



**Implementación del sistema de cableado eléctrico, sistemas de protección y red de internet para el Laboratorio de Electrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga Extensión Belisario Quevedo.**

Baldeón Berugachi, Kevin David; Parra Mejía, Naidelyn Marlyn y Robayo Rivadeniera, Marco

Antonio

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

09 de febrero del 2023

Latacunga

## Reporte de verificación de contenidos

### NOMBRE DEL CURSO

Revisión Tesis

### NOMBRE DEL ALUMNO

MARCO ANTONIO ROBAYO RIVADENEIRA

### NOMBRE DEL ARCHIVO

MARCO ANTONIO ROBAYO RIVADENEIRA - Documento sin título

### SE HA CREADO EL INFORME

8 feb 2023

### Resumen

Fragmentos marcados	2	0,9 %
Fragmentos citados o entrecomillados	5	3 %

### Coincidencias de la Web

academia.edu	2	2 %
facebook.com	1	0,9 %
ojotics.blogspot.com	1	0,5 %
pepeenergy.com	1	0,4 %
faradayos.info	1	0,4 %
jdelectricos.com.co	1	0,3 %

1 de 7 fragmentos

Fragmento del alumno **MARCADO**

...cerrado, y no están expuestas a factores ambientales. Parte desde un cuadro general de distribución a fin de alimentar cada uno de los puntos de consumo dentro del edificio.

#### Mejor coincidencia en la Web

Las instalaciones interiores parten desde un cuadro general de distribución a fin de alimentar cada uno de los puntos de consumo dentro del edificio. Un esbozo ...

¿Qué es una instalación interior? | Blog Pepeenergy <https://www.pepeenergy.com/blog/glosario/definicion-instalacion-interior/>

2 de 7 fragmentos

Fragmento del alumno **ENTRECOMILLADO**

c) **Número de polos:** Es la cantidad de salidas que tiene el tomacorriente para alimentar la carga estos pueden ser fase y neutro. Cabe resaltar que la salida a tierra no est...

#### Mejor coincidencia en la Web



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



Departamento de Eléctrica y Electrónica

Carrera de Tecnología Superior en Automatización e Instrumentación

### Certificación

Certifico que la monografía: **“Implementación del sistema de cableado eléctrico, sistemas de protección y red de internet para el Laboratorio de Electrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga Extensión Belisario Quevedo”** fue realizada por el/los señor/señores **Baldeón Perugachi, Kevin David; Parra Mejía, Naidelyn Marlyn y Robayo Rivadeneira, Marco Antonio**, la misma que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se la sustente públicamente.

Latacunga, 08 de febrero 2023

Firma:

Ing. Chipugsi Calero, Freddy Julián

C. C.0502943541




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

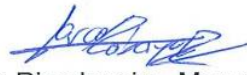
Responsabilidad de Autoría

Nosotros, **Baldeón Perugachi, Kevin David**, con cédula de ciudadanía n°1726940057, **Parra Mejía, Naidelyn Marlyn**, con cédula de ciudadanía n° 1756661048 y **Robayo Rivadeneira, Marco Antonio**, con cédula de ciudadanía n°1723952741, declaramos que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **Implementación del sistema de cableado eléctrico, sistemas de protección y red de internet para el Laboratorio de Electrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga Extensión Belisario Quevedo** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 09 de febrero 2023

  
Baldeón Perugachi, Kevin David  
C.C.:1726940057

  
Parra Mejía, Naidelyn Marlyn  
C.C.:1753661048

  
Robayo Rivadeneira, Marco Antonio  
C.C.: 1723952741



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


**Autorización de Publicación**

Nosotros **Baldeón Perugachi, Kevin David**, con cédula de ciudadanía n°1726940057, **Parra Mejía, Naidelyn Marlyn**, con cédula de ciudadanía n° 1756661048 y **Robayo Rivadeneira, Marco Antonio**, con cédula de ciudadanía n°1723952741, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **“Implementación del sistema de cableado eléctrico, sistemas de protección y red de internet para el Laboratorio de Electrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga Extensión Belisario Quevedo”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.


Latacunga, 09 de febrero 2023



Baldeón Perugachi, Kevin David  
C.C.:1726940057



Parra Mejía, Naidelyn Marlyn  
C.C.:1753661048



Robayo Rivadeneira, Marco Antonio  
C.C.: 1723952741

## **Dedicatoria**

Estudiante Kevin David Baldeón Perugachi

Le dedico esta tesis a mi madre que me apoyó durante todo el semestre incondicionalmente, a mis hermanas que fueron fuente de inspiración para seguir adelante ante toda adversidad, a mi padre y madrastra que me ayudaron a decidir continuar en mis estudios.

Estudiante Naidelyn Marlyn Parra Mejía

El presente trabajo es dedicado a mi familia especialmente a mis padres Lidia y Carlos quienes han sido mi apoyo y guía para seguir adelante desde el momento en el que comencé con mis estudios. Gracias por su ayuda incondicional y su paciencia infinita que me ayudó para superarme y formarme con grandes valores. A mis hermanas quienes me apoyaron en cada uno de mis objetivos y anhelos con sus consejos y sus votos de fe, también a mi sobrina Eilyn que ha puesto en mí toda la fuerza para seguir adelante. Me considero muy afortunada de estar rodeada de gente que me brinde su amor sincero, espero enorgullecerlos hoy y siempre.

Estudiante Marco Antonio Robayo Rivadeneira

Dedico este trabajo y título a mis padres y hermanos que fueron el motor que me impulsó a culminar esta etapa de mi vida con éxito, gracias a ellos he logrado superarme a mí mismo. También dedico este trabajo a mis amigos y compañeros que fueron un gran apoyo durante mis estudios universitarios.



## **Agradecimiento**

Estudiante Kevin David Baldeón Perugachi

Agradezco a mi padre, madre y hermanas por el apoyo que me brindaron durante todo el ciclo académico de estudios superiores, también agradezco a la universidad por darme la oportunidad de estudiar en su establecimiento abriendo sus puertas para poder asistir cada día, de igual manera agradezco a los ingenieros de la universidad que vertieron su tiempo y conocimiento para poder realizar este trabajo de tesis al igual que cada práctica a lo largo de la carrera y agradezco a todos mis compañeros y amigos que me apoyaron para mejorar cada día.

Estudiante Naidelyn Marlyn Parra Mejía

Agradezco a Dios por guiar mis pasos y a todas las personas que confiaron y me apoyaron para lograr esta meta, especialmente a mi tutor académico el Ingeniero Julián Chipugsi por guiarme e instruirme para desarrollarme profesionalmente.

También quiero agradecer a Jonathan por su incondicional apoyo en cada momento, espero contar contigo siempre.

Estudiante Marco Antonio Robayo Rivadeneira

Agradezco a todas aquellas personas que formaron parte de mi vida durante este proceso, ellos fueron una ayuda para que pueda enfocarme y lograr alcanzar mis metas.

**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>9</b>
<b>Índice de contenidos .....</b>	<b>12</b>
<b>Índice de figuras .....</b>	<b>17</b>
<b>Índice de tabla.....</b>	<b>19</b>
<b>Resumen.....</b>	<b>20</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>21</b>
<b>Capítulo I: Introducción.....</b>	<b>22</b>
<b>Tema .....</b>	<b>22</b>
<b>Antecedentes .....</b>	<b>22</b>
<b>Planteamiento del problema .....</b>	<b>22</b>
<b>Justificación.....</b>	<b>23</b>

Objetivos .....	23
<i>Objetivo general</i> .....	23
<i>Objetivos específicos</i> .....	24
Alcance.....	24
Capítulo II: Marco teórico .....	26
Laboratorio eléctrico .....	26
Instalaciones eléctricas.....	26
<i>Clasificación de las instalaciones eléctricas</i> .....	28
Nivel de voltaje .....	28
Lugar de instalación .....	28
<i>Conductor eléctrico</i> .....	29
Partes que componen los conductores eléctricos.....	29
Clasificación de los conductores eléctricos.....	30
<i>Tomacorriente</i> .....	31
Características de los tomacorrientes .....	32
Tipos de tomacorrientes.....	32
<i>Empalmes eléctricos</i> .....	36

<b>Tipos de empalmes eléctricos:</b> .....	<b>36</b>
<i>Terminal eléctrico</i> .....	<b>38</b>
<b>Tipos de terminales</b> .....	<b>39</b>
<b>Sistema de Protección Eléctrica</b> .....	<b>40</b>
<i>Características que deben cumplir los sistemas de protección eléctrica. .</i>	<b>41</b>
<i>Puesta a Tierra</i> .....	<b>42</b>
<i>Interruptor Termomagnético</i> .....	<b>43</b>
<b>Funcionamiento y partes de un interruptor termomagnético.</b> .....	<b>43</b>
<b>Curva de un interruptor termomagnético</b> .....	<b>44</b>
<b>Tipos de interruptor termomagnético</b> .....	<b>46</b>
<i>Fusible</i> .....	<b>47</b>
<b>Funcionamiento</b> .....	<b>47</b>
<b>Tipos de fusibles</b> .....	<b>47</b>
<b>Normativas de las instalaciones eléctricas</b> .....	<b>49</b>
<i>Circuitos de tomacorrientes</i> .....	<b>49</b>
<i>Reglamentación de conductores</i> .....	<b>49</b>
<i>Reglamento de iluminación</i> .....	<b>50</b>

