eléctricas, tomacorrientes son componentes que poseen conexión hembras para el vínculo de un enchufe, como también terminales para la unión a circuitos de salida.

Acorde a lo establecido por (NEC, 2018), para una adecuada instalación de los conductores que se usan en una instalación eléctrica, se debe basar en la norma actual NTE INEN 2345, la cual hace mención al aislamiento, a su vez menciona que toda conexión debe ser visible y manipulable para que se pueda realizar mantenimiento en el caso de ser necesario, también menciona que todo cableado realizado debe ir dentro de tuberías o canaletas, las mismas que deben estar incrustado o sobrepuesto.

Dentro de las consideraciones aplicables para las instalaciones de baja, media y alta tensión, existe una normativa referente al código de colores la cual se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2***Código de colores para instalaciones eléctricas y electrónicas*

<b>Código de colores</b>	
<b>Conductor</b>	<b>Color</b>
<b>Neutro</b>	Blanco
<b>Tierra</b>	Verde, verde con franja amarilla
<b>Fase</b>	Rojo, azul, negro, amarillo o cualquier color diferente a neutro y tierra

*Nota.* La tabla muestra los colores estandarizados para la realización de instalación tanto de luminarias como de tomacorrientes. Tomado de (NEC, 2018).

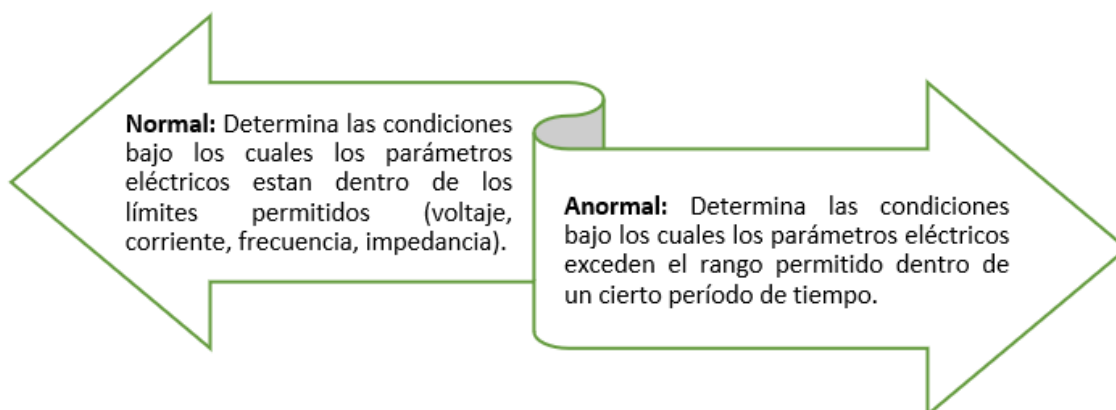
A su vez esta misma normativa recomienda que para los tomacorrientes se debe colocar una protección mínima de 20 (A) y no se tiene que exceder de 10 salidas, mientras que para iluminación la carga máxima tiene que ser 15 (A) y no excederse de 15 puntos de iluminación, añade que si un lugar contiene un área de construcción entre 80 a 200 metros cuadrados se considera un lugar mediano pequeño teniendo como factor de potencia para iluminación de 0.70 y tomacorrientes 0.50.

### ***Mantenimiento de las instalaciones eléctricas***

Según (Hernández, 2019) el mantenimiento es una herramienta capaz de mejorar la seguridad del personal, de los equipos y de las instalaciones con el fin de precautelar fallas y productividad de los sistemas eléctricos, es necesario realizar aquello de forma regular, en consideración a lo mencionado en la Figura 14 se observa los estados en los que se encuentra operativa una instalación eléctrica.

## Figura 14

### *Estados operativos de una Instalación Eléctrica*



*Nota.* En la figura se observa los estados operativos de una instalación eléctrica. Tomado de (Hernández, 2019).

### ***Tipos de mantenimiento de una instalación eléctrica***

(Nieto, 2018) indica los tipos de mantenimientos en las instalaciones eléctricas, los cuales son:

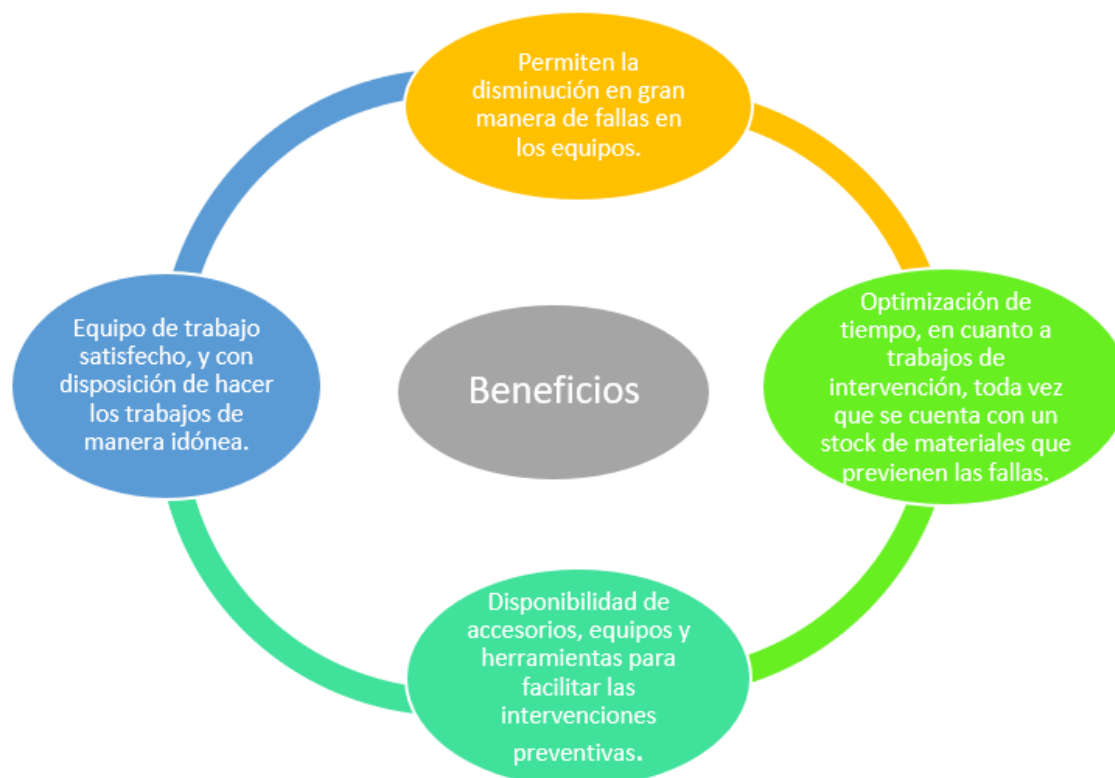
**Preventivo.** Se lo planifica y se lo realiza con el fin de evitar fallas.

**Correctivo.** No se lo planifica y se lo realiza una vez que el equipo ha sufrido daños.

**Predictivo.** Se lo planifica en base a un análisis histórico y vida útil de cada dispositivo con el fin de predecir fallas y solucionarlas antes de que ocurra.

Por otra parte (Vizcarra, 2017) da a conocer que cuando se habla acerca de mantenimientos preventivos se debe tener en cuenta intervenciones como fechas iniciales y finales de programación para su intervención de tal manera que permita llevar una relación histórica por equipo y se realice su supervisión respectiva.



**Figura 15***Beneficios del mantenimiento en una Instalación Eléctrica*


*Nota.* En la Figura se muestra los beneficios de realizar mantenimiento a una instalación eléctrica. Tomado de (Vizcarra, 2017).

(Reyes, 2020) recalca que solo existen dos tipos de mantenimientos importantes en instalaciones eléctricas: el correctivo que consiste en desarrollar una inspección profunda del sistema para detectar fallas o problemas de funcionamiento y poder corregirlo, en un tiempo determinado y dejar operativo al sistema. Y también existe el Preventivo: el cual consiste en realizar una inspección rutinaria del funcionamiento del sistema, normalmente establecidas por el fabricante o marca. En este mantenimiento también se incluye limpiezas y ajustes de equipos.

Para realizar un correcto mantenimiento es necesario tener un plan del mismo, teniendo en cuenta todo trabajo realizado al momento de inspeccionar la instalación, para ello se puede tomar como ejemplo el plan de mantenimiento mostrado en la Figura 16.

**Figura 16**

*Plan de Mantenimiento*

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																								
Sistema de Gestión de Mantenimiento de la instalación eléctrica y sistemas de protección de las mesas de trabajo del laboratorio de Electrónica Digital																Elaborado por: León Juan, Panchi Karol, Proaño Jorge									
TERMOMAGNETICOS, TOMACORRIENTES, LUCES PILOTO, CONEXIÓN ELÉCTRICA																									
Actividades/Semestre	Primer Semestre																								
Actividades/Meses	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				
Actividades/Semanas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Limpiar equipos instalados en las mesas de trabajo																									
Probar el funcionamiento de los termomagnéticos																									
Inspeccionar el funcionamiento de las luces piloto																									
Verificar que los tomacorrientes funcionen adecuadamente																									
Comprobar fallas en la conexión eléctrica de cada mesa																									

*Nota.* En la imagen se muestra un ejemplo de un pan de mantenimiento preventivo para una instalación eléctrica.

## **Instalaciones eléctricas en mesas para laboratorios.**

### ***Definición de laboratorio***

Según (Miranda, 2018) menciona que un laboratorio es un centro de estudio físico el cual brinda destrezas para el desarrollo de metodologías en el área ya sea de electricidad, electrónica, computación etc. Por su parte (Barrera, Fernández, & Duarte, 2018) está de acuerdo con que un laboratorio es un lugar adecuado para el aprendizaje mediante la experimentación, construcción científica y tecnológica en diferentes áreas para brindar que los estudiantes puedan realizar diferentes prácticas para aumentar su conocimiento.

(Morán, 2014) alude que un laboratorio es un sitio que ayuda a proporcionar a estudiantes un espacio para prácticas y experimentar con diferentes elementos basados según el área que se encuentren estudiando como eléctrica, electrónica o telecomunicaciones para el desarrollo de proyectos personales, además (Rodríguez, 2017) expresa que un laboratorio es un espacio que ayuda a la formación del estudiante con preparación ya sea práctica o cognoscente y de esta manera pueda desarrollar diseños, montajes o mantenimientos de equipos eléctricos o electrónicos.

### ***Sistema eléctrico de fuerza en mesas de laboratorios.***

(Miranda, 2018) plantea que un sistema eléctrico de fuerza en una mesa de trabajo debe contar con protecciones, conductores eléctricos, dispositivos y accesorios, teniendo en cuenta las cargas que se van a conectar para realizar una instalación segura y debidamente dimensionada, además (Maila, 2021) menciona en su libro que un sistema eléctrico de fuerza en una mesa de aprendizaje tiene como propósito brindar energía a todo los elementos o componentes que conforman la mesa de trabajo y de este modo los estudiantes puedan utilizar los instrumentos para el desarrollo de sus prácticas de aprendizaje, para lo que el sistema debe

contar con un sistema de protección debidamente dimensionado mediante cálculos sobre todas las cargas posibles que van conectadas o nuevas cargas que se puedan integrar al mismo sistema, para proteger contra sobrecargas o cortocircuitos a los componentes y descargas eléctricas a los estudiantes, brindando mayor seguridad y confiabilidad al momento de usar estas mesas, de igual forma debe contar con toma corrientes para la distribución de la energía.

### ***Conductores eléctricos en mesas para laboratorios.***

(Masache, 2018) apunta que los conductores eléctricos son fundamentales en un sistema eléctrico para mesas de laboratorio ya que son los encargados de transportar energía de un punto a otro, estos a su vez deben regirse a normativas ya sea nacionales o internacionales para identificar qué medida de cable se va utilizar, pero al ser una instalación eléctrica para mesas de trabajo de un laboratorio es considerada baja tensión ya que los sistemas que se encuentran conectados no superan los 110 V por lo que su dimensionamiento será fácil, de igual forma (Morales, 2019) alude que los conductores eléctricos para mesas deben ser resistentes a incendios ya que al encontrarse en un espacio que está constantemente utilizado por estudiantes debe ser seguro para evitar accidentes o daños en los instrumentos que se encuentran utilizando ya que algunas veces pueden ser muy costosos o difíciles de reponer.