<b>Capítulo III: Desarrollo</b> .....	<b>51</b>
<b>Levantamiento de información</b> .....	<b>51</b>
<b>Cálculo de cargas</b> .....	<b>52</b>
<b>Cálculos para el dimensionamiento de conductor y sistemas de protección.</b> .....	<b>56</b>
<b>Selección de elementos a implementar</b> .....	<b>58</b>
<i>Tomacorriente monofásico a 120V/15A</i> .....	<b>58</b>
<i>Tomacorriente monofásico a 3 hilos 220V/15A</i> .....	<b>59</b>
<i>Tomacorriente trifásico 360V/30A</i> .....	<b>59</b>
<i>Face plate</i> .....	<b>60</b>
<i>Luz piloto</i> .....	<b>60</b>
<i>Interruptores termomagnéticos</i> .....	<b>61</b>
<i>Terminales tipo U</i> .....	<b>61</b>
<b>Planos eléctricos</b> .....	<b>62</b>
<i>Plano unifilar de la instalación eléctrica</i> .....	<b>62</b>
<i>Plano tomacorrientes 120V</i> .....	<b>63</b>
<i>Plano tomacorrientes 220V</i> .....	<b>64</b>
<i>Plano tomacorrientes trifásicos 360V</i> .....	<b>65</b>

<i>Plano de iluminación</i> .....	65
<b>Análisis de interruptores termomagnéticos instalados.</b> .....	66
<b>Análisis e interpretación de resultados en software iluminación</b>	
<b>DIALux.</b> .....	72
<i>Cielo despejado.</i> .....	73
<i>Cielo medio.</i> .....	75
<i>Cielo cubierto.</i> .....	77
<b>Capítulo IV: Conclusiones y recomendaciones</b> .....	78
<b>Conclusiones</b> .....	78
<b>Recomendaciones</b> .....	78
<b>Bibliografía</b> .....	79
<b>Anexos</b> .....	85



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Sistema de distribución eléctrica</i> .....	26
<b>Figura 2</b> <i>Partes de un conductor</i> .....	30
<b>Figura 3</b> <i>Cable de alambre</i> .....	30
<b>Figura 4</b> <i>Conductor de cable</i> .....	31
<b>Figura 5</b> <i>Conductor monoconductor</i> .....	31
<b>Figura 6</b> <i>Conductor multiconductor</i> .....	31
<b>Figura 7</b> <i>Tomacorriente de 125[V]</i> .....	33
<b>Figura 8</b> <i>Tomacorriente polarizado</i> .....	33
<b>Figura 9</b> <i>Tomacorriente no polarizado</i> .....	34
<b>Figura 10</b> <i>Tomacorriente a 240[V]</i> .....	34
<b>Figura 11</b> <i>Tomacorriente trifásicos</i> .....	35
<b>Figura 12</b> <i>Tomacorriente de red con su cable Rj45</i> .....	36
<b>Figura 13</b> <i>Empalme de prolongación</i> .....	36
<b>Figura 14</b> <i>Empalme cola de rata</i> .....	37
<b>Figura 15</b> <i>Empalme dúplex</i> .....	37
<b>Figura 16</b> <i>Empalme de cables en "T" o en derivación simple</i> .....	38
<b>Figura 17</b> <i>Empalme de cables en "T" o de derivación múltiple</i> .....	38
<b>Figura 18</b> <i>Terminal de punta</i> .....	39
<b>Figura 19</b> <i>Terminal redondo</i> .....	39
<b>Figura 20</b> <i>Terminal de horquilla</i> .....	40
<b>Figura 21</b> <i>Terminal plano / terminal lengüeta</i> .....	40
<b>Figura 22</b> <i>Importancia de un sistema puesto a tierra</i> .....	42
<b>Figura 23</b> <i>Partes de un interruptor termomagnético</i> .....	44
<b>Figura 24</b> <i>Curva de disparo de un interruptor termomagnético</i> .....	45
<b>Figura 24</b> <i>Símbolos y representación de fusibles</i> .....	47

<b>Figura 25</b> <i>Fusible cilíndrico</i> .....	48
<b>Figura 27</b> <i>Fusible encapsulado de vidrio</i> .....	48
<b>Figura 28</b> <i>Fusible de cuchillas</i> .....	48
<b>Figura 28</b> <i>Iniciar nuevo proyecto</i> .....	53
<b>Figura 29</b> <i>Selección de elementos</i> .....	54
<b>Figura 30</b> <i>Circuito armado</i> .....	54
<b>Figura 31</b> <i>Carga total</i> .....	55
<b>Figura 32</b> <i>Carga total</i> .....	56
<b>Figura 33</b> <i>Tomacorrientes de 120 [v]</i> .....	58
<b>Figura 34</b> <i>Tomacorrientes de 220[V]</i> .....	59
<b>Figura 35</b> <i>Tomacorrientes trifásicos[V]</i> .....	59
<b>Figura 36</b> <i>Face plate instalado</i> .....	60
<b>Figura 37</b> <i>Luz piloto</i> .....	61
<b>Figura 38</b> <i>Interruptores termomagnéticos instalados</i> .....	61
<b>Figura 39</b> <i>Terminales instalados</i> .....	62
<b>Figura 41</b> <i>Curva de disparo tipo C tablero circuitos 120[V]</i> .....	67
<b>Figura 41</b> <i>Curva de disparo tipo C mesas circuitos 120[V]</i> .....	68
<b>Figura 43</b> <i>Curva de disparo tipo C tablero circuitos 220[V]</i> .....	70
<b>Figura 43</b> <i>Curva de disparo tipo C mesas circuitos 220[V]</i> .....	70
<b>Figura 44</b> <i>Gráfica de luz natural en luxes</i> .....	74
<b>Figura 46</b> <i>Gráfica de luz artificial en luxes</i> .....	74
<b>Figura 46</b> <i>Entrada de luz con Cielo medio</i> .....	75
<b>Figura 48</b> <i>Gráfica de luz natural en luxes</i> .....	76
<b>Figura 49</b> <i>Gráfica de luz artificial en luxes</i> .....	76
<b>Figura 50</b> <i>Niveles de luz con cielo medio</i> .....	77

## ÍNDICE DE TABLA

<b>Tabla 1</b> <i>Clasificación de interruptores térmicos por sus curvas</i> .....	46
<b>Tabla 2</b> <i>Código de colores para cables según su utilización</i> .....	50
<b>Tabla 3</b> <i>Voltaje, corriente y potencia</i> .....	51
<b>Tabla 4</b> <i>Cálculo de corriente con equipos mayores a 120 [V].</i> .....	53
<b>Tabla 5</b> <i>Tabla de conductores.</i> .....	57
<b>Tabla 6</b> <i>Circuitos eléctricos</i> .....	63
<b>Tabla 7</b> <i>Circuitos eléctricos de las mesas de trabajo</i> .....	63
<b>Tabla 8</b> <i>Circuitos monofásicos de tomacorrientes</i> .....	64
<b>Tabla 9</b> <i>Circuitos bifásicos de tomacorrientes</i> .....	64
<b>Tabla 10</b> <i>Circuitos trifásicos a 220[V] de tomacorrientes.</i> .....	65
<b>Tabla 11</b> <i>Circuito de iluminación</i> .....	65
<b>Tabla 12</b> <i>Escalas de luz en diferentes modelados del cielo</i> .....	72
<b>Tabla 13</b> <i>Niveles de luz en cielo despejado</i> .....	73
<b>Tabla 14</b> <i>Niveles de luz en cielo medio</i> .....	75

## Resumen

El siguiente proyecto de integración curricular, tiene como objetivo realizar la implementación del cableado eléctrico, sistemas de protección y red de internet para el Laboratorio de Electrónica perteneciente al Departamento de Eléctrica y Electrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga Extensión Belisario Quevedo. El laboratorio cuenta con mesas de trabajo las cuales carecen de un sistema eléctrico y sistemas de protección, esto representa un problema para el desarrollo de prácticas técnicas para los estudiantes. Para solucionar este problema se realizó el sistema del cableado eléctrico para todas las mesas de trabajo dentro del laboratorio, cada mesa de trabajo cuenta con un sistema de protección contra sobrecarga y cortocircuito; además, de contar con puntos de alimentación para diferentes niveles de tensión considerados para los equipos del laboratorio y un punto para conexión a internet mediante cable RJ45. Finalmente se realizó un análisis de iluminación mediante el software DIALux para determinar el nivel de iluminación dentro del laboratorio. Dentro de este proyecto encontraremos un manual sobre el software DIALux que ayudará al lector a crear un nuevo proyecto para realizar un análisis de iluminación, también se presentará un manual para el uso del software Solid Works, dentro de este programa se diseñaron las mesas de trabajo con todos los elementos instalados, ya que este programa nos permite diseñar objetos con un detalle realista.

*Palabras clave:* Instalaciones eléctricas, DIALux, laboratorio, sistemas de protección.