### ***Estructura de las mesas del laboratorio para instalaciones eléctricas.***

(Gualpa & Mora, 2019) habla que una vez desarrollado el diseño del sistema eléctrico y los elementos que lo van a conformar, se debe considerar la estructura de la mesa de trabajo, en la Figura 17 se observa un ejemplo de la estructura de una mesa de trabajo para Electrónica, ya que esta será la que soporte todos los instrumentos que van a ser utilizados para el desarrollo de prácticas de los estudiantes, esta estructura a su vez debe ser de un

material aislante para evitar conducciones eléctricas letales al momento de topar la mesa, también la estructura debe ser robusta, con lugares apartados para cada equipo y evitar cables enredados o conexiones desordenadas en las mesas de trabajo.

### **Figura 17**

*Estructura de una mesa de trabajo para Electrónica*



*Nota.* En la figura se muestra un ejemplo de la estructura de una mesa de trabajo para Electrónica cuyo material es madera. Tomado de (Chen, s.f.).

Las mesas de los laboratorios de aprendizaje de cualquier área deben ser seguras y de vida larga como indica (Gualpa & Mora, 2019), ya que al tener estas características se evitarán desgastes en las mismas brindando una menor calidad en las prácticas que se desarrollen, porque los estudiantes que las utilicen van a estar en constante movimiento o dañando las mesas provocando desgaste por lo que su material debe cumplir ciertos parámetros para evitar estos incidentes.

### ***Normativa de seguridad para instalaciones eléctricas en laboratorios***

De acuerdo con (Rosell Farrás, Guardino Solá , & Gadea Carrera, 2018) los laboratorios normalmente disponen de una serie de instalaciones o servicios generales, lo cual el responsable del laboratorio debe tener constancia de que cumplan cada una de las normativas de carácter estatal, como por ejemplo que la instalación eléctrica del laboratorio se encuentre en buen estado y este sometida a mantenimientos adecuados que garanticen la seguridad personal y de los aparatos que conforman el laboratorio.

La instalación eléctrica del laboratorio deberá estar diseñada en el proyecto de obra de acuerdo a la normativa eléctrica de Baja Tensión REBT donde se menciona que los cables deben estar protegidos en todo su recorrido normal, además debe ser suficiente para evitar impulsos eléctricos y calentamiento, de igual forma los enchufes universales deben estar en cantidad suficiente y colocados en lugares apropiados para evitar la instalación temporal, mientras que en cuartos o salas donde se realicen trabajos con líquidos inflamables, las instalaciones eléctricas deberán ser mejoradas por seguridad o a prueba de explosiones y debe cumplir con las normas especiales REBT MIE-BTO26 para regulaciones especiales de instalación habitación con riesgo de incendio (REBT, 2022).

### ***Normativa Europea para iluminación de laboratorios EN-12464-1:2021***

La Unión Europea redactó la eficiencia energética en los edificios, la importancia de las normas que transcurren en las instalaciones tal cual como la iluminación ya que se trata de reducir los consumos excesivos energía, adoptando nuevas medidas de ahorro y recuperación que son fundamentales son ciertas cosas para evitar contaminantes que no son renovables y agreden al medio ambiente, afectar la calidad de los parámetros que contribuyen a un cómodo y seguro lugar de trabajo entre todas las opciones que brinda esta norma se encuentra para laboratorios y farmacias y para iluminación general de laboratorios de prácticas

o aprendizaje el valor recomendado es de 500 lx ya que al aplicar estos criterios de calidad adecuados se obtiene una buena iluminación, dando como resultado el confort visual y mínimos costos, además proporciona estudiantes y profesores un ambiente agradable, adicional reducen enfermedades visuales causadas por el cansancio al encontrar problemáticas específicas que producen la mala instalación luminaria o alumbramientos directos (UNE, 2021).

## **Sistemas de protección eléctrica**

### ***Definición***

El diseño de sistemas de protección para las redes de distribución eléctrica, se ha sustentado en exigencias operativas, formalizando las soluciones en términos de experiencia de los planificadores y también de ciertas formulaciones técnicas sostenidas como las reglas de buena práctica es así como lo sostiene (Capella, 2017).

Como describe (Mayta, 2019), la protección del sistema eléctrico es una parte fundamental para un correcto funcionamiento de una red eléctrica. Los relés de protección garantizan la estabilidad del procedimiento y evitan condiciones de operación que puedan ser perjudiciales parcial o en su totalidad. En el caso de que un relé o un fusible detecte una condición defectuosa en el sistema, debe tomar una acción correctiva con rapidez.

(Andrade, 2019) También añade que los sistemas de protección son un conjunto de elementos que permiten detectar condiciones que pueden ser anormales dentro del sistema de distribución, y permiten iniciar una acción correctiva, para poner al sistema en su estado normal de operación. Los sistemas de protección deben tener sensibilidad para poder operar en condiciones de falla, también deben ser lo suficientemente rápidos para eliminar las fallas que se presenten en un sistema.

### ***Tipos de protección***

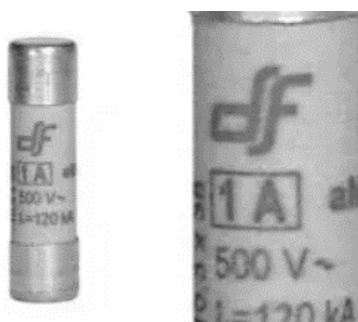
Existen diferentes tipos de protección, (Gallardo, 2019) señala que, los elementos que conforman una instalación eléctrica pueden verse afectados por una gran variedad de fenómenos, los cuales pueden causar un daño parcial o permanente por esta razón, existen algunos dispositivos de protección eléctrica, estos equipos ayudan a proteger la instalación de sobreintensidades o sobretensiones que puedan afectar a cualquier equipo o material que este en uso de energía eléctrica.

Los equipos de protección están diseñados para salvaguardar los equipos o materiales que se encuentren conectados a la instalación eléctrica, sean externos o receptores por esta razón (Cantos & Pérez, 2018), indican los siguientes dispositivos de protección:

**Fusible.** Los fusibles por mucho tiempo han sido la forma más común en la protección de circuitos eléctricos, estos se apoyan en la fusión por el efecto Joule de una lámina interpuesta en la línea, esto como un punto frágil (Viteri, López, & Gallo, 2011), en la Figura 18 se muestra un fusible de tipo doméstico.

### **Figura 18**

*Fusible de tipo doméstico*



*Nota.* La presente imagen muestra un fusible de tipo doméstico (D) 20 kA. Tomado de (Vaello, s.f.).



Por su parte (Gallardo, 2019), comparte que otros dispositivos de protección distinguibles contra sobretensiones son:

**Tipo 1.** Se considera de este tipo ya que, se usan para prevenir sobretensiones que se produzcan desde las líneas de alimentación, estos presentan una mejor capacidad al momento de absorber la energía, pero el tiempo que se tarda en responder es bajo, en la Figura 19 se muestra un equipo de protección contra sobretensiones Tipo 1.

### Figura 19

*Dispositivo de protección contra sobretensiones de CA tipo 1 SPD*



*Nota.* La Figura 8 muestra un equipo de protección contra sobretensiones de CA tipo 1 SPD. Tomado de (LSP, s.f.).

**Tipo 2.** Este equipo es más usado, aunque, comúnmente se usa combinado con los dispositivos Tipo 1, debido a que reduce la posibilidad de una afección por una sobretensión, la capacidad que tienen de absorber energía es media, pero el tiempo de respuesta de acción es mejor que los equipos Tipo 1, en la Figura 20 se muestra un ejemplo de un equipo Tipo 2.

## Figura 20

*Dispositivo de protección contra sobretensiones AC Tipo 2 SPD*



*Nota.* En la imagen se observa un equipo de protección contra sobretensiones AC Tipo 2 SPD, SLP40-275/2+0 para monofásico TN-S. Tomado de (LSP, s.f.).

**Tipo 3.** Este tipo de dispositivos, se usan mayormente para la protección de equipos frente a sobrevoltajes menores, aunque su tiempo de respuesta es más rápido, la capacidad de absorción de energía es baja, un ejemplo de este dispositivo se visualiza en la Figura 21.

## Figura 21

*Dispositivo de protección contra sobretensiones AC Tipo 3 SPD*



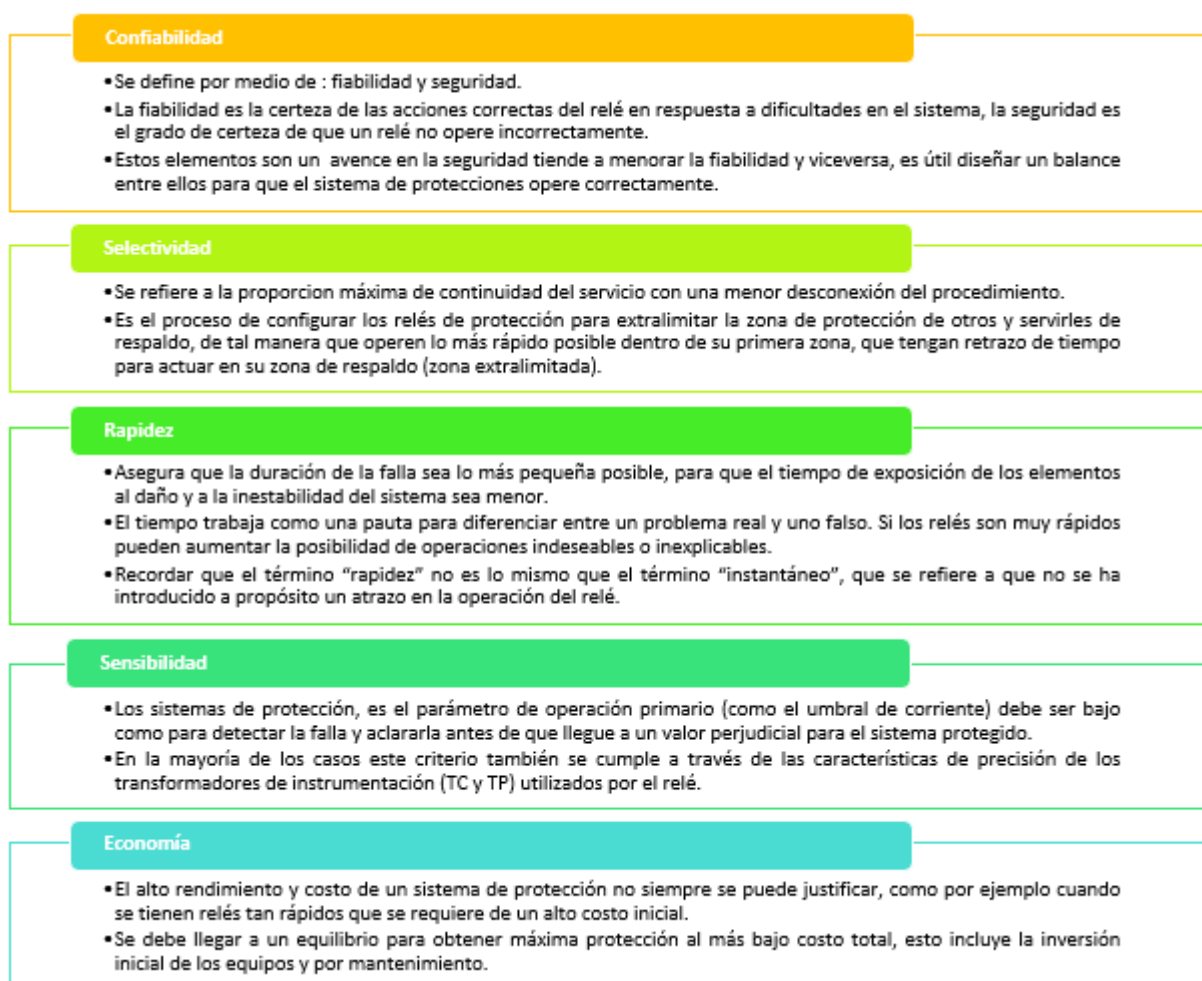
*Nota.* En la Figura 10 se muestra un equipo de protección contra sobretensiones AC Tipo 3 SPD, TLP-xxx/2(S) para 24V 48V 60V 120V 230V. Tomado de (LSP, s.f.).

## Características

De acuerdo con (Figueroa, 2017) los sistemas de protección tienen ciertas particularidades las cuales deben analizarse de acuerdo a la operación en condiciones de anormalidad, se pueden citar confiabilidad, selectividad, rapidez, exactitud, sensibilidad, economía y simplicidad de estos.

### Figura 22

#### Características de los sistemas de protección eléctrica



## Figura 22

### *Características de los sistemas de protección eléctrica*

**Simplicidad**

- La simplicidad se basa en utilizar una poca cantidad de equipos o elementos de protección, y de los circuitos asociados, para llegar a los objetivos de protección.
- Es una de las características que define la calidad del diseño, y mejora la confiabilidad del sistema al requerir menos elementos que no funcionen correctamente.