## **Abstract**

The following curricular integration project aims to implement the electrical wiring, protection systems and internet network for the Electronics Laboratory belonging to the Department of Electrical and Electronics of the University of the Armed Forces ESPE Latacunga Extension Belisario Quevedo. The laboratory has work tables which lack an electrical system and protection systems, this represents a problem for the development of technical practices for students. To solve this problem, the electrical wiring system was designed for all the work tables in the laboratory, each work table has a protection system against overload and short circuit; in addition, it has power points for different voltage levels considered for the laboratory equipment and a point for internet connection through RJ45 cable. Finally, a lighting analysis was performed using DIALux software to determine the lighting level inside the laboratory. Within this project we will find a manual on the DIALux software that will help the reader to create a new project to perform a lighting analysis, we will also present a manual for the use of Solid Works software, within this program the work tables were designed with all the elements installed, since this program allows us to design objects with a realistic detail.

*Key words:* Electrical installations, DIALux, laboratory, protections systems.

## Capítulo I

### Introducción

#### Tema

Implementación del sistema de cableado eléctrico, sistemas de protección y red de internet para el Laboratorio de Electrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga Extensión Belisario Quevedo.

#### Antecedentes

La Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE tiene una gran oferta académica en cuanto a tecnologías e ingenierías se refiere, debido a esto debe contar con laboratorios donde los estudiantes puedan hacer uso de los equipos disponibles en los mismos para reforzar su conocimiento teórico y práctico para ser capaces de enfrentarse al mundo laboral una vez terminados sus estudios universitarios.

El proyecto de Mercy Chávez y Diego Juaigua (2017), con tema “Rediseño e Implementación de las instalaciones eléctricas para los laboratorios de la carrera de ingeniería electromecánica en la Universidad Técnica de Cotopaxi cumpliendo con las normativas regionales vigentes” nos indica que con el debido uso de normativas se puede obtener una instalación eléctrica funcional y segura para los estudiantes.

El proyecto de Steve Pinta (2015), con tema “Instalación del sistema eléctrico de fuerza del laboratorio de computación de la carrera de ingeniería en sistemas” nos indica que las especificaciones técnicas de los equipos como voltaje, corriente, potencia y polarización, son de vital importancia para el dimensionamiento de conductores, sistemas de protección y ubicación para los puntos de instalación.

#### Planteamiento del problema

Los laboratorios universitarios al no contar con una instalación eléctrica en su totalidad, evidencian una limitación para el uso de varios equipos. Este tipo de laboratorios han ido

evolucionando desde su origen en el siglo XVIII, y actualmente cuentan con equipos que ayudan al mejoramiento de conocimiento práctico para los estudiantes.

La reciente crisis sanitaria provocada por la pandemia ha generado graves consecuencias en la economía del Ecuador, causando la reducción de presupuestos para el sector educativo, como es el caso del nuevo campus de Belisario Quevedo ubicado en la ciudad de Latacunga.

Dentro del laboratorio de Electrónica, las mesas de trabajo no cuentan con una instalación eléctrica, ni sistemas de protección, lo que representa una limitación significativa para el uso de los equipos existentes en los laboratorios, causando la falta de prácticas para los estudiantes y por consecuente la carencia del reforzamiento de su conocimiento teórico.

### **Justificación**

La adecuación de las mesas de trabajo para el laboratorio de Electrónica ayudará a los estudiantes a obtener habilidades técnicas, que les permitan desenvolverse dentro del mundo laboral. Estas habilidades las alcanzarán sin exponerse a riesgos eléctricos ya que cada mesa contará con su correcto dimensionamiento y selección para sus elementos de protección, además de no preocuparse por la posible falla de los equipos del laboratorio, con esto en mente impulsaremos su voluntad para desenvolverse y aprender.

Con un entorno donde puedan poner en práctica su conocimiento teórico, los estudiantes lograrán desarrollar nuevas habilidades ofreciéndoles una experiencia parecida a un ambiente laboral, donde se aproveche el espacio y cantidad de equipos con los que cuenta el laboratorio. Estas habilidades pueden ser conexión de circuitos, mediciones de voltaje y amperaje, etc.

### **Objetivos**

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

Realizar la implementación del sistema de cableado eléctrico, sistemas de protección y

red de internet para el Laboratorio de Electrónica perteneciente al Departamento de Eléctrica y Electrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga Extensión Belisario Quevedo.

### ***Objetivos específicos***

- Investigar las normativas para instalaciones eléctricas y sistemas de protección en laboratorios educativos.
- Realizar los cálculos para dimensionar correctamente los conductores y elementos de protección.
- Implementar el sistema de cableado eléctrico y elementos de protección para que las mesas de trabajo del laboratorio cuenten con puntos de alimentación de 120 V, 220 V y 360 V; además, de contar con puntos de red de internet.
- Presentar un análisis de iluminación actual mediante el uso de software DIALUX.

### **Alcance**

Este trabajo solventará la limitación que tienen los laboratorios para trabajar con una gran cantidad de equipos en cada mesa de trabajo, la instalación eléctrica contará con un sistema de protección dimensionado basándonos en normativas para garantizar el correcto funcionamiento de las mesas y la seguridad para los estudiantes y docentes.

Con la habilitación de laboratorios universitarios se posibilita la realización de prácticas técnicas que permitirán reforzar el conocimiento teórico de los estudiantes. Las prácticas que se desarrollarán en las mesas de trabajo podrán ser realizadas con éxito solventando la demanda de espacio y equipos que actualmente presenta el laboratorio. Las mesas contarán con sus respectivos elementos de protección, una luz piloto que servirá como indicador de que las mesas se encuentran energizadas, puntos de 120V, 220V, 360V y Red de internet, todos estos elementos estarán basados en normativas vigentes.



Al emplear el software para proyectos de iluminación DIALux, conocemos estadísticamente cuánta luz natural recibe el laboratorio, el valor de iluminación que entrega el laboratorio y el efecto de tener una gran cantidad de luz en los estudiantes. Además, conocemos el consumo eléctrico del laboratorio, para en el futuro de ser necesario se apliquen prácticas de mejoramiento eficiencia energética y confort lumínico.

## Capítulo II

### Marco teórico

#### Laboratorio eléctrico

EPS Alicante (2021) establece que un laboratorio eléctrico es un determinado espacio que permite el diseño, construcción y prueba de circuitos y dispositivos electrónicos basados en electrónica analógica y digital. Permite la interacción del alumno en un entorno propicio para la creación de prototipos de sistemas electrónicos, así como para su análisis y caracterización.

#### Instalaciones eléctricas

Según Pacheco (2013) una instalación eléctrica es el conjunto de componentes que permiten el transporte y distribución de energía eléctrica, desde el punto de suministro hasta el equipo que la utiliza, como se presenta en la Figura 1. Pueden ser expuestas (cables a la vista), aparentes (ductos o tubos), no visibles (dentro de paneles o falsos plafones), o ahogadas (muros, techos o pisos).

Contreras (2011) plantea que la electricidad debe distribuirse a los equipos conectados mediante una instalación eléctrica de manera segura y eficaz. Además, debe ser asequible, adaptable y de fácil acceso. Los componentes de una instalación eléctrica son: acometida, caja general de protección, línea general de alimentación, caja de protección y medida, contador y derivación individual.

#### Figura 1

*Sistema de distribución eléctrica*



*Nota.* Tomado de (Feliciano, 2021)

Según Schallenberg, y otros (2008) los sistemas de suministro eléctrico están formado por los siguientes elementos:

- **Generación:** La electricidad se genera en las centrales eléctricas, las cuales utilizan fuentes de energía primaria para provocar el movimiento en una turbina que, a su vez, hace girar un alternador, generando así la electricidad. Debido a que la electricidad no se puede almacenar a escala industrial, es necesario contar con centrales de potencias elevadas con grandes capacidades para manejar los puntos de consumo y que, al mismo tiempo, sean lo suficientemente adaptables para satisfacer la demanda.
- **Transporte:** La red de transporte se denomina de alta tensión y se encarga de conectar las centrales con las redes de distribución, uniendo las centrales con las subestaciones de transformación. Las líneas de transporte deben estar vinculadas entre sí, para que la electricidad pueda transportarse entre puntos lejanos en múltiples direcciones y con la mínima caída de tensión. Esta transferencia se puede realizar utilizando líneas de corriente directa o alterna y estas pueden ser aéreas o subterráneas.
- **Subestaciones de transformación:** Son plantas de transformación encargadas de reducir la tensión de la red de transporte a la de distribución. Están situados cerca de las centrales generadoras y en las afueras de las distintas zonas de consumo, que están conectadas entre sí por la red de transporte.
- **Distribución:** Las líneas que van desde las subestaciones hasta los centros de transformación conforman la red de distribución. Al igual que la red de transporte las líneas de distribución pueden ser aéreas o subterráneas.
- **Centros de transformación:** Los centros de transformación cuentan con transformadores, también conocidos como autotransformadores, los cuales realizan la última transformación, disminuyendo la tensión de distribución a la tensión de utilización (baja tensión). Una vez generada la electricidad, comienza a viajar por las líneas de

alta, media y baja tensión. Finalmente, obtenemos trabajo útil de la corriente eléctrica cuando conectamos un aparato a un enchufe y cerramos el circuito (luz, calor, movimiento, etc.).