*Nota.* En la Figura 22 se observa las características que tiene un sistema de protección eléctrica. Tomado de (Vizcarra, 2017).

### ***Objetivos de los sistemas de protección***

Al hablar de la protección del sistema de distribución eléctrica (Mayta, 2019) dice que, algunos de sus objetivos son:

- Eliminar los peligros de seguridad lo más rápida posible.
- Limitar las interrupciones del servicio.
- Proteger los equipos de los consumidores.

Esto debido a que, existen varios tipos de fallas eléctricas, como pueden ser fallas temporales o fallas permanentes, aunque, el número de fallas comúnmente es de naturaleza temporal.

Por otra parte (Andrade, 2019) añade que otros objetivos que deben cumplir los dispositivos de protección son:

- Reducir el tiempo de interrupción del sistema.
- Reducir la influencia de las fallas sobre las líneas y los equipos.
- Cubrir de manera ininterrumpida el Sistema de Potencia, estableciendo vigilancia el 100% del tiempo.

- Detectar condiciones de falla, monitoreando continuamente las variables del sistema eléctrico de potencia (Corriente I, Voltaje V, Potencia P, Frecuencia F, Impedancia Z).

### ***Sistemas de protección en mesas de laboratorios.***

(Penagos, 2020) señala que un sistema de protección es la parte más importante y fundamental de un sistema eléctrico y más cuando se habla en mesas de aprendizaje de laboratorios para estudiantes, ya que estos deben ser más rápidos en accionamiento y más eficientes, para ellos se debe realizar un debido dimensionamientos de todas la cargas que se van a conectar al circuito para aislar fallos o sobrecargas y de esta manera limitar el fallo en los equipos y minimizar la posibilidad de un incendio que puede afectar a los estudiantes en este caso.

De igual manera (Cordova, 2020) destaca que, hay diferentes tipos de protecciones que se pueden emplear en un sistema eléctrico, como interruptores que nos protegen en el caso de que exista algún fallo eléctrico, de esta manera evita que se produzcan cortocircuitos o sobrecargas que puedan dañar los componentes o elementos colocados en la mesa de trabajo, entre los interruptores que se pueden encontrar son magnéticos o diferenciales, otro método de protección empleado es la puesta a tierra que erradica las derivaciones de corriente no deseadas en elementos que se encuentran en contacto constante con el entorno y evitar descargas indeseadas.

## Capítulo III

### Desarrollo del tema

#### Levantamiento de información sobre los equipos del laboratorio de electrónica digital

Con la consideración de que existen diferentes valores de amperaje para cada breaker dependiendo las cargas que se vayan a conectar, con base en esto se realizó un levantamiento de información de todos los equipos que conformaran el circuito para observar la cantidad total de corriente que genera el mismo y colocar un valor de protección adecuado para resguardar todos los instrumentos contra una sobrecarga, esto se observa en la Tabla 3.

**Tabla 3**

*Datos de la carga de cada equipo*

<b>Equipo</b>	<b>Corriente [A]</b>	<b>Voltaje [V]</b>	<b>Potencia [W]</b>
<b>Osciloscopio</b>	0,83	120	100
<b>Fuente de alimentación variable AC</b>	0,83	120	100
<b>Generador de señales</b>	0,17	120	20
<b>Fuente de alimentación variable DC</b>	0,83	120	100
<b>Computadora</b>	2,50	120	300
<b>Laptop</b>	0,38	120	45
<b>Total</b>	5,54	120	665

*Nota.* Esta tabla muestra los valores potencia ( $W$ ), voltaje ( $V$ ) y corriente ( $A$ ) de los equipos con los que cuenta el laboratorio de Electrónica Digital.

Se obtuvo una carga total de 665 (W), para el dimensionamiento se debe conocer la corriente por lo cual se aplica la ley de Ohm donde la corriente es igual a la potencia sobre el voltaje dando como resultado un valor de 5,54 (A) como se observa en la Tabla 3.

### ***Cálculo de la demanda máxima***

El tablero secundario STB-01 del laboratorio de Electrónica Digital cuenta con 10 breakers de 20 (A) y 2 breakers de 16 (A), ya que la normativa NEC recomienda que para tomas se debe colocar una protección mínima de 20 (A) y no se tiene que exceder de 10 salidas mientras que para iluminación la carga máxima tiene que ser 15 (A) y no excederse de 15 puntos de iluminación.

Para el cálculo de la demanda total se debe considerar el número de dispositivos conectados a cada circuito con su respectiva carga, al obtener este dato, se debe proseguir a realizar el cálculo para la carga total instalada, donde se multiplica el número de dispositivos por la carga que consume cada uno de estos, una vez obtenido este resultado se multiplica por el factor de demanda, el laboratorio de electrónica digital tiene una área de 129 metros cuadrados lo que lo convierte en un lugar mediado pequeño, de esta manera se multiplica el valor de la carga instalada por el factor de potencia obteniendo la demanda máxima diversificada de ese circuito, luego se suman todas las demandas de cada circuito y se obtiene la demanda total que deberá ser multiplicada por 0.8 que es un factor de simultaneidad la cual se debe considerar según la normativa mencionada en el apartado Normativa para instalaciones eléctricas, el cálculo de la demanda máxima se observa en la Tabla 4, a su vez en la Figura 23 se muestra la gráfica correspondiente a la Demanda Máxima Diversificada DMD.

**Tabla 4***Cálculo de la demanda máxima*

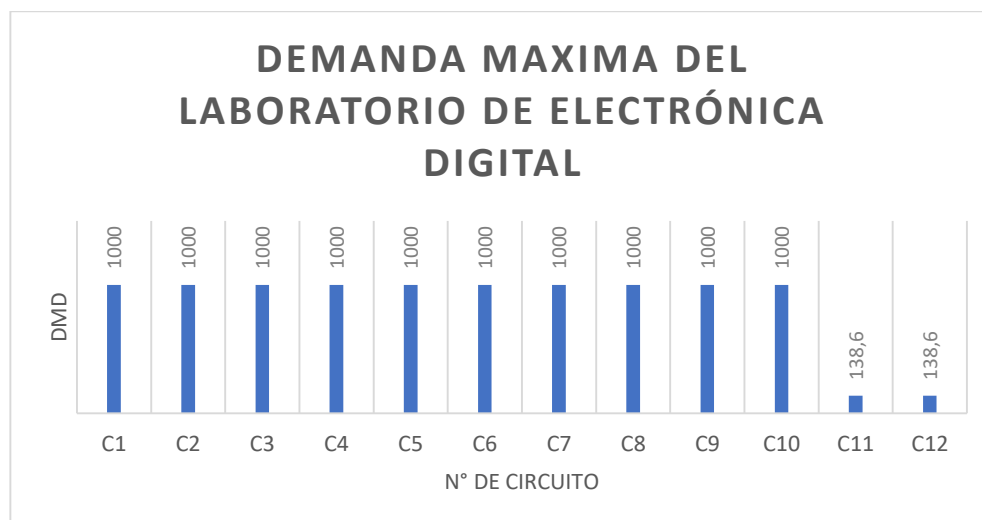
<b>N° Circuito</b>	<b>N° Tomacorriente</b>	<b>N° Iluminación</b>	<b>Potencia por dispositivo (W)</b>	<b>Carga Instalada (W)</b>	<b>Factor de Demanda (FD)</b>	<b>Demanda Máxima Diversificada DMD (W)</b>
<b>C1</b>	10	0	200	2000	0.50	1000
<b>C2</b>	10	0	200	2000	0.50	1000
<b>C3</b>	10	0	200	2000	0.50	1000
<b>C4</b>	10	0	200	2000	0.50	1000
<b>C5</b>	10	0	200	2000	0.50	1000
<b>C6</b>	10	0	200	2000	0.50	1000
<b>C7</b>	10	0	200	2000	0.50	1000
<b>C8</b>	10	0	200	2000	0.50	1000
<b>C9</b>	10	0	200	2000	0.50	1000
<b>C10</b>	10	0	200	2000	0.50	1000
<b>C11</b>	0	11	18	198	0.70	138.6
<b>C12</b>	0	12	18	198	0.70	138.6
<b>DEMANDA MÁXIMA DIVERSIFICADA PARCIAL</b>						10277.2
<b>FACTOR DE SIMULTANEIDAD ENTRE CIRCUITOS</b>						0.8
<b>DMD TOTAL</b>						<b>8221.76 (W)</b>

*Nota.* En esta tabla se observa los valores de carga por cada circuito y la demanda máxima total de todo el laboratorio de electrónica digital, los valores referentes a potencia por dispositivos se toman en base a la norma (NEC, 2018), siendo 200 W para tomacorrientes y 18 W para iluminación.



**Figura 23**

*Demanda Máxima Diversificada DMD*



Nota. En esta figura se observa la demanda máxima del laboratorio de Electrónica Digital.

### ***Dimensionamiento de protecciones eléctricas para las mesas de trabajo***

Para el correcto dimensionamiento de la protección eléctrica a colocar en cada mesa de trabajo del laboratorio de Electrónica Digital se deben considerar diferentes propuestas, como el uso de fusibles pero, al indagar acerca de estos dispositivos se encontró que una desventaja que contiene esta protección es que su uso es limitado, ya que cuenta con una sola vida útil, por lo cual se decidió utilizar interruptores termomagnéticos, debido a que no es obligatorio cambiarlos cuando se produce una sobrecarga porque solamente requieren ser activados nuevamente, una vez escogido el tipo de protección que se va a utilizar se tomaron en cuenta varias marcas como son Schneider, SIEMENS, PHILIPS y 3M, de las cuales se prefirió la marca SIEMENS por su buenas prestaciones en el acabado del interruptor termomagnético y su rápida eficacia al momento de que se produzca una sobrecarga en el circuito.

Al haber realizado el cálculo adecuado y al obtener el resultado esperado, se debe realizar una operación extra, para lo cual se debe multiplicar el valor de corriente total por 1.25 debido a que la normativa NEC recomienda que los disyuntores termomagnéticos sean dimensionados al 125% de la carga continua.

$$I = 5,54 (A) * 1.25$$

$$I = 6,92 (A)$$

$$I = 10 (A)$$

En el catálogo de protecciones eléctricas de la marca SIEMENS no se cuenta con un breaker de un valor de 6,92 (A) por lo cual se escogió un valor aproximado siendo este de 10 (A).

### ***Dimensionamiento del conductor eléctrico***

Se debe utilizar la fórmula para el cálculo del diámetro de la sección del conductor eléctrico y así encontrar el número de cable que se va a utilizar en la instalación eléctrica de las mesas del laboratorio.

#### **Ecuación 1**

$$S = \frac{\sqrt{3} * p * L * I}{\Delta V}$$

*Nota.* Fórmula utilizada para calcular el diámetro de la sección de un conductor eléctrico.

La Ecuación 1 muestra diferentes variables donde  $S$  significa la dimensión del conductor expresada en mm cuadrados,  $p$  simboliza la resistividad del conductor la cual se puede observar en la Tabla 5,  $L$  es la distancia en metros desde el punto alimentador hasta el equipo,  $I$  es igual a la intensidad y  $\Delta V$  es el voltaje que se perderá debido a la resistencia del cable, en este caso

se utilizará un 3% de caída de tensión, se aplica este porcentaje ya que la norma NEC menciona que los conductores tienen que ser dimensionados para impedir una caída de tensión del 3% y a su vez esta no debe exceder el 5%.

**Tabla 5**

*Resistencia del conductor según el material*

<b>Material</b>	<b>P20(<math>\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}</math>)</b>	<b>P70(<math>\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}</math>)</b>	<b>P70(<math>\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}</math>)</b>	<b><math>\alpha</math> (<math>^{\circ}\text{C} - 1</math>)</b>
<b>Cobre</b>	0.018	0.021	0.023	0.00392
<b>Aluminio</b>	0.029	0.033	0.036	0.00403
<b>Almelec</b>	0.032	0.038	0.041	0.0036
<b>(Al-Mg-Si)</b>				

*Nota.* Esta tabla muestra los valores de resistencia de los conductores eléctricos según el tipo de material que los conforman.

Cálculo de la caída de tensión:

$$\Delta V = V * 3\%$$

$$\Delta V = 120 * 3\%$$

$$\Delta V = 3.6 \text{ V}$$

Cálculo para el diámetro del conductor:

Datos:

$$I = 10 \text{ [A]}$$

$$V = 120 \text{ [V]}$$

$$L = 2 \text{ [m]}$$

$$\Delta V = 3.6 [V]$$

$$p = 0.018 [\Omega]$$

De acuerdo a los datos anteriores y teniendo en cuenta que se toma un conductor de cobre P20, se calcula el diámetro del conductor obteniendo el siguiente resultado:

$$S = \frac{\sqrt{3} * 0.018 * 2 * 10}{3.6}$$

$$S = 0.173 \text{ mm}^2$$

### ***Cálculo de la corriente del cortocircuito para los interruptores termomagnéticos***

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito se debe considerar el amperaje del breaker colocado como la resistencia del cable instalado siendo # 10 para esta instalación, se debe tener en cuenta que para el cálculo de la resistencia total la distancia del cable debe encontrarse en pies por lo que se debe realizar una conversión de metros a pies, una vez encontrada la corriente de cortocircuito se podrá identificar las características con las que cuenta el sistema de protección o breaker y garantizar que se abra el circuito a tiempo para evitar daños en los elementos eléctricos.

Tiempo de respuesta de los breakers del tablero STB-01 para tomacorrientes desde CT1 a CT10.

Datos:

$$Distancia (D) = 10m = 32.8084 \text{ ft}$$

$$Resistencia \text{ conductor } \# 10 \text{ AWG } (R_{conduc}) = 0.00129 \Omega$$

$$Resistencia \text{ total } (R_{total}) = R_{conduc} * D$$

$$Resistencia \text{ total } (R_{total}) = 0.04232 \Omega$$

*Corriente de corto circuito (Icc) =?*

$$\text{Voltaje (V)} = 120V$$

Resolución:

$$I_{cc} = \frac{V}{R} = \frac{120 V}{0.04232\Omega}$$

$$I_{cc} = 2835.53 = \frac{2835.53}{20}$$

$$I_{cc} = 141.77 (A)$$

Tiempo de respuesta de los breakers del tablero STB-01 para iluminación desde CL11 hasta CL12.

Datos:

$$\text{Distancia (D)} = 12m = 39.3701 ft$$

$$\text{Resistencia conductor \# 10 AWG (R}_{conduc}) = 0.00129 \Omega$$

$$\text{Resistencia total (R}_{total}) = R_{conduc} * D$$

$$\text{Resistencia total (R}_{total}) = 0.05078 \Omega$$

*Corriente de corto circuito (Icc) =?*

$$\text{Voltaje (V)} = 120V$$

$$\text{Corriente del breaker} = 16 A$$

Resolución

$$I_{cc} = \frac{V}{R} = \frac{120 V}{0.05078\Omega}$$

$$I_{cc} = 2363.13 = \frac{2835.53}{16}$$

$$I_{cc} = 147.69 \text{ (A)}$$

Tiempo de breakers de las mesas de trabajo desde C1 hasta C10.

Datos:

$$\text{Distancia (D)} = 2m = 6.5616 \text{ ft}$$

$$\text{Resistencia conductor \# 10 AWG (R}_{\text{conduc}}) = 0.00129 \Omega$$

$$\text{Resistencia total (R}_{\text{total}}) = R_{\text{conduc}} * D$$

$$\text{Resistencia total (R}_{\text{total}}) = 0.008464 \Omega$$

$$\text{Corriente de corto circuito (I}_{\text{cc}}) = ?$$

$$\text{Voltaje (V)} = 120V$$

$$\text{Corriente del breaker} = 10 A$$

Resolución:

$$I_{cc} = \frac{V}{R} = \frac{120 V}{0.008464 \Omega}$$

$$I_{cc} = 1417.69 = \frac{1417.69}{10}$$

$$I_{cc} = 141.769 \text{ (A)}$$

### **Descripción de equipos a instalar por cada mesa de trabajo**

Cada mesa contará con 8 tomacorrientes marca Vetto, dos luces piloto color verde y 2 breakers, la mesa consta con una división, por lo que se ubicará un termomagnético por lado a este se conectará una luz piloto la cual indicará en el momento en que la mesa de trabajo se

encuentre energizada, a su vez se conecta 4 tomacorrientes en cada división, de los cuales 3 cuentan con enlace a tierra y 1 sin tierra, estos equipos ayudaran a que los componentes con los que cuenta cada mesa, más cualquier carga extra como un cargador de celular, laptop u otros se puedan energizar para su uso, dicha descripción se muestra en la Tabla 6.

**Tabla 6**

*Cantidad de equipos por mesa de trabajo*

<b>N° de mesa</b>	<b>Cantidad de Termomagnéticos</b>	<b>Cantidad de tomacorrientes</b>	<b>Cantidad de luces piloto</b>
<b>1</b>	2	8	2
<b>2</b>	2	8	2
<b>3</b>	2	8	2
<b>4</b>	2	8	2
<b>5</b>	2	8	2
<b>6</b>	2	8	2
<b>7</b>	2	8	2
<b>8</b>	2	8	2
<b>9</b>	2	8	2
<b>10</b>	2	8	2

*Nota.* La siguiente tabla muestra la descripción de la cantidad de los componentes que se ubicaran por cada mesa del Laboratorio de Electrónica Digital.

### ***Instalación de los sistemas de protección para las mesas de trabajo de laboratorio de electrónica digital***

Una vez obtenido todos los datos necesarios para el dimensionamiento de las protecciones se adquirió 20 breakers de 2 polos de 10 (A) de la marca SIEMENS de los cuales 2 breakers serán destinados para cada mesa siendo un total de 10 mesas de trabajo, de esta manera todos los estudiantes que utilicen el laboratorio de Electrónica Digital podrán ejecutar las prácticas con normalidad, ya que si se ocasiona un cortocircuito o sobrecarga solo afectará al lugar donde se realizó la falla, mas no a todo el laboratorio.

### ***Instalación de los enchufes***

Para la conducción de energía desde el tomacorriente de piso de cada circuito para cada mesa, se instaló un enchufe de 3 patas más un cable THNN 3x10 para energizar los breakers, este cable al soportar más corriente ayudara a evitar sobre calentamiento en el cable o evitar un incendio por el desarrollo de algún corto circuito que se realice en la mesa salvaguardando la seguridad de los estudiantes que estén realizando las prácticas debidas en el laboratorio de Electrónica Digital, en la Tabla 7 se muestra las características del enchufe de 3 patas.

#### **Tabla 7**

##### *Características del enchufe de 3 patas*

<b>Características</b>
Eaton Arrow Hart enchufe de hoja recta
# 18-12 AWG
15A, 125V
Cable posterior



---

**Características**

---

Amarillo, latón, vinilo

25-15P, bipolar, trifilar, tornillo

---

*Nota.* La siguiente tabla muestra las características del enchufe de 3 patas.

Con la ayuda de alicates, pinzas y corta cables se procedió a cortar los cables para ser conectado en cada pata del enchufe teniendo en cuenta que la pata del medio redonda el enchufe es de puesta a tierra y no se debe conectar ni la fase ni el neutro al mismo como se observa en la Figura 24, además de realizar la correcta medida desde él toma hasta la ubicación del breaker que será de 1 m, al contar con 2 breaker en cada mesa se realizó un empalme y de esta manera obtener otra línea de tensión para el breaker número 2.

**Figura 24**

*Instalación de enchufes*



*Nota.* En la imagen se muestra las instalaciones de los enchufes para la conducción de la energía eléctrica y alimentación de los diferentes dispositivos que componen las mesas de trabajo del Laboratorio de Electrónica Digital.

***Instalación de los breakers en las mesas de trabajo***

Una vez dimensionado el tipo de breaker que se va utilizar siendo este de 10 (A) de 2 polos, en la Tabla 8 se observan las características del termomagnético bipolar SIEMENS, se procedió a realizar la instalación de 2 breakers por cada mesa de trabajo tomando en cuenta que ya se realizó la acometida desde el tomacorriente de piso hasta la protección eléctrica, posteriormente se aseguró el breaker a la mesa con el uso de silicona de pistola en el orificio destinado para el mismo, con el uso de herramientas como pelador de cables eléctricos, destornillador de estrella, se conectó la fase y el neutro al interruptor termomagnético como se muestra en la Figura 25.

### Figura 25

*Instalación de los breakers*



*Nota.* En la figura se muestra las instalaciones de los breakers en cada una de las tapas de las mesas de trabajo.

### Tabla 8

*Características del enchufe de 3 patas*

<b>Datos Técnicos</b>	
Número de polos	2
Tipo de polos	2P
Clase de característica de disparo	C

<b>Datos Técnicos</b>	
Vida útil mecánica típico	10 000
Categoría de sobretensión	III
Grado de contaminación	2
<b>Voltaje</b>	
Tipo de corriente de la tensión de empleo tensión de aislamiento (U)	AC
Con funcionamiento monofásico con AC valor	250 V
Con funcionamiento polifásico con AC valor asignado	440 V
<b>La tensión de alimentación</b>	
Tensión de alimentación con AC valor asignado rango de valores de la frecuencia de la tensión de alimentación	400 V
Tensión de empleo	
Con funcionamiento polifásico con AC máx.	50/60 Hz
Con DC valor asignado máx.	440 V
Capacidad de conmutación	72 V
<b>Clase de protección</b>	
Grado de protección IP	IP20, con conductores conectados
<b>Capacidad de conmutación</b>	
Poder de corte corriente según EN 60898 valor asignado	4.5 kA
Clase de limitación de energía	3

<b>Disipación</b>	
Pérdidas ( <i>W</i> ) con valor asignado de la intensidad con AC en estado operativo caliente por polo	1.3 <i>W</i>
<b>Electricidad</b>	
Intensidad de empleo	
Con 30 °C valor asignado	4 <i>A</i>
Con AC valor asignado	4 <i>A</i>
Aptitud de uso	Residencial/Infraestructuras
<b>Diseño Mecánico</b>	
Altura	90 <i>mm</i>
Anchura	36 <i>mm</i>
Profundidad	76 <i>mm</i>
Profundidad de Montaje	70 <i>mm</i>
Número de módulos de anchura	2
Posición de montaje	Según las necesidades del usuario
Peso neto	252 <i>g</i>

*Nota.* En la tabla, se muestra las características del termomagnético que será instalado en las mesas del laboratorio de Electrónica Digital. Tomado de (Siemens, 2023).

### ***Instalación de los tomacorrientes***

Se realizó la instalación de tomacorrientes dobles americano 2P+E, NEMA 5-15R, dispositivos que brindan electricidad para la conexión de diferentes elementos y aparatos eléctricos que se utilizan en el Laboratorio, en la Tabla 9 se muestra las características del tomacorriente.

**Tabla 9**

*Descripción del tomacorriente Vetto*

<b>Descripción</b>
Placa armada
Tensión Nominal (VN): 125/250 V
Corriente Nominal (IN): 15 A
Incorpora bastidor metálico que evita deformaciones de la placa

*Nota.* La siguiente tabla describe al tomacorriente marca Vetto que se usará para las instalaciones en las mesas del laboratorio de Electrónica Digital.

Este dispositivo consta de una conexión a tierra que brinda mayor protección a los aparatos eléctricos y para mayor seguridad a los estudiantes, este tomacorriente tiene la respectiva identificación de fase y neutro en la parte inferior del mismo mediante letras “L” para línea, “N” para neutro y “P” para puesta a tierra, con el uso del pelador de cable y destornillador de estrella se realizó la conexión desde el breaker hasta las tomas con cable 3X12 AWG como se muestra en la Figura 26.

**Figura 26***Instalación de tomacorrientes en las mesas de trabajo*

*Nota.* En la figura se muestra la instalación de los tomacorrientes en cada una de las mesas de trabajo.

***Instalación de luces piloto***

Mediante la instalación de los breakers se dio paso a la conexión de las luces piloto, como se muestra en la Figura 27, así dar a conocer cuando la mesa de trabajo se encuentre activada o desactivada, es decir que existe paso de corriente para el uso de la instalación, estas luces ayudan a dar un aviso visual de que los interruptores de la mesa se encuentran activados, además demostrando que hay consumo de energía, el consumo de corriente de esta luz led se podría suponer en un consumo despreciable, estas luces piloto tienen como diámetro 16.22 mm y 30 mm según la norma NEMA como sus características generales que se muestran en la Tabla 10.

**Tabla 10***Características de las luces piloto*

<b>Alto</b>	<b>42 mm</b>
<b>Límites de tensión de alimentación</b>	<b>100-132 V AC</b>
<b>Consumo de corriente</b>	<b>14 mA</b>
<b>Vida</b>	<b>100000 H a tensión nominal y 25°C</b>
<b>Resistencia a sobreprotecciones</b>	<b>1kv conforme al IEC 61000-4-5</b>

*Nota.* Esta tabla muestra las características generales de una luz piloto.

**Figura 27***Instalación de las luces piloto en cada una de las mesas de trabajo*

*Nota.* En la imagen se muestra la instalación de las luces piloto en cada una de las mesas de trabajo.