### ***Clasificación de las instalaciones eléctricas***

Las instalaciones eléctricas se clasifican por el nivel de voltaje y el entorno de instalación:

**Nivel de voltaje:** La Agencia de regulación y control de energía y recursos naturales no renovables (2020), estipula que las instalaciones eléctricas pueden clasificarse de acuerdo con el nivel de voltaje, según la Resolución Número ARCONEL-006/2020 se tiene los siguientes niveles de voltaje:

Bajo Voltaje:	voltaje menor o igual a 0,6 kV;
Medio Voltaje:	voltaje superior a 0,6 kV e inferior o igual a 40 kV;
Alto Voltaje 1:	voltaje superior a 40 kV e inferior o igual a 138 kV; y,
Alto Voltaje 2:	voltaje superior a 138 kV

**Lugar de instalación:** Según Campeto Littlewood & Neagu Braíu (1995) las instalaciones eléctricas según su entorno se clasifican en:

- Instalaciones en externas: Las instaladas a la intemperie del punto de recepción (techos, edificios) deben evitar la penetración de agua, y contar con los accesorios necesarios (cubiertas, charreteras y sellos).
- Instalaciones internas: Son aquellas que se encuentran dentro de un lugar cerrado, y no están expuestas a factores ambientales. Parte desde un cuadro general de distribución a fin de alimentar cada uno de los puntos de consumo dentro del edificio.
- Las instalaciones especiales: Son áreas con ambientes peligrosos, excesivamente húmedos o con grandes cantidades de polvo no combustible.

### **Conductor eléctrico**

Balcázar (2021), postula que un conductor eléctrico es todo material o elemento constituido por propiedades físicas, que permiten fluir con facilidad a la corriente eléctrica. Los dos materiales que se utilizan con más frecuencia en la producción de conductores eléctricos son el aluminio y el cobre. A pesar de la excelente conductividad eléctrica de ambos metales, el cobre es el principal componente utilizado en la fabricación de conductores debido a sus importantes ventajas mecánicas y eléctricas. El uso de un material sobre otro como conductor dependerá de sus propiedades eléctricas (capacidad para transportar electricidad), propiedades mecánicas (resistencia a la degradación, robustez), uso previsto y costo.

**Partes que componen los conductores eléctricos:** Araya & Francisco, 2001 explica las partes de un conductor con ayuda de la Figura 2, como se muestra a continuación:

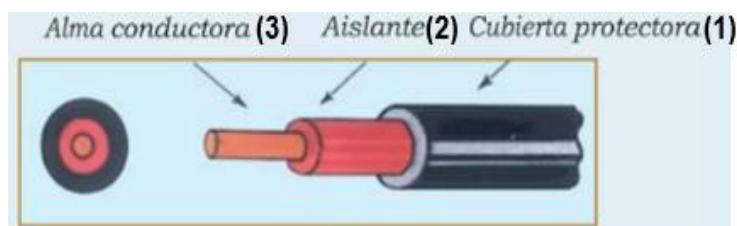
- **Cubiertas protectoras (1):** El objetivo principal de este elemento es proteger la integridad del aislamiento y del alma conductora contra cualquier tipo de riesgo o accidente. Si la protección está constituida por un material resistente, se llama armadura. La protección de tipo eléctrica diseñada en cintas de aluminio o cobre se conocen como pantalla o blindaje.
- **Aislamiento (2):** Este elemento tiene el objetivo de impedir el paso de la corriente eléctrica a los materiales que forman parte de una instalación (ductos, artefactos, etc.), también evita que dicha energía les llegue a las personas evitando así cualquier tipo de accidentes. Del mismo modo, el aislamiento debe eludir el contacto entre conductores de distintos voltajes, ya que pueden hacer contacto entre sí. Los múltiples tipos de aislamiento de conductores están determinados por su comportamiento mecánico y térmico, teniendo en cuenta las condiciones ambientales y de canalización a las que estarán expuestos los conductores. Entre los materiales usados están el PVC (cloruro de polivinilo), PE (polietileno), el caucho,

la goma, el neoprén y el nylon.

- **Elemento conductor o núcleo (3):** Se fabrica en cobre y su objetivo es la de darle sentido de dirección a la energía eléctrica desde los generadores de energía a los centros de distribución (subestaciones, redes y empalmes), con la finalidad de abastecer a los centros de carga eléctrica (industriales, grupos habitacionales, etc).

## Figura 2

*Partes de un conductor*



*Nota.* Tomado de (Araya & Francisco, 2001).

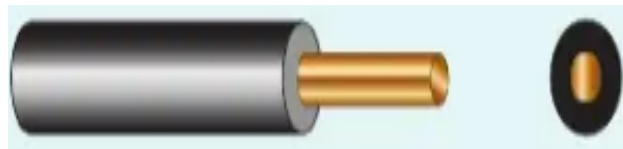
**Clasificación de los conductores eléctricos:** Según Pastor (2022) los conductores eléctricos se clasifican en:

### ***Según su constitución***

- **Alambre:** Está formado por un solo elemento o hilo conductor como se indica en la Figura 3.

## Figura 3

*Cable de alambre*



*Nota.* Tomado de (Araya & Francisco, 2001).

- **Cable:** Está formado por una serie de hilos conductores o alambres de baja sección, haciéndolo muy flexible como se indica en la Figura 4.

## Figura 4

*Conductor de cable*



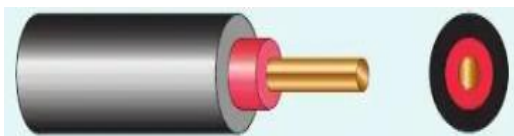
*Nota.* Tomado de (Araya & Francisco, 2001)

### **Según el número de conductores**

- **Monoconductor:** Cuenta con una sola alma conductora, aislamiento y con o sin cubierta protectora como se muestra en la Figura 5.

## Figura 5

*Conductor monoconductor*

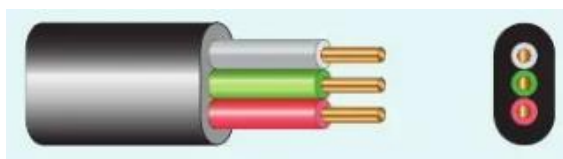


*Nota.* Tomado de (Araya & Francisco, 2001)

- **Multiconductor:** Tiene más de un alma conductora que se encuentran aisladas entre sí y con una o más cubiertas protectoras como se muestra en la Figura 6.

## Figura 6

*Conductor multiconductor.*



*Nota.* Tomado de (Araya & Francisco, 2001)

### **Tomacorriente**

Según Cueva & Quinga (2013) son elementos cuya finalidad es la de establecer una conexión eléctrica entre un conductor y un aparato o sistema eléctrico. Suele asentarse sobre

la pared, ya sea superficialmente o empotrado en ella, y está formado por una base bipolar o tripolar con orificios que permiten la entrada del enchufe macho.

Es importante realizar un estudio detallado de cada área, teniendo en cuenta los parámetros arquitectónicos y los requisitos de servicio para determinar cuántos tomacorrientes se requieren instalar (Zambrano, 2010).

**Características de los tomacorrientes:** (Balderas, 2020) indica que de acuerdo al tipo de alimentación que requiere el equipo, existen diseños específicos para el tomacorriente. Un tomacorriente tiene las siguientes características:

- **Voltaje máximo:** Es la tensión máxima a la que el tomacorriente debe estar sometido. Los niveles de tensión van desde 125V, 250V, 480V hasta 600V.
- **Corriente máxima:** Se trata de la corriente máxima que puede recibir el tomacorriente sin que se sobrecaliente y genere daños en la estructura de la toma. Los valores de amperaje normalizados son de 15A, 20A, 30A, 50A y 60A.
- **Número de polos:** Es la cantidad de salidas que tiene el tomacorriente para alimentar la carga estos pueden ser fase y neutro. Cabe resaltar que la salida a tierra no está incluida dado que es adicional.

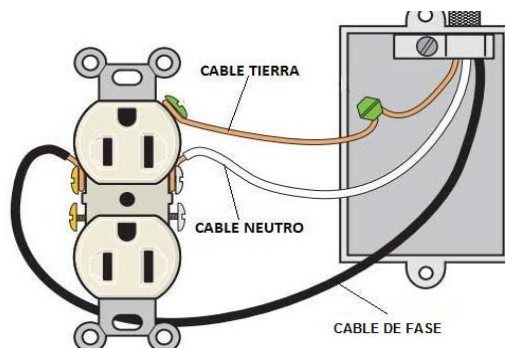
**Tipos de tomacorrientes:** (Pinto, 2015) determina los siguientes tipos de tomacorrientes:

**Tomacorrientes de 3 puntas, 15 amperios y 125 voltios:** Es el tomacorriente más conocido y popular que se encuentra mayormente en los hogares. Cuenta con 2 polos fase, neutro y tierra como se indica en la Figura 7. Pueden clasificarse en tomacorrientes polarizados y no polarizados.



## Figura 7

*Tomacorriente de 125[V]*



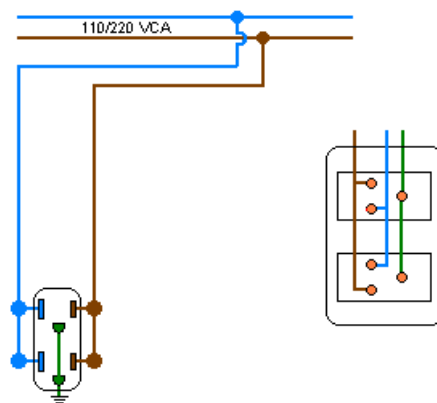
*Nota.* Tomado de (WEBMASTER, 2016)

- **Tomacorriente Polarizado**

Según Nahomy (2017) estos tomacorrientes tienen tres puntos de conexión (ver Figura 8), el de fase o positivo, el negativo y el de conexión a tierra, es muy importante el uso de estos tomacorrientes. puesto que el terminal de tierra sirve de protección contra sobrecargas o descargas atmosféricas.

## Figura 8

*Tomacorriente polarizado*



*Nota.* Tomado de (Nahomy, 2017).

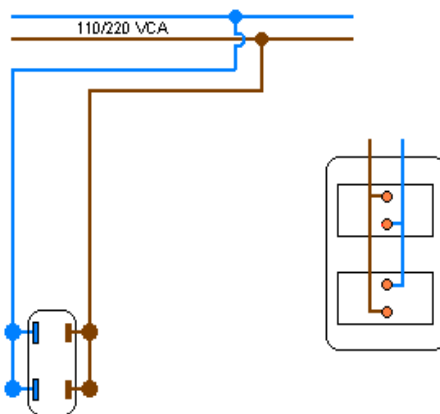
- **Tomacorriente no polarizado**

Este tomacorriente cuenta con 2 puntos de conexión, el positivo (fase) y el negativo

(neutro), como se indica en la Figura 9. No se aconseja utilizar esta toma para aparatos que requieren una protección contra sobrecargas y descargas atmosféricas (Nahomy, 2017).

### Figura 9

*Tomacorriente no polarizado*

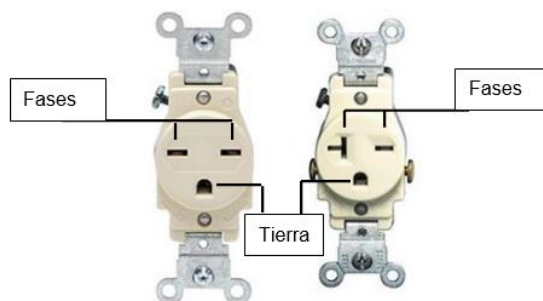


*Nota.* Tomado de (Nahomy, 2017).

**Tomacorrientes de 20 amperios y 250 voltios:** Tomacorriente bifásico de 240V para este tipo de tomacorriente no hay cable neutro sino dos de fase, la tensión entre ellos es de 240 V y entre sus señales sinusoidales existe un desfase de  $120^\circ$  como se muestra en la Figura 10. Es empleado para equipos eléctricos que requieren alimentación de 240V y hasta 20A.

### Figura 10

*Tomacorriente a 240[V]*



*Nota.* Tomado de (Pinto, 2015).

**Tomacorrientes de torción de 30 amperios y 480 voltios:** Tomacorriente trifásico de 277/480 V en este tipo de tomacorriente llegan 5 hilos, estos hilos son 3 fases, 1 neutro y una tierra, como se muestra en la Figura 11, la tensión entre fase y fase será de 220V, la tensión entre fase y neutro será de 120V, por lo tanto, estos tipos de tomacorrientes son usados en sistemas trifásicos a 220[V]. Son empleados para equipos eléctricos que requieran alimentación de 360[v] y hasta 30[A].

### Figura 11

*Tomacorriente trifásicos*

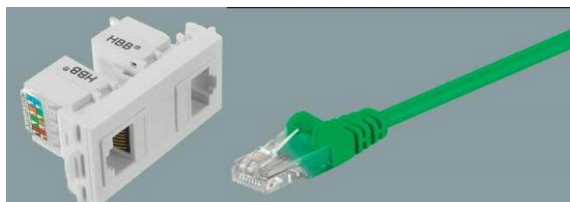


*Nota.* Tomado de (HUBELL).

**Tomacorriente de red:** Según JaviMad (28), el tomacorriente de red o también conocido como conector Rj45, permite instalar un servidor de Internet para la conexión de datos y vos como se muestra en la Figura 12. Este tipo de tomas utilizan 8 pines (4 pares de cables). Para la instalación de la toma de red es necesario que ambos extremos del cable cuenten con un conector Rj45. La conexión 568B y la 568A son las mismas siempre y cuando en los dos extremos se utilice la misma. Si los extremos del cable son diferentes se conoce como cable cruzado que puede tener en uno de sus extremos una conexión 568B y el otro extremo la conexión 568A o viceversa.

## Figura 12

*Tomacorriente de red con su cable Rj45*



*Nota.* Tomado de (JaviMad, 28).

## **Empalmes eléctricos**

De acuerdo con (Correa, 2013), son uniones de dos o más conductores, de igual o distinta sección realizados para asegurar la continuidad o flujo correcto de la corriente eléctrica a través de los distintos circuitos eléctricos. Los empalmes deben hacerse mecánicamente y eléctricamente seguros, con el objetivo de evitar el sobrecalentamiento; la oxidación y la corrosión del cobre.

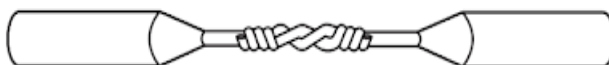
**Tipos de empalmes eléctricos:** Según (Cables CONDUMEX, 2015), uno de los factores que más influyen en el correcto funcionamiento de una instalación eléctrica son los empalmes. La elección del empalme ideal se hace teniendo en cuenta la situación en la que se encuentre la instalación y como se vayan instalar los conductores eléctricos. A continuación, se detallan los tipos de empalmes eléctricos más utilizados:

- **Empalme en prolongación o wester**

Este empalme puede soportar esfuerzos de tensión mayores y se utiliza sobre todo para tendidos. Su diseño es firme y fácil de realizar, y se realiza principalmente en superficies o en estructuras visibles, como se muestra en la Figura 13.

## Figura 13

*Empalme de prolongación*



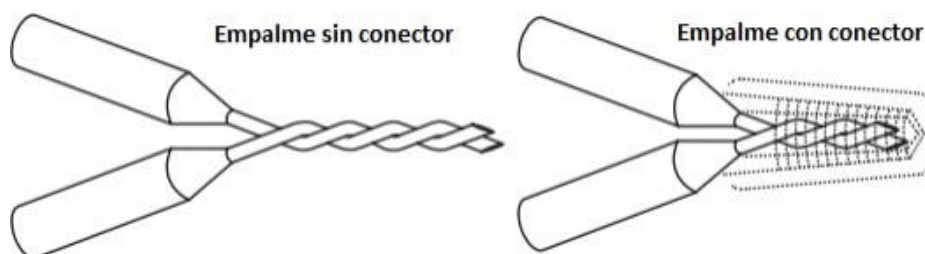
*Nota.* Tomado de (Cables CONDUMEX, 2015).

- **Empalme cola de rata**

Este empalme se usa cuando los conductores no van a estar sometidos a un elevado esfuerzo de tensión. Se utiliza para hacer las conexiones de los cables en las cajas de conexión o salidas, ya sea de tomacorrientes o interruptores. En este tipo de uniones, el encintado puede ser sustituido por un conector de capuchón como se establece en la Figura 14.

**Figura 14**

*Empalme cola de rata*



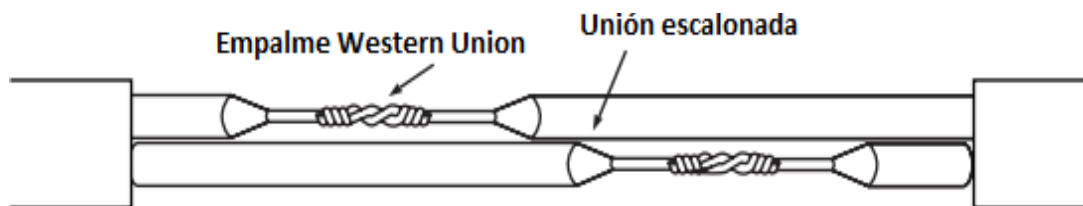
*Nota.* Tomado de (Cables CONDUMEX, 2015).

- **Empalme dúplex**

Está formado por dos uniones western, que se realizan de forma secuencial con el fin de evitar distancias excesivas a la hora de posicionar la cinta de aislamiento y prevenir un posible cortocircuito. También es posible que se componga de dos uniones de cola de rata, como se indica en la Figura 15.

**Figura 15**

*Empalme dúplex*



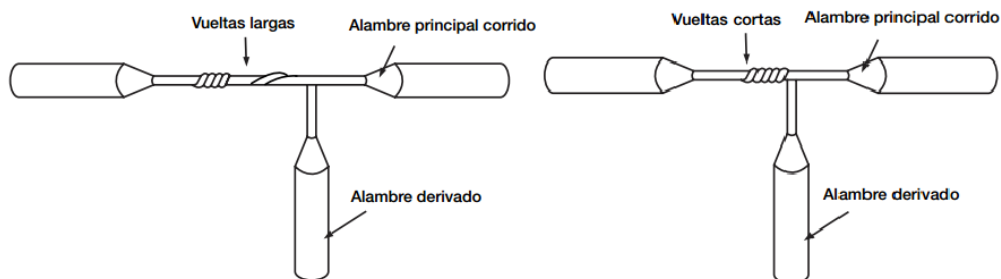
*Nota.* Tomado de (Cables CONDUMEX, 2015).