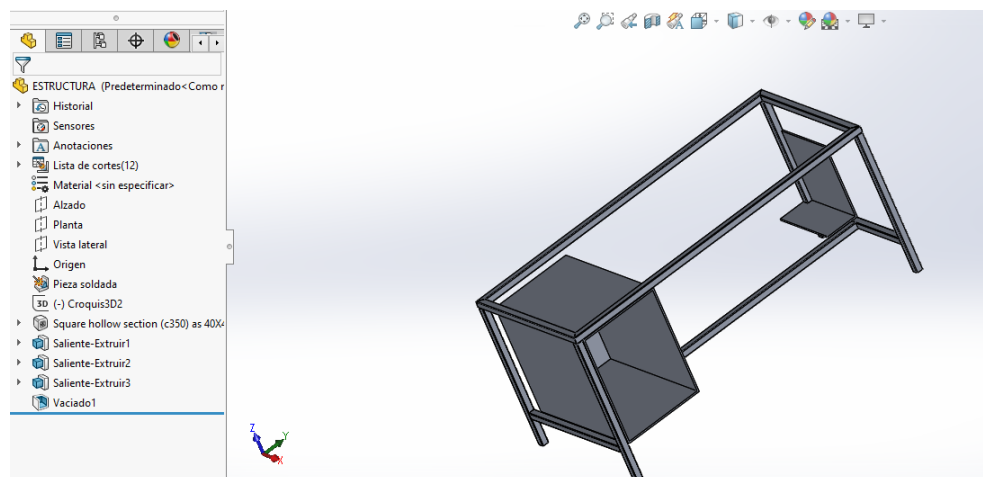
## Diseño de las mesas de trabajo del laboratorio de Electrónica Digital en el software SOLIDWORKS

Para mostrar el diseño de la mesa de trabajo en la cual ya se ubicaron los interruptores termomagnéticos, tomacorrientes y luces piloto, se realizó el diseño en el software SOLIDWORKS, este software permite realizar un esquema más intuitivo, el cual cuenta con un entorno gráfico mediante la creación de sólidos 3D y que estos sean imprimibles, debido a que su interfaz cuenta con diversas herramientas para realizar el ensamble de piezas, que en este caso serán los tomacorrientes, breakers y luces piloto en las mesas de trabajo.

Para poder ensamblar piezas con el uso del software se debe diseñar los componentes que van en la mesa por partes, como primer paso se debe realizar la estructura de la mesa de trabajo la cual es de metal, para las dimensiones y formas de la mesa se utilizó de guía el Anexo 8, ya que este es un modelado 3D de la mesa realizada en el software AutoCAD, al haber realizado la estructura se puede observar el resultado en la Figura 28.

### Figura 28

*Desarrollo de la estructura de la mesa de trabajo del laboratorio de Electrónica Digital*



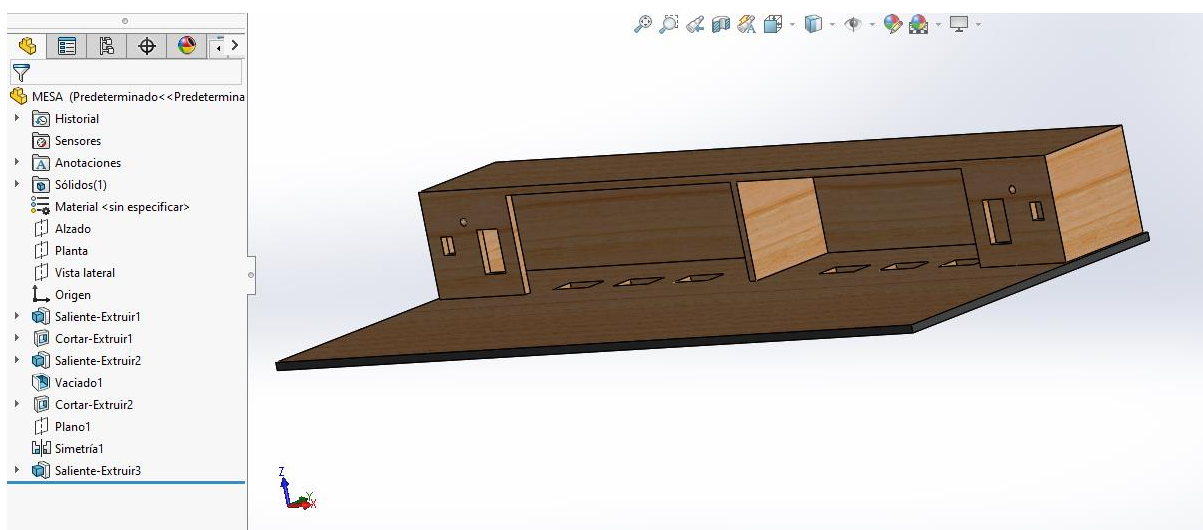
*Nota.* En la figura se muestra cómo se realizó la estructura de la mesa de trabajo en el software SOLIDWORKS.



A continuación, se realizó el tablero de la mesa, tomando en cuenta que su material es de madera, de igual forma se hizo uso de las medidas del Anexo 1, de esta forma las perforaciones en donde van colocados los breakers, tomacorrientes y luces piloto se encuentren en la ubicación exacta como la mesa real esto se puede observar en la Figura 29.

## Figura 29

### *Desarrollo de la estructura del tablero de la mesa de trabajo*

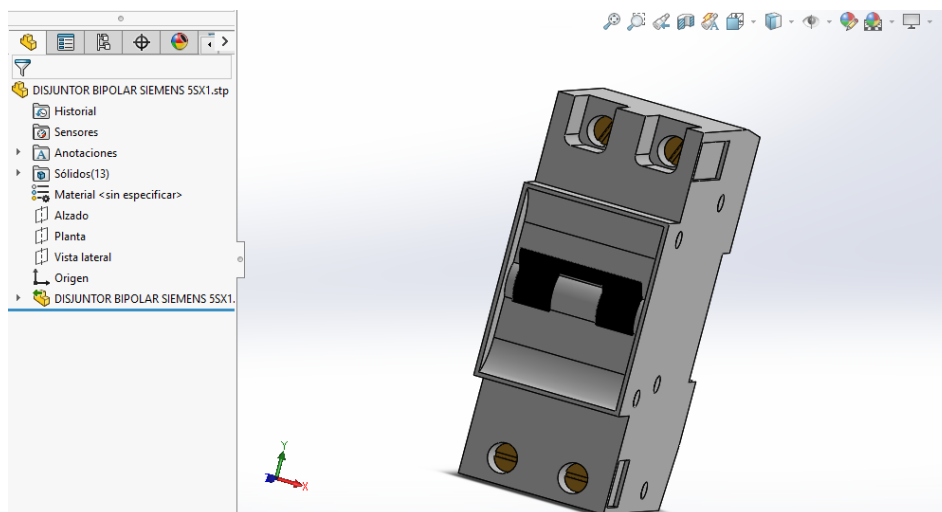


*Nota.* La imagen muestra el desarrollo del tablero de la mesa el cual se realiza en el software SOLIDWORKS.

Al haber realizado la estructura completa de la mesa de trabajo se diseñaron los elementos eléctricos, como es, el interruptor termomagnético visualizado en la Figura 30, el tomacorriente doble que se muestra en la Figura 31, por último, el diseño de la luz piloto la cual se observa en la Figura 32, de esta manera al tener los diseños se realiza el ensamblaje de todas las piezas y completar la mesa de trabajo, el diseño final se puede observar en el Anexo.

**Figura 30**

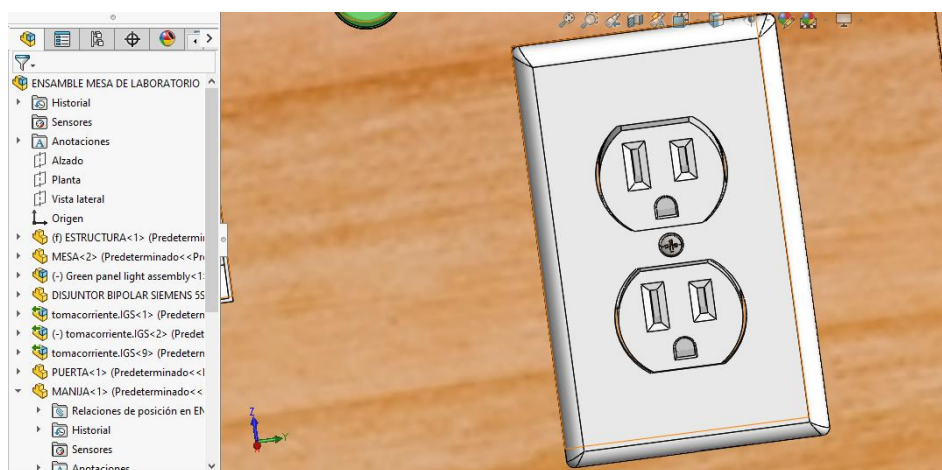
*Diseño del interruptor termomagnético de 2 polos de 10 A*



*Nota.* A través de la figura se puede observar el diseño del interruptor termomagnético de 2 polos, realizado en el software SOLIDWORKS.

**Figura 31**

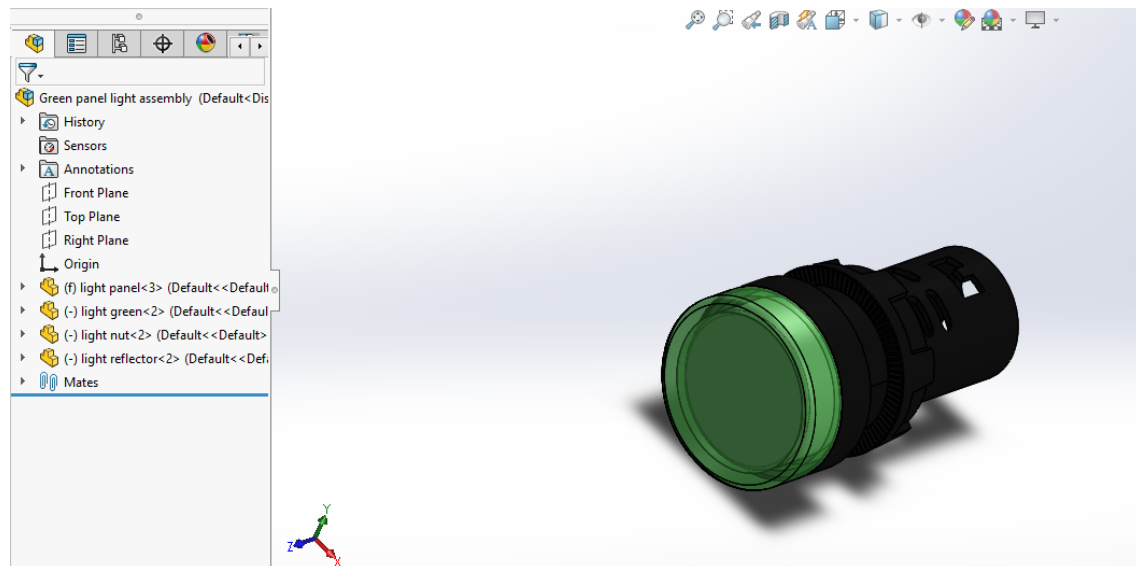
*Diseño de tomacorriente doble*



*Nota.* En la figura se observa el diseño del tomacorriente doble el cual se realizó en el software SOLIDWORKS.

## Figura 32

### Diseño de la luz piloto color verde



*Nota.* La imagen se observa el diseño la luz piloto de color verde, la cual se realizó en el software SOLIDWOKS.

### Cálculo de iluminación artificial y natural en el laboratorio de electrónica digital

Se pude observar en el Anexo 1 el resumen de la escena de luz del laboratorio de Electrónica Digital pero se debe tener en cuenta que el laboratorio consta de 2 partes el aula en sí y la oficina donde se encuentra el docente ya que la iluminación para estos 2 sectores son totalmente distintos, según el resultado que realizo DIALux evo menciona que la oficina donde se encuentra el docente tiene un porcentaje de 0.089% de luz diurna refiriéndose a la luz natural siendo este muy bajo ya que, al encontrarse ubicado en la parte inferior derecha del laboratorio dificulta la llegada de la luz externa a su vez, el resultado de la iluminación artificial o de las lámparas es de una media de 423 luxes y un máximo de 557 luxes encontrándose dentro del valor nominal recomendado para una oficina de 500 *lx*.