- **Empalme de cables en “T” o en derivación simple**

Al momento de unir un alambre a otro para derivar energía eléctrica, se emplea este empalme. Pueden ser con vueltas largas o cortas como se presenta en la Figura 16.

**Figura 16**

*Empalme de cables en “T” o en derivación simple*



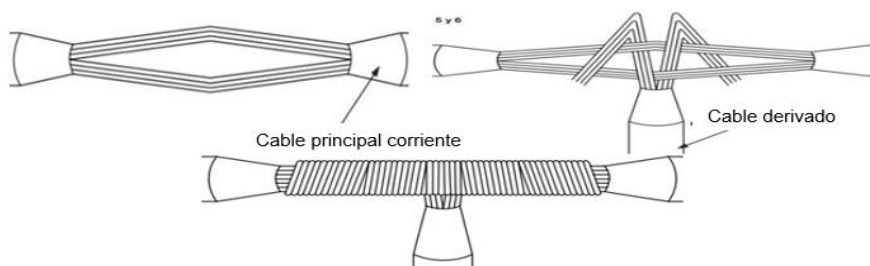
*Nota.* Tomado de (Cables CONDUMEX, 2015).

- **Empalme de cables en “T” o de derivación múltiple**

La derivación múltiple se utiliza para realizar conexiones entre el extremo de un cable de derivación a otro que se mantiene de forma continua como se indica en la Figura 17.

**Figura 17**

*Empalme de cables en “T” o de derivación múltiple*



*Nota.* Tomado de (Cables CONDUMEX, 2015).

### **Terminal eléctrico**

Según MELEXA (2013), un terminal eléctrico es un dispositivo o elemento diseñado que proporciona conexiones más seguras entre un cable conductor y los componentes de un sistema eléctrico, asegurando que el circuito sea continuo. Estos componentes tienen la función de garantizar la calidad y seguridad de las instalaciones eléctricas, dado que unen los

circuitos eléctricos sin que exista la necesidad de soldarlos entre el punto de conexión y el jacket. Cabe resaltar que los empalmes, involucran dos o más conductores de terminación, pero ninguna conexión mecánica, mientras que los terminales tienen una sola conexión mecánica y conductor de terminación.

**Tipos de terminales:** Sarango (2018) plantea que de acuerdo al tipo de conexión que se vaya a realizar, se necesita un determinado tipo de terminal. Por norma general los tipos de terminales más comunes son:

- **Terminal de Punta**

Son utilizados para unir eléctricamente aparatos con un espacio reducido a la hora de introducir el conductor. Suelen ocuparse en regletas e interruptores automáticos como se muestra en la Figura 18.

### Figura 18

*Terminal de punta*



*Nota.* Tomado de (Sarango, 2018).

- **Terminal redondo o de anilla**

Son empleados para juntar cables en aparatos eléctricos, en particular en aquellos empleados en los automóviles, también para unir cables con tornillo como se presenta en la Figura 19.

### Figura 19

*Terminal redondo*



*Nota.* Tomado de (Sarango, 2018).

- **Terminal de horquilla**

Son cilindros metálicos pequeños con horquilla plana, su instalación es simple y comúnmente se usan para uniones de cables con tornillo como se muestra en la Figura 20.

**Figura 20**

*Terminal de horquilla.*



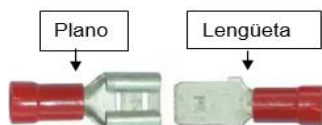
*Nota.* Tomado de (Sarango, 2018).

- **Terminal Plano / Terminal Lengüeta**

Debido a su simplicidad para conectar y desconectar son utilizados en electrónica. Sus formas se dividen en: plano (terminal hembra) y lengüeta (terminal macho) como indica la Figura 21.

**Figura 21**

*Terminal plano / terminal lengüeta.*



*Nota.* Tomado de (Sarango, 2018).

### **Sistema de Protección Eléctrica**

Según Chávez Pichucho & Jaigua Saquinga (2017) toda instalación eléctrica debe contar con dispositivos de protección que, en caso de falla, corten la energía eléctrica para garantizar que el flujo de corriente a través de los conductores de un circuito no exceda el límite establecido. Los dispositivos de protección son necesarios para conservar la vida útil de los equipos eléctricos y proteger la vida del operario que tiene exposición directa a equipos o instalaciones en operación, es por ello que hacer una correcta selección de éstos proporcionará un buen servicio y seguridad en el mantenimiento de los equipos.



### ***Características que deben cumplir los sistemas de protección eléctrica.***

Según Valladares (2022), las características de un sistema de protección son:

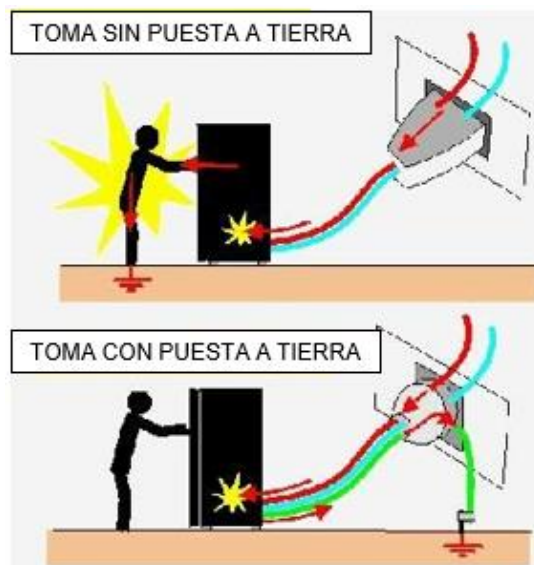
- **Selectividad:** Permite ubicar el equipo o componente del sistema eléctrico afectado y, en consecuencia, actuar para aislar dicho componente del resto del sistema, el cual debe continuar operando normalmente.
- **Sensibilidad:** El sistema de protección debe funcionar en caso de fallo, por menor que sea, esto es de gran importancia porque de esta manera se fortalece la confianza del usuario.
- **Rapidez:** Es la capacidad de respuesta con el mínimo tiempo posible luego de la ocurrencia de una falla.
- Es una característica muy importante porque reduce el daño al equipo protegido y/o a las personas además de evitar las perturbaciones en el sistema.
- **Seguridad:** Es la habilidad del sistema para operar en todos los casos, con o sin fallas.
- **Economía:** Los dispositivos de protección varían su costo dependiendo las características que posean, sin embargo, dichos dispositivos de protección de baja y alta velocidad son usados para proteger un sistema eléctrico. Ambos tipos pueden proporcionar una alta confiabilidad.
- **Simplicidad:** Esto se refiere a la idea de que, si bien un sistema de protección debe ser eficaz y eficiente, debe prevalecer la simplicidad y no colocar la protección donde no es necesaria.
- **Confiabilidad:** Las protecciones deben actuar de forma correcta cuando el sistema así lo requiera, no emitir falsas alarmas.

## ***Puesta a Tierra***

Según Avendaño & Ibañez (2001) un sistema puesto a Tierra es la conexión directa de elementos metálicos en contacto con el suelo. Está compuesta de electrodos enterrados en el suelo y de una red de conductores que conectan determinados elementos o partes de una instalación eléctrica. Es un sistema de protección que tiene la finalidad de asegurar el transporte seguro a tierra de cualquier falla del sistema eléctrico o descargas de energía atmosférica. Las corrientes anormales presentes en el sistema eléctrico no podrán ingresar a las instalaciones y/o equipos eléctricos que formen parte de esta. Además, proporciona seguridad a las personas que utilizan las instalaciones con conexión a tierra no estén sometidos al riesgo de una descarga eléctrica crítica. En la Figura 22 se visualiza que un mecanismo puesto a tierra desviar las sobrecargas al suelo y así proteger a las personas o equipos conectados a una toma.

### **Figura 22**

*Importancia de un sistema puesto a tierra.*



*Nota.* Tomado de (Pozos a Tierra, 2023)

### ***Interruptor Termomagnético***

En Nazzi (2011) determina que un interruptor termomagnético, o también conocido como breaker o disyuntores, es el dispositivo automático de protección más importante de las instalaciones eléctricas que protege contra sobrecargas y cortocircuitos, ya que es capaz de interrumpir el paso de la corriente eléctrica, cuando esta sobrepasa un valor determinado (corriente nominal) o en el caso de que se haya producido un cortocircuito, con el fin de no causar daño a los equipos eléctricos y cableado. De esa manera asumen la protección de medios electrónicos contra calentamientos excesivos y evitan el riesgo de incendios.

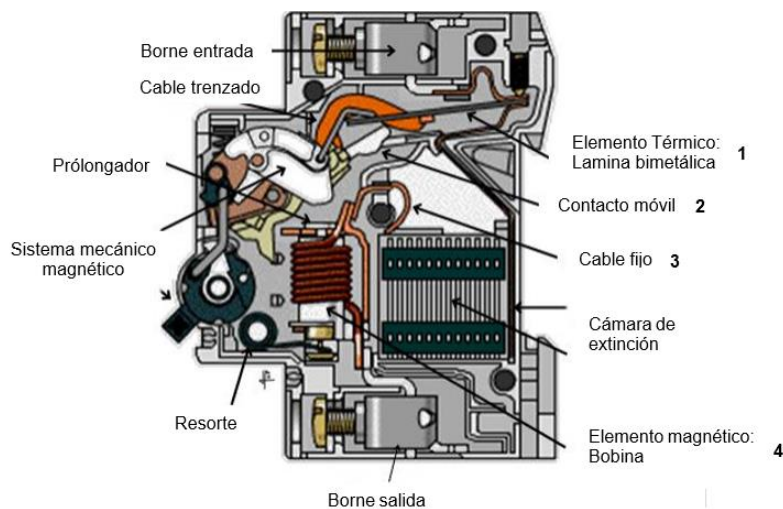
**Funcionamiento y partes de un interruptor termomagnético:** Condori (2019) establece que el funcionamiento de un interruptor termomagnético se basa en los efectos magnéticos y térmicos, que se describen a continuación con ayuda de la Figura 23.

- La parte térmica se activa cuando el circuito está sobrecargado, o cuando la corriente que fluye a través del cable es mayor a la nominal. Está formada por dos láminas metálicas; el bimetálico (1) y un contacto móvil (2) que se dilatan o contraen cuando circula una corriente superior a la nominal ( $I_N$ ). Este par de elementos bimetálicos inicia a deformarse hasta que el contacto se abre para detener el flujo de corriente; una vez que el par alcanza la temperatura ambiente, el interruptor se puede volver a cerrar para permitir que la corriente fluya. El tiempo que tarda en abrirse el interruptor depende de lo sobrecargado que se encuentre el circuito, a mayor carga, menor será el tiempo que tardará en abrirse el interruptor.
- La parte magnética actúa cuando se produce un cortocircuito en la instalación. Está conformado por un elemento magnético o bobina (4), que cuenta con un contacto fijo (3) que, al ocurrir un cortocircuito, (circulación de una cantidad significativa de corriente varias veces por encima de la  $I_N$ ) esto produce un campo magnético que hace que la

bobina se dilate hacia abajo, esto provoca que el contacto que mantiene cerrado, el interruptor se abre y corta la circulación de la corriente.

### Figura 23

*Partes de un interruptor termomagnético.*



*Nota.* Tomado de (MANCEDO, 2012).

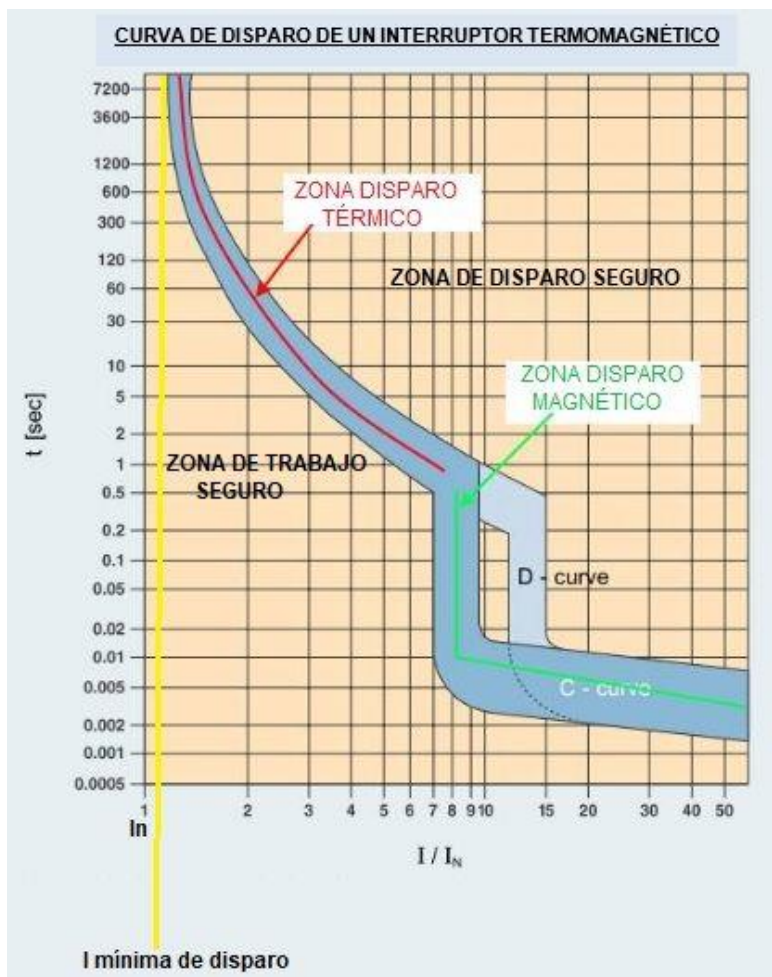
**Curva de un interruptor termomagnético:** La curva de disparo de un interruptor magnetotérmico es una gráfica de las combinaciones de tiempo y corriente, que provocan la actuación o corte del interruptor como se indica en la Figura 24. Según Tolocka (2019) la curva está compuesta por las siguientes partes:

- **Disparo térmico:** Es el disparo de protección contra sobrecarga, en cuanto más alta sea la corriente, más corto será el tiempo de disparo, debido a que el elemento bimetálico censara la temperatura de disparo y enviará esta protección.
- **Disparo magnético:** Este disparo protege contra cortocircuitos y es provocado por la combinación de temperatura y fuerza magnética que origina el disparo de la función de protección, si la corriente supera el umbral de su dispositivo de protección, el tiempo de corte será inferior a 10 milisegundos.

- Zona de Disparo Seguro: Es una zona restringida, en la cual el interruptor termomagnético debe estar en estado abierto para resguardar el circuito. El límite lo pone la zona de disparo magnético.
- Zona de Trabajo Seguro: Es la zona que está por debajo de la zona térmica.

## Figura 24

Curva de disparo de un interruptor termomagnético



*Nota.* La zona entre las dos curvas se llama zona de incertidumbre. Hasta 7 veces la  $I_N$  el disparo se producirá por disparo térmico. A partir de 7  $I_N$  el disparo se producirá de forma magnética. Tomado de. (Área Tecnología, 2023).

**Tipos de interruptor termomagnético:** Según Armas (2020) las clases de interruptores termomagnéticos se derivan de la curva característica que disponen. Esta curva establece el periodo de respuesta del interruptor a cierta intensidad de corriente. Se presentan zonas, en donde el interruptor se acciona por efecto térmico (más lento) y otras donde se acciona por efecto magnético (más veloz). En la Tabla 1 se muestra la clasificación a los interruptores termomagnéticos por su curva de disparo en donde se plantean los valores en la zona térmica y zona magnética, además de sus aplicaciones.

**Tabla 1**

*Clasificación de interruptores térmicos por sus curvas*

Tipo de curva	Zona térmica	Zona magnética	Aplicación
<b>Curva B</b>	Actúa entre 1,1 y 1,4 veces la intensidad nominal (In)	Actúa entre 3 y 5 veces la intensidad nominal (In)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protección de conductores.</li> <li>• Instalaciones de edificios de viviendas con limitaciones.</li> </ul>
<b>Curva C</b>	Actúa entre 1,13 y 1,44 veces la intensidad nominal	Actúa entre 5 y 10 veces la intensidad nominal (In)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protección de conductores.</li> <li>• Uso domiciliario sin limitaciones.</li> <li>• Instalaciones con elevadas intensidades de conexión o arranque.</li> </ul>
<b>Curva D</b>	Actúa entre 1,1 y 1,4 veces la intensidad nominal	Actúa entre 10 y 14 veces la intensidad nominal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protección de conductores.</li> <li>• Manejo industrial con picos de corriente de inserción y arranque elevados</li> </ul>
<b>Curva Z</b>	Actúa entre 1,1 y 1,4 veces la intensidad nominal	Actúa entre 2,4 y 3,6 veces la intensidad nominal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protege instalaciones con receptores electrónicos</li> </ul>
<b>Curva MA</b>	Carecen de protección térmica.	Actúa con corrientes 12 veces mayores a la nominal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protección de motores.</li> </ul>

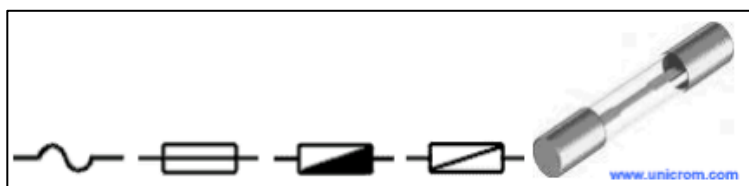
*Nota.* Tomado de (Armas, 2020).

## **Fusible**

El fusible es un dispositivo que se emplea para proteger contra fallas de cortocircuito en dispositivos eléctricos y electrónicos. Este dispositivo permite el flujo de corriente mientras se mantiene por debajo de un valor predeterminado. En la Figura 25 se puede mostrar un fusible encapsulado de vidrio (Zambrano, Electronica Unicrom , 2015).