Mientras que en la parte del aula donde se encuentran ubicadas las mesas de trabajo se tiene un porcentaje de iluminación natural del 2.294 % este valor es más alto que el anterior ya que la luz exterior ingresa con más fuerza por las ventanas de dimensión grande que tiene el laboratorio a comparación de la oficina que contiene una ventana muy reducida, como resultado del cálculo de la iluminación artificial se obtuvo un valor medio de 956  $lx$  y máximo de 2880  $lx$  excediendo el valor nominal para una aula el cual es de 500  $lx$  lo que muestra con excedente de iluminación en el laboratorio de Electrónica digital, para una mejor visualización de estos valores se tiene que dirigir al software DIALux evo, calcular la iluminación y en la parte derecha se desplegaran todos los valores mencionados anteriormente como se muestra en la Figura 33.

### Figura 33

*Sumario de resultados del Laboratorio de Electrónica Digital*

Sumario de los resultados			
Escena de iluminación activa: Escena de luz 1			
Buscar <input type="text"/>			
Cálculo de iluminación			
Plano útil (Aula)			
	956 lx	0.004	
Plano útil (Iluminancia perpendicular)			
	Real	Nominal	
Media	956 lx	≥ 500 lx	
Min	3.55 lx	-	
Max	2880 lx	-	
Mín./medio	0.004	≥ 0.60	
Mín./máx.	0.001	-	
Parámetros			
Altura	0.800 m		
Superficie útil de cociente de luz diurna (Aula)			
	2.294 %		

*Nota.* La imagen muestra el sumario de resultados de laboratorio de Electrónica Digital.

El valor recomendado para iluminación de un laboratorio u oficina es de 500  $lx$  este valor se obtiene en la opción terreno de DIALux evo en el apartado de Perfil de usuario activo como se muestra en la Figura 34, aquí se muestra la norma que está utilizando siendo esta la Europea EN-12646-1:2021, entre todas las opciones se encuentran diferentes tipos valores de iluminación máxima de distintos lugares, en este caso se seleccionó la opción lugares especiales como puede ser un laboratorio o una tienda de ropa el cual no debe exceder el valor de 1500  $lx$ .

### Figura 34

*Valor máximo de luxes para el laboratorio de Electrónica Digital*

Seleccione un perfil de uso	
Configuración predeterminada	Europa (EN 12464-1:2021)
Selección de platillas	57 Laboratorios y farmacias
	57.1 Iluminación general
Perfil de usuario activo	
Tipo de uso	
Área	57 Instalaciones de sanidad - Laboratorios y farmacias
Aplicación	57.1 Iluminación general
Intensidad lumínica	
Valores de mantenimiento	
Área de trabajo (Em)	500.0 lx <span style="float: right;">Modificar ▶</span>

*Nota.* En la figura se puede observar el valor máximo de luxes para laboratorio de Electrónica Digital.

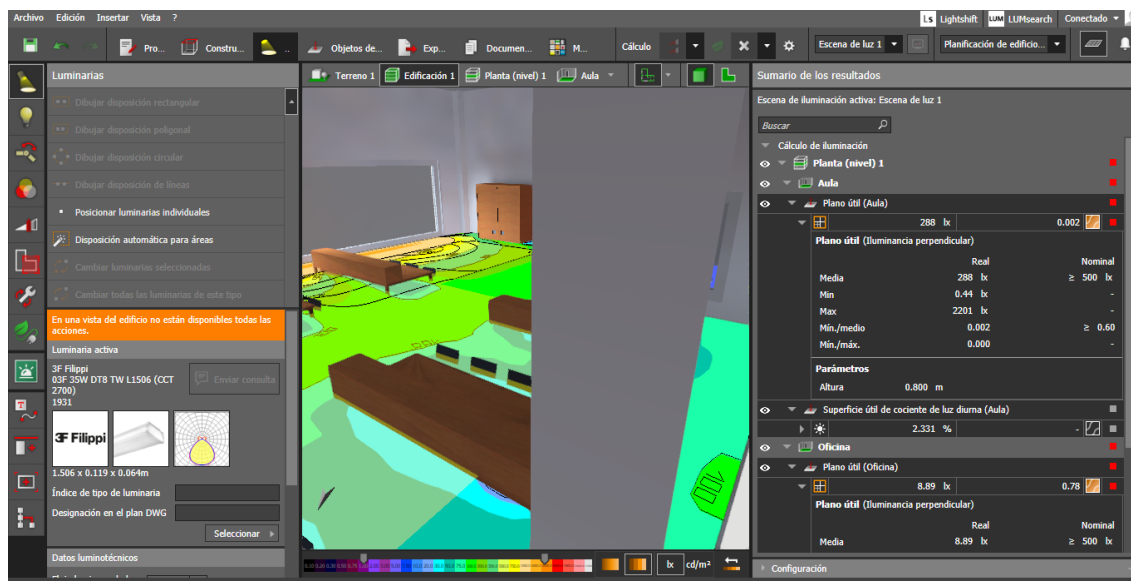
### ***Cálculo de la luz diurna de laboratorio de electrónica digital con cielo cubierto***

Para conocer el cálculo de la luz diurna de laboratorio de Electrónica Digital se debe tener en cuenta que Dialux da 3 opciones, entre estos se encuentra cielo cubierto, cielo medio y cielo despejado dependiendo de cuál sea la elección el procesamiento de datos será distinto

en la Figura 35, se observa el cálculo realizado con la configuración de cielo cubierto, dando como resultado un valor de 288  $lx$  mayor al valor nominal, el cual debe ser de 500 luxes para laboratorios según la norma EN-12464:1.

### Figura 35

#### *Cálculo de luz diurna con el cielo cubierto*



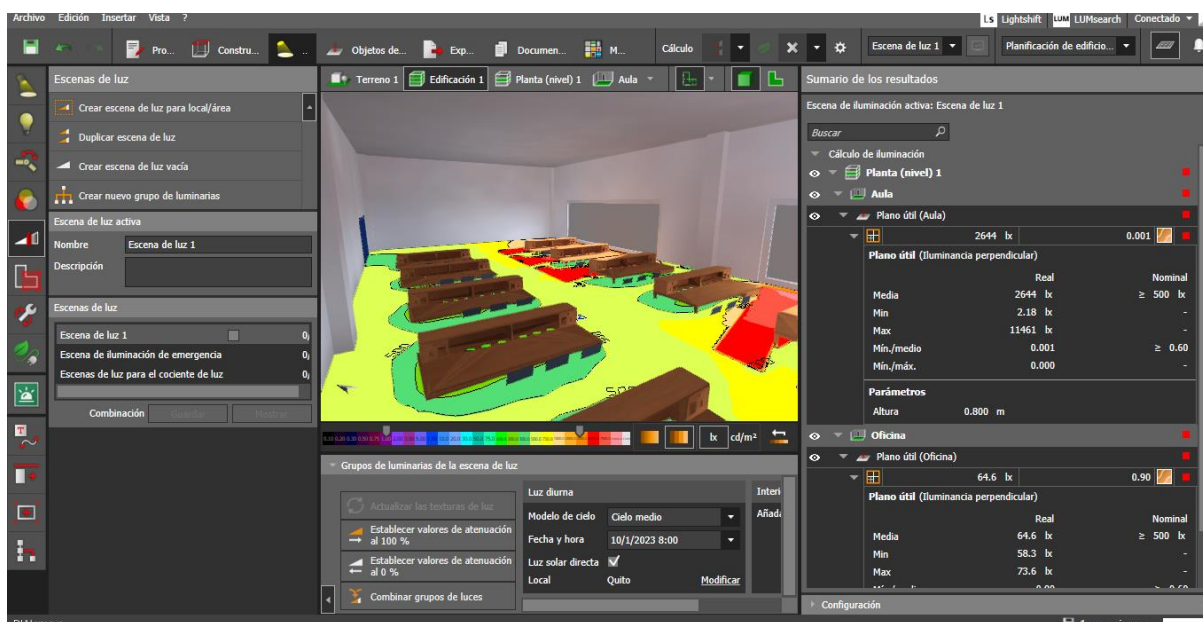
*Nota.* En la figura se muestra el cálculo de luz diurna con el cielo cubierto con el uso del software Dialux evo.

#### ***Cálculo de la luz diurna de laboratorio de electrónica digital con cielo medio***

Para conocer el cálculo de la luz diurna con el cielo medio, se debe ir a la opción de escenas de luz y elegir esta configuración, a continuación, se debe realizar el cálculo el cual se observa en la Figura 36, donde se obtiene un valor de 2644  $lx$ , este valor es muy elevado para los 500  $lx$  regidos por la normativa esto depende de la ubicación del laboratorio y la hora en la que se está calculando la luz diurna siendo en este caso a las 8:00 am por lo cual la luz solar entra directamente por las ventanas obteniendo este alto valor.

Figura 36

## Cálculo de luz diurna con el cielo medio



*Nota.* En la imagen se observa la configuración realizada para el cálculo de luz diurna con el cielo medio en el software Dialux evo.

### ***Cálculo de la luz diurna de laboratorio de electrónica digital con cielo despejado***

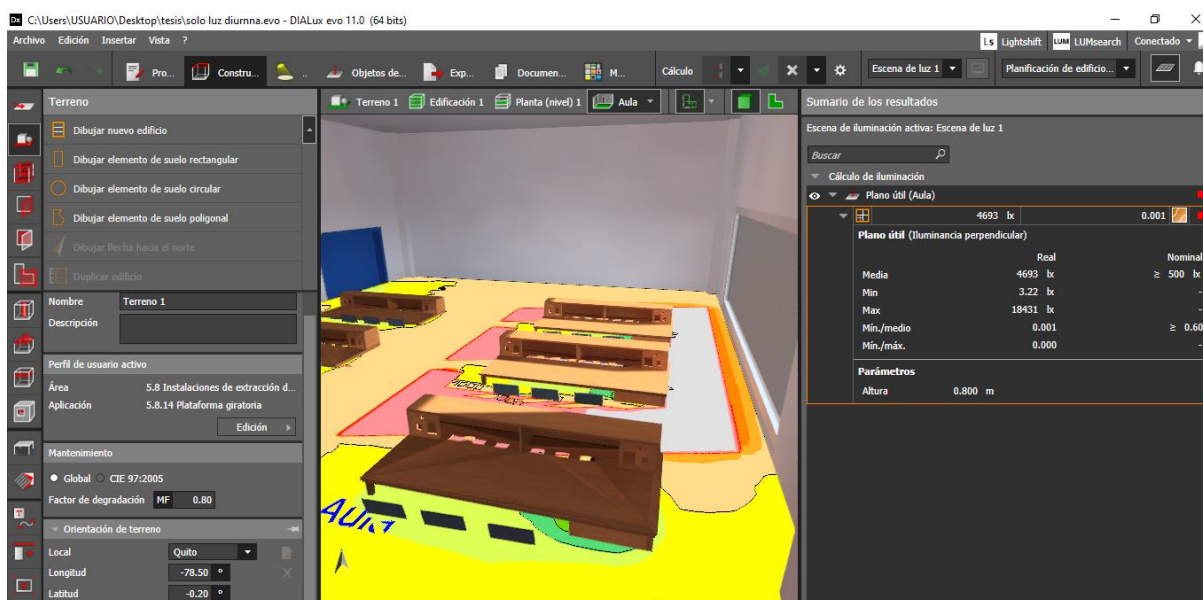
Como última opción se encuentra el cielo completamente despejado, al elegir esta escena el valor de luxes es muy alto ya que la luz solar ingresa al laboratorio sin la interferencia de nubes, como se muestra en la Figura 37, en donde se obtiene un valor de 4693 lx el cual excede completamente a los 500 lx, pero en este caso se entiende ya que la luz natural no puede ser controlada por el ser humano, teniendo en cuenta que el valor de 500 lx es para luz artificial o de las lámparas colocadas en el establecimiento.

En todos los valores mostrados anteriores se obtiene un valor muy alto, ya sea con un cielo cubierto o despejado para evitar que el laboratorio de Electrónica Digital cuente con mucha entrada de luz solar la implementación de persianas ya que al usar estas se impedirá la

entrada de demasiada luz al establecimiento y de esta manera mejorará la visibilidad de los estudiantes al momento de realizar las prácticas, porque al tener mucha luz se puede tener dificultad a la visibilidad para el pizarrón o la presentación de un proyector, para conocer a más a detalle sobre el valor de luxes del laboratorio con la implementación de persianas se realizó el cálculo sin luz diurna simulando unas persianas cerradas como se muestra a continuación.

**Figura 37**

*Cálculo de luz diurna con el cielo despejado*



*Nota.* La imagen muestra el software Dialux evo, con la configuración para el cálculo de luz diurna con el cielo despejado.

### ***Cálculo de iluminación artificial sin entrada de luz natural***

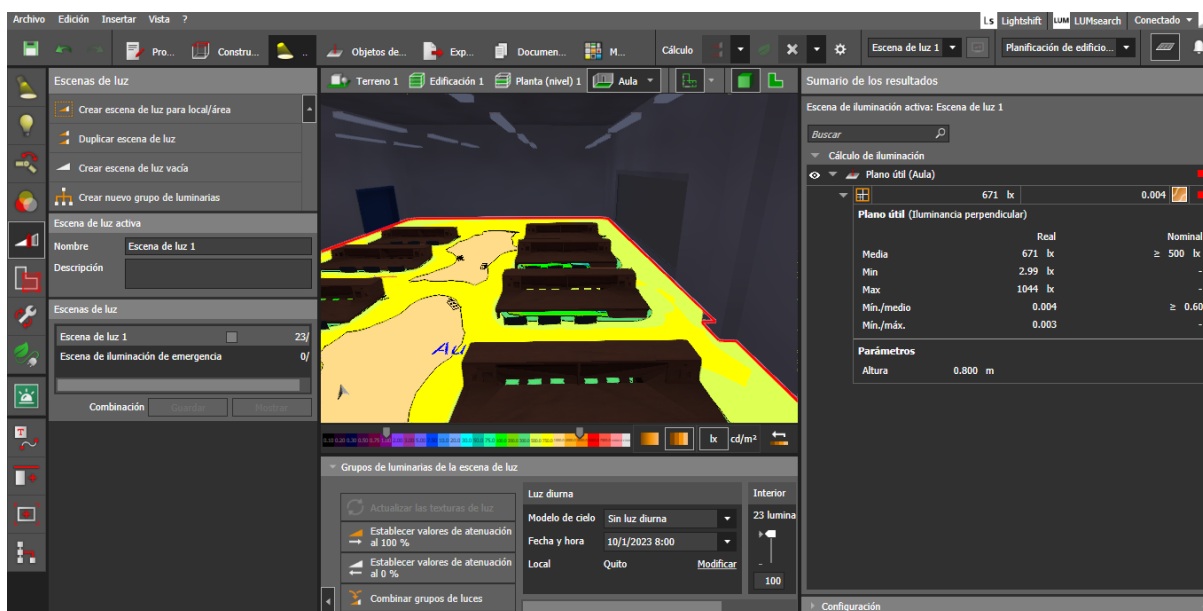
Para finalizar se debe calcular la iluminación artificial, pero sin la entrada de luz natural dando como resultado un valor de 671 lx excediendo mínimamente el valor nominal de 500 lx esto se debe a que, el laboratorio de Electrónica Digital cuenta con demasiadas lámparas



ubicadas, siendo un total de 23 lampas led de 35 W de potencia cada una, por lo cual no se cumple con la normativa EN-12464:1, dicha configuración se observa en la Figura 38.

**Figura 38**

*Cálculo de iluminación artificial sin entrada de luz natural*



*Nota.* A través de la imagen se puede observar el cálculo de iluminación artificial sin entrada de luz natural con el uso del software Dialux evo.

## Planos Eléctricos

### *Plano unifilar de la instalación eléctrica del laboratorio de electrónica digital*

En el Anexo 4 se encuentra el plano unifilar del tablero de distribución del laboratorio de Electrónica Digital STB-01 el cual se encuentra dotado de corriente eléctrica por el tablero de distribución principal TPPBB-01, este sub tablero está conformado por 12 circuitos de los cuales 10 son para tomas y 2 para iluminación del laboratorio, para identificar cada circuito se nombró a cada uno con la letra C principal para mencionar que es un circuito acompañado con un numero para la identificación del mismo como por ejemplo C1.

Para describir que contiene cada circuito se realizó una tabla que muestra el circuito, uso, de trabajo, el tipo de alimentación, el voltaje, la protección colocada y el conductor como se observa en la Tabla 11, el laboratorio de electrónica digital cuenta con 12 circuitos, pero desde el C1 hasta el C10 contienen una alimentación monofásica de 120 V para tomas con una protección de breakers de 2 polo de 10 A y el cable utilizado para su conexión es #10 THHN de hilos , mientras que los circuitos C11 y C12 igualmente contienen una alimentación monofásica de 120 V para iluminación con una protección de breakers de 1 polo de 16 A y para su conexión el uso de cable #14 THHN de 2 hilos.

**Tabla 11**

*Distribución de circuitos del sub tablero de distribución STB-01*

<b>Circuito</b>	<b>Uso</b>	<b>Tipo de Alimentación eléctrica.</b>	<b>Voltaje [V]</b>	<b>Protección</b>	<b>Conductor</b>
C1	Tomacorrientes	Monofásico	120	1x20 [A]	2x10 THHN + 12 THHN - 3/4'0
C2	Tomacorrientes	Monofásico	120	1x20 [A]	2x10 THHN + 12 THHN - 3/4'0
C3	Tomacorrientes	Monofásico	120	1x20 [A]	2x10 THHN + 12 THHN - 3/4'0
C4	Tomacorrientes	Monofásico	120	1x20 [A]	2x10 THHN + 12 THHN - 3/4'0
C5	Tomacorrientes	Monofásico	120	1x20 [A]	2x10 THHN + 12 THHN - 3/4'0
C6	Tomacorrientes	Monofásico	120	1x20 [A]	2x10 THHN + 12 THHN - 3/4'0

<b>Circuito</b>	<b>Uso</b>	<b>Tipo de Alimentación eléctrica.</b>	<b>Voltaje [V]</b>	<b>Protección</b>	<b>Conductor</b>
C7	Tomacorrientes	Monofásico	120	1x20 [A]	2x10 THHN + 12 THHN - 3/4"0
C8	Tomacorrientes	Monofásico	120	1x20 [A]	2x10 THHN + 12 THHN - 3/4"0
C9	Tomacorrientes	Monofásico	120	1x20 [A]	2x10 THHN + 12 THHN - 3/4"0
C10	Tomacorrientes	Monofásico	120	1x20 [A]	2x10 THHN + 12 THHN - 3/4"0
C11	Iluminación	Monofásico	120	1x16 [A]	2x10 THHN + 14 THHN - 3/4"0
C12	Iluminación	Monofásico	120	1x16 [A]	2x10 THHN + 14 THHN - 3/4"0

*Nota.* La presente tabla muestra cómo se encuentra distribuido los circuitos del sub tablero STB-01.

Para la instalación de las mesas desde la numero 1 hasta la mesa 10 se utilizó el circuito monofásico correspondiente como muestra la Tabla 12.

**Tabla 12**

*Distribución de circuitos para la instalación eléctrica en cada mesa de trabajo*

<b>Circuito</b>	<b>Mesa de Trabajo</b>	<b>Tipo de Alimentación eléctrica.</b>	<b>Voltaje [V]</b>	<b>Protección</b>	<b>Conductor</b>
C1	M1	Monofásico	120	1x10 [A]	3x10 THHN

<b>Circuito</b>	<b>Mesa de Trabajo</b>	<b>Tipo de Alimentación eléctrica.</b>	<b>Voltaje [V]</b>	<b>Protección</b>	<b>Conductor</b>
C2	M2	Monofásico	120	1x10 [A]	3x10 THHN
C3	M3	Monofásico	120	1x10 [A]	3x10 THHN
C4	M4	Monofásico	120	1x10 [A]	3x10 THHN
C5	M5	Monofásico	120	1x10 [A]	3x10 THHN
C6	M6	Monofásico	120	1x10 [A]	3x10 THHN
C7	M7	Monofásico	120	1x10 [A]	3x10 THHN
C8	M8	Monofásico	120	1x10 [A]	3x10 THHN
C9	M9	Monofásico	120	1x10 [A]	3x10 THHN
C10	M10	Monofásico	120	1x10 [A]	3x10 THHN

*Nota.* En la tabla se observa cómo se encuentra distribuido los circuitos para la instalación eléctrica en cada mesa de trabajo del laboratorio de Electrónica Digital.

### ***Plano de iluminación***

En el Anexo 5, se encuentra el plano de iluminación donde se observa la distribución de las lámparas en el laboratorio, siendo estas de 35 W de potencia de tipo tubo led, además se menciona el número de lámparas conectadas por cada circuito ya que en el circuito C11 se encuentran conectadas 12 iluminarias y en el circuito C12 se ubican 11 luminarias, dando un total de 23 lámparas repartidas por todo el laboratorio.

### ***Plano de conexión de tomacorrientes***

En el Anexo 6 se puede observar el plano de la conexión de los tomacorrientes que se encuentran en la pared y en el piso además de las tomas instaladas en las mesas de trabajo de laboratorio de electrónica Digital, como ya se mencionó antes estas tomas son dobles, monofásicos de 120 V respectivamente, además se muestra el número de salidas que se encuentran por cada breaker como se observa en la Tabla 13.

**Tabla 13**

*Número de salidas de tomacorrientes por circuito*

<b>Circuitos</b>	<b>Número de salidas</b>
C1	10 salidas
C2	10 salidas
C3	10 salidas
C4	10 salidas
C5	10 salidas
C6	10 salidas
C7	10 salidas
C8	10 salidas
C9	10 salidas
C10	10 salidas

*Nota.* En la tabla se detalla el número de salidas de tomacorrientes por circuito.

## Capítulo IV

### Conclusiones y Recomendaciones

#### Conclusiones

- La instalación eléctrica y la ubicación de sistemas de protección para cada mesa de trabajo del laboratorio de Electrónica Digital, brinda mayor seguridad al momento de realizar prácticas por parte de los estudiantes además de poder energizar a voluntad el lado de la mesa que se necesite ocupar o la mesa completa que se desee, de esta manera hay un ahorro energético, ya que si no se está utilizando las mesas de trabajo los instrumentos eléctricos no consumen energía beneficiando a la universidad y aumentando la vida útil de los equipos.
- Mediante la recopilación de información de fuentes bibliográficas y de proyectos similares, se evidencio que las instalaciones eléctricas y sus sistemas de protección sirven para evitar algunos posibles errores o destrucciones de las instalaciones y equipos o la expansión de ellos, aislando la zona donde se ha producido el incidente mediante el uso de la normativa existente para las instalaciones eléctricas y sistemas de protección.
- Con el levantamiento de información sobre todos los equipos que van a ser conectados para cada circuito, más la inspección detalla de la estructura de cada mesa constatando que sea apta para el desarrollo de la instalación eléctrica y la ubicación de los sistemas de protección y la ejecución de las prácticas de los usuarios en el laboratorio.
- Los sistemas de protección minimizan el riesgo de dañar las partes de algún equipo eléctrico para lo cual su función es muy fundamental al erradicar el mal funcionamiento del sistema eléctrico de algún equipo conectado en ello y proveer su fallo en la localización.

- Los sistemas de protección se instalan para desempeñar algunos objetivos como son el resguardo a personas y equipos, la reducción de fallos o errores, una vigilancia ininterrumpida, descubrir examinar, descartar y monitorear los fallos o errores.
- Con el uso de fórmulas se pudo determinar la corriente que consumen los instrumentos eléctricos para el correcto dimensionamiento de la protección eléctrica, además del cálculo de conductor necesario para la instalación, teniendo en cuenta la normativa que rige en el país para instalaciones eléctricas y desarrollar una conexión adecuada para la instalación eléctrica de cada mesa de trabajo del laboratorio de Electrónica Digital.
- La instalación eléctrica se realizó teniendo en cuenta el correcto dimensionamiento de las protecciones eléctricas y del conductor, para que la conexión de todos los dispositivos cumpla los requerimientos de la normativa vigente y tener una instalación adecuada para la ejecución de prácticas educativas de los estudiantes en el laboratorio de Electrónica Digital.
- Los breakers que sirvieron para realizar el sistema de protección son termomagnéticos de 2 polos, este es automático magnetotérmico y su rango de entrada es de 230/440 V el cual consta de protección IP20 es decir que su grado de protección de materiales o equipos contra el ingreso de cuerpos solidos extraños es de  $\phi \geq 12,5\text{mm}$  y su grado de protección de la envolvente contra la penetración de agua con efectos perjudiciales es no protegido.
- Los breakers utilizados en cada mesa de trabajo se basan en la norma IEC 61643-11, la cual es aplicable a los dispositivos para su debida protección contra sobrecargas, contra efectos directos e indirectos de rayos o sobretensiones transitorias y su instalación es Riel Din, lo cual permite que los montajes de estos equipos eléctricos sean rápidos y sencillos.

- La luz piloto se utilizó como señalización en mandos para indicar la activación de la alimentación eléctrica en cada una de las mesas, de acuerdo a la norma IEC 60204-1 el cual establece el código de colores para las luces piloto esto quiere decir que al utilizar el color verde como lo realizamos es porque el breaker está preparado para dar servicio.
- El uso del software DIALux permitió una mejor observación sobre la iluminación necesaria para laboratorios, todo esto cumpliendo una normativa que establece el valor predeterminado de luxes, de igual forma muestra una simulación completa de luz diurna o luz natural que puede ocurrir a diferentes horas y dependiendo el clima siendo este muy realista para dar un cálculo óptimo de todo el sistema de iluminación del laboratorio de Electrónica Digital.



## Recomendaciones

- Teniendo en cuenta que se trata del laboratorio de Electrónica Digital, cada mesa de trabajo se debe cuidar y mantener en perfectas condiciones, ya que de lo contrario la vida útil de las protecciones, tomacorriente y luces piloto será de corto plazo.
- Se debe razonar sobre las cargas que se instalarán en cada mesa de trabajo para así tener en cuenta que tipo de breaker se utilizará y la norma a la cual se debe regir para realizar una protección a los equipos y a los usuarios, de esta manera evitar que se produzca un fallo o alteración.
- Se debe tomar en cuenta cada una de las normas especificadas en cada elemento, el cual va a contribuir en el sistema de protección con su debido funcionamiento.
- Para el desarrollo del dimensionamiento se debe tener en cuenta la carga total que se va a conectar al circuito para ello se debe conocer los equipos que están en cada mesa de trabajo, la potencia que consumen estos y la corriente.
- Es importante revisar el comportamiento de cada una de las cargas instaladas en cada mesa de trabajo para que no se produzca ningún fallo o se ocasione alguna sobretensión posterior a la que soportan los breakers.
- Se recomienda realizar una inspección periódica en cada una de las instalaciones eléctricas con el fin de verificar las conexiones, de tal manera que se encuentren bien y haya continuidad, para posteriormente conectar los dispositivos y darles su debido funcionamiento.
- Se debe considerar que los breakers a utilizar sean magnetotérmicos ya que este circuito es diseñado para que el corte de electricidad cuando se excede de los niveles seguros y así evitar daños en las instalaciones eléctricas contra peligros como la sobrecarga o cortocircuitos.

- Para la instalación eléctrica se debe utilizar todos los equipos de protección personal y herramientas adecuadas, para evitar una malas conexiones y accidentes por mala manipulación de la corriente eléctrica.
- Comprobar que cada breaker se encuentre des energizado después de realizar cada práctica en el laboratorio para mantener un ahorro de energía constante.
- La iluminaria colocada en el software DIALux debe tener la misma potencia que las que se encuentran ubicadas en el laboratorio de Electrónica Digital así se logrará un cálculo más acertado.

## Bibliografía

- Acometidas Eléctricas Interna*. (24 de Mayo de 2014). Obtenido de <http://tcelectricista.blogspot.com/2014/05/que-es-una-acometida-se-llama-acometida.html>
- Andrade, R. (16 de Diciembre de 2019). *Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9586>
- Barrera, C., Fernández, F., & Duarte, J. (2018). Diseño de un Ambiente de Aprendizaje Mediado por TIC para la enseñanza de Operadores Mecánicos. *RCTA*, 9.
- Bratu, N., & Campero, E. (2006). *Instalaciones Eléctricas Conceptos Básicos y Diseño*. México D.F.: ALFAOMEGA GRUPO EDITOR, S.A.
- Burgos, J. (Marzo de 2018). *Universidad Carlos III de Madrid*. Obtenido de [https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/28900/TFG\\_Tetyana\\_Ohurok\\_2018.pdf](https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/28900/TFG_Tetyana_Ohurok_2018.pdf)
- Camarena, P. (2018). *Manual de Instalaciones eléctricas residenciales*. Texas: Continental.
- Cantos, J., & Pérez, J. (2018). *Instalaciones Eléctricas Básicas*. Madrid: Ediciones Paraninfo.
- Capella, R. (2017). *Protecciones Eléctricas en MT*. Barcelona: Schneider Electric.
- Castaño, S. (2003). *Repositorio UNAL*. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/7094>
- Chen, S. (s.f.). *Alibaba*. Obtenido de <https://spanish.alibaba.com/product-detail/Top-sale-wooden-electronic-adjustable-work-1600450281215.html>

- Cordova, B. H. (2020). *MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LOS ESQUEMAS DE CONTROL Y FUERZA DEL SISTEMA ELÉCTRICO*. Ciudad de México: SEP.
- Correa, Á., & Mantilla, G. (1986). *SENA Sistema de Bibliotecas Repositorio Institucional*.  
Obtenido de <https://hdl.handle.net/11404/5328>
- División Led*. (2021). Obtenido de <https://www.divisionled.com/interruptores-magnetotermicos-siemens/51690-siemens-5sl6220-7-interruptor-magnetotermico-2p-20a-c-6ka-400v.html>
- Enríquez, G. (2005). *El ABC de las instalaciones eléctricas residenciales*. México D.F.: Editorial Limusa, S.A.
- Escobar, K. (2023). *Espacio Honduras*. Obtenido de <https://www.espaciohonduras.net/instalaciones-residenciales/instalaciones-electricas-residenciales-introduccion>
- Figuroa, J. (2017). *Protecciones de Sistemas Eléctricos*. Instituto Politécnico Universitario "Santiago Mariño".
- Flower, L. (2012). *Instalaciones Residenciales*. Bogotá.
- Forbes. (07 de Diciembre de 2021). *Forbes EC*. Obtenido de <https://www.forbes.com.ec/innovacion/el-medidor-inteligente-ecuatoriano-mas-inteligente-todos-n10659>
- Gallardo, S. (2019). *Técnicas y procesos en instalaciones domóticas y automáticas*. Madrid: Ediciones Paraninfo.
- García, J. (2019). *Técnicas y procesos en instalaciones eléctricas 2.ª edición*. ESPAÑA: Paraninfo, SA.

Godoy, J. (2018). *Diseño de instalaciones eléctricas para un centro automotriz*. Quito: EC-Editoriales.

Gualpa, E., & Mora, J. (Noviembre de 2019). *Estudio, diseño e implementación del sistema eléctrico y puesta tierra para la escuela fiscal mixta "Gonzalo Zaldumbide" de la parroquia LITA-IBARRA*. Quito.

Guerrero, A. (2017). *Instalaciones Eléctricas*. España: Tapa Blanda.

Hernández, K. (11 de Mayo de 2021). *Repositorio Digital - EPN*. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21616>

Hernández, M. (2019). *Instalaciones Electricas Básicas*. Madrid: Paraninfo.

LIESA. (30 de Junio de 2017). *LIESA*. Obtenido de <https://liesa.com.ar/disyuntor-diferencial-siemens/>

LSP. (s.f.). Obtenido de <https://lsp.global/es/ac-surge-protection-device/>

Maila, L. (2021). *Construcción de 4 mesas de trabajo para el Área de análisis instrumental del laboratorio de tecnología industrial (LTI-ESFOT)*. Quito.

Masache, J. (2018). *DIAGNÓSTICO DE LA DEMANDA ELÉCTRICA EN EL PROCESO DE PELAMBRE, CURTIDO Y TERMINADO DE PIELES, PARA EL REDISEÑO DEL SISTEMA DE FUERZA EN LA CURTIEMBRE SAN ISIDRO, PARROQUIA PICAIHUA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA*. Latacunga.

Mayta, C. (2019). *Repositorio Institucional Continental*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12394/7119>

- Miranda, J. L. (2018). *Diseño del sistema eléctrico de fuerza(Power Pack) del equipo de perforación M-Drill en la Compañía Minera Buenaventura*. Huacayo: Universal Continental.
- Morales, C. (2019). *MODIFICACIÓN Y ADECUACIÓN ELÉCTRICA DE FUERZA, DATOS E ILUMINACIÓN DE LOS LABORATORIOS DE CONTROL Y DESARROLLO*. Pereira.
- Morán, J. (2014). *Repositorio Digital UCSG* . Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/2873>
- NEC. (Febrero de 2018). *habitadyvivienda*. Obtenido de habitadyvivienda: <https://www.habitadyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/NEC-SB-IE-Final.pdf>
- Nieto, L. (2018). *Mantenimiento de sistemas eléctricos* . Guayaquil: Guzman.
- Onesimo, D. (2017). *INSTALACIONES ELÉCTRICAS PRÁCTICAS*. Ciudad de México: COL. S. DIAZ MIRON.
- ORS, G. (01 de Diciembre de 2021). *Grupo ORS*. Obtenido de <https://grupoors.com.mx/2020/05/25/5-consejos-para-elegir-una-planta-de-emergencia/>
- Penagos, H. P. (15 de Diciembre de 2020). *scielo*. Obtenido de scielo: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-56092006000300012](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56092006000300012)
- REBT. (2022). *Reglamento electrotecnico para baja tension e ITC*. Madrid: BOE.
- Reyes, J. (2020). *Rediseño de las instalaciones eléctricas para el estadio de Nayón y el estadio de Inchapicho*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Rodríguez, J. (31 de Agosto de 2017). *Diseño de un Laboratorio de Circuitos y la Selección de Equipos para la Escuela de Ingeniería Mecatrónica de la Facultad de Ingeniería de la*

*Universidad Nacional de Trujillo*. Obtenido de  
<http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/9484>

Rosell Farrás, M. G., Guardino Solá, X., & Gadea Carrera, E. (26 de Julio de 2018). *Ministerio de trabajo y asunto sociales España*. Obtenido de Ministerio de trabajo y asunto sociales España:

[https://www.cso.go.cr/legislacion/notas\\_tecnicas\\_preventivas\\_insht/NTP%20433%20-%20Prevencion%20del%20riesgo%20en%20el%20laboratorio.%20Instalaciones,%20material%20de%20laboratorio%20y%20equipos.pdf](https://www.cso.go.cr/legislacion/notas_tecnicas_preventivas_insht/NTP%20433%20-%20Prevencion%20del%20riesgo%20en%20el%20laboratorio.%20Instalaciones,%20material%20de%20laboratorio%20y%20equipos.pdf)

RP. (2023). Obtenido de <https://gruporp.es/970-interruptor-general-automatico-hager-mz225v-limitador-sobretensiones-permanente-2p-25a.html>

Sánchez, M. (2017). *Instalaciones Eléctricas Interiores*. México: Editex.

Saucedo, N. (2013). *Evaluación de la seguridad en las instalaciones eléctricas interiores de las viviendas en el sector Los Arrozales - Jaén*. Obtenido de Universidad Nacional de Cajamarca: <http://hdl.handle.net/20.500.14074/59>

Schneider. (25 de Agosto de 2022). *Schneider Electric*. Obtenido de [https://www.se.com/ww/resources/sites/SCHNEIDER\\_ELECTRIC/content/live/FAQS/290000/FA290198/es\\_ES/Curvas%20disparo%20aparamenta%20modular%20Acti9.pdf](https://www.se.com/ww/resources/sites/SCHNEIDER_ELECTRIC/content/live/FAQS/290000/FA290198/es_ES/Curvas%20disparo%20aparamenta%20modular%20Acti9.pdf)

Siemens. (2023). *Hoja de datos 5SL3204-7MB*.

Silva, H. (16 de Febrero de 2017). *Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/6216>

UNE. (2021). *Saltoki*. Obtenido de <https://www.saltoki.com/iluminacion/docs/03-UNE-12464.1.pdf>

- UNLP. (15 de Julio de 2022). *Tableros Eléctricos*. Obtenido de <https://unlp.edu.ar/wp-content/uploads/90/33790/49cdae8cd1a7709f8adecd349c9ae455.pdf>
- Urraco, N. (06 de Junio de 2020). *Ecociudades*. Obtenido de <https://ecociudades.com.ar/2020/06/02/termomagnetico/>
- Vaello, J. (s.f.). *Automatismo Industrial*. Obtenido de <https://automatismoidustrial.com/cursos-carnet-instalador-baja-tension/a-instalaciones-de-enlace/3-1-elementos-de-proteccion/3-1-4-el-fusible/>
- Viteri, G., López, A., & Gallo, I. J. (23 de Agosto de 2011). *Aplicación de Fusibles e Interruptores Termomagnéticos*. Obtenido de ESPOL: <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/16920>
- Vizcarra, J. (2017). *BANCO DE PRUEBAS PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS CIVILES EN EL LABORATORIO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LA UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA*. Guayaquil: Klever.
- Zuñiga, P. (12 de Abril de 2010). *Instalaciones Eléctricas Residenciales*. Obtenido de <https://instalacioneselctricasresidenciales.blogspot.com/2010/04/3-diagramas-de-circuitos-electricos.html>
- Zuñiga, P. (10 de Abril de 2013). *Instalaciones Eléctricas Residenciales*. Obtenido de <https://instalacioneselctricasresidenciales.blogspot.com/2013/04/instalacion-de-tierra-fisica.html>



# Anexos