### **Figura 25**

*Símbolos y representación de fusibles.*



*Nota.* Tomado de (Zambrano, Electronica Unicrom , 2015).

**Funcionamiento:** Según Energie shop (2020) el mecanismo de un fusible está compuesto por un filamento o lámina de metal muy fino. Este filamento está fabricado en un material susceptible de quemarse ante una subida de tensión o variación, permitiendo cortar el paso de la corriente eléctrica. El fusible quemado evita cualquier acumulación de tensión que sería peligrosa para las personas u otros dispositivos que pudieran estar conectados al circuito, para cumplir con este objetivo el fusible debe ser colocado al principio del circuito.

**Tipos de fusibles:** Condori (2019) determina que los tipos de fusibles más usados son:

- **Cilíndricos:** Son fabricados con un cilindro cerámico, el cual es muy compacto ante choques y tensión interna. Al interior del cilindro se encuentra la lámina que cumple la función del fusible como se representa en la Figura 26.

**Figura 26***Fusible cilíndrico*

*Nota.* Tomado de (Condori, 2019).

- **Encapsulado de vidrio:** Son aquellos elaborados con un hilo metálico o con una lámina, los cuales se encuentran protegidos por un tubo de vidrio como se muestra en la Figura 27.

**Figura 27***Fusible encapsulado de vidrio*

*Nota.* Tomado de (Condori, 2019).

- **Fusible de cuchillas (NH):** Son empleados contra los cortocircuitos y sobrecargas debido a su alta capacidad de ruptura como se indica en la Figura 28.

**Figura 28***Fusible de cuchillas*

*Nota.* Tomado de (Condori, 2019).



## **Normativas de las instalaciones eléctricas**

### ***Circuitos de tomacorrientes***

Los circuitos de fuerza se los conoce también como circuito de tomacorrientes ya que es su principal elemento. Por ello debe cumplir con algunas normas para su correcta instalación y funcionamiento eficiente.

- El calibre de los conductores para este circuito no podrá ser menor a un # 12AWG por ningún motivo.
- Los tomacorrientes instalados, tendrán una capacidad no menor a 10 amperios para 120 voltios y 5 amperios para 250 voltios.
- Las tapas no metálicas deben ser de un material no combustible y de un espesor no menor de 2.5 mm, por resistencia mecánica (NEC\_10 parte 9-1).

### ***Reglamentación de conductores***

- Según Normativa Ecuatoriana de la Construcción (NEC) (2018), los conductores y alambres que se emplean en las instalaciones de alumbrado, tomacorrientes y acometidas, serán de cobre rojo electrolítico 99% de pureza, temple suave y aislamiento termoplástico para 600V. Tipo THW/THHN 75/90 grados C. los cables hasta el N°. 10 serán de un solo hilo, del N° 8 AWG serán 7 hilos.
- Se utiliza el sistema de calibración de conductores según la American WireGage (AWG).
- Para identificar a cada una de las fases de los conductores se utilizó código de colores que se detalla en la Tabla 2.

**Tabla 2***Código de colores para cables según su utilización*

<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 otro color diferente a neutro y tierra.

*Nota.* Obtenido de (MIDUVI, 2018).

### ***Reglamento de iluminación***

- Según UNE 12464.1 Norma Europea sobre la iluminación para interiores, página 5, Literal 2: Edificios Educativos, punto 2.9: AULAS DE PRÁCTICAS Y LABORATORIOS la media de luminaria en laboratorios es de 500 Luxes.

## Capítulo III

### Desarrollo

Para la implementación de los distintos elementos necesarios instalación eléctrica en el laboratorio, conjuntamente con sus equipos de protección es fundamental seguir un plan adecuado, el mismo que consistirá en realizar el levantamiento de información técnica de los equipos a instalar, la ubicación de las mesas, las características de la toma principal o tablero de distribución.

#### Levantamiento de información

Los equipos con los que cuenta el laboratorio y que estarán conectados en las mesas de trabajo son:

- Osciloscopio marca WON.
- Fuente de alimentación AC-DC Lab-Volt.
- Kit de entrenamiento Jameco.
- Multímetro de mesa marca Agilent.
- Fuente de alimentación marca GW Instek.
- Generador de señales GW Instek.
- Computadora de escritorio.
- Laptops.

A continuación, se muestran los valores característicos de voltaje, corriente y potencia de consumo de cada uno de los equipos (ver Tabla 3).

**Tabla 3**

*Voltaje, corriente y potencia*

Equipo	Voltaje [A]	Potencia [W]
Osciloscopio marca WON.	120	36

Equipo	Voltaje [A]	Potencia [W]
Fuente de alimentación AC-DC Lab-Volt.	120	240
Kit de entrenamiento Jameco.	120	120
Multímetro de mesa marca Alligent.	120	16
Fuente de alimentación marca GW Instek.	120	420
Generador de señales GW Instek	120	20
Computadora de escritorio	120	750
Laptop	120	200
Laptop	120	200
Total		2002

*Nota.* Especificación del voltaje, amperaje y potencia de los equipos

### **Cálculo de cargas**

Para realizar esta implementación se debe obtener el cálculo del total de cargas que va a tener cada mesa de trabajo, éstas deberán ser implementadas para que sean capaces de soportar la carga de los 9 elementos anteriormente descritos.

Como se puede evidenciar tenemos una potencia total de 2002[W]. Cabe recalcar que algunos de estos equipos pueden trabajar a un voltaje superior a 120[V]. En la Tabla 4 se observa a los equipos capaces de trabajar a un voltaje mayor a 120[V] con su corriente y potencia respectivamente.

**Tabla 4**

Cálculo de corriente con equipos mayores a 120 [V].

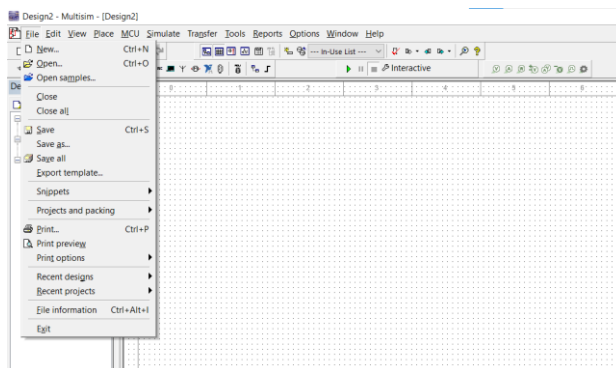
Equipo	Voltaje [V]	Potencia [W]
Osciloscopio	240	36
Multímetro de mesa	240	16
Fuente de alimentación	230	420
Generador de señales	240	20
<b>Total</b>		<b>492</b>

*Nota.* Especificación del voltaje, amperaje y potencia de los equipos

Como se puede evidenciar tenemos una potencia total de 492[W]. Estos valores los podemos corroborar con ayuda de una simulación realizada en el programa Multisim. Para realizar esta simulación se deben realizar los siguientes pasos:

### Figura 29

*Iniciar nuevo proyecto*



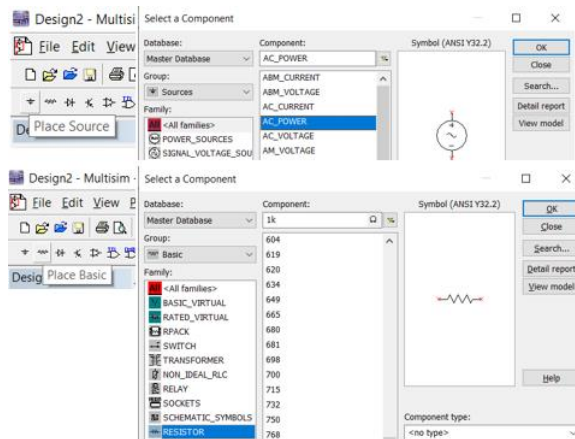
*Nota.* Primer paso para iniciar un nuevo proyecto.

Como se puede observar en la Figura 29 para iniciar un proyecto debemos dar clic en la

pestaña File y después en New, allí colocaremos un nombre a nuestro proyecto y donde lo guardaremos.

### Figura 30

*Selección de elementos*

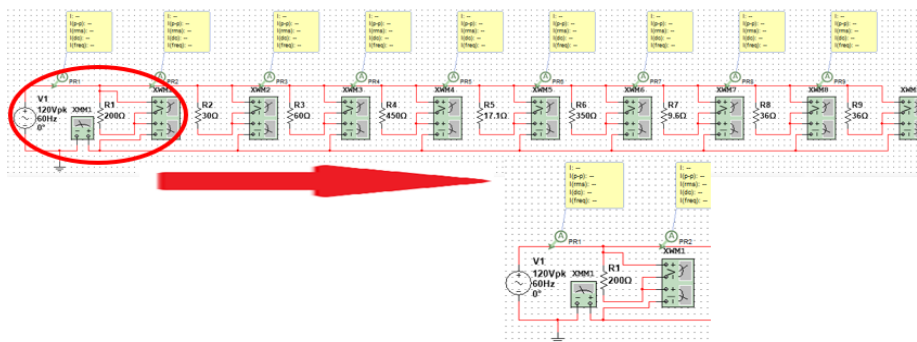


*Nota.* Elementos que se van a usar para la simulación.

En la Figura 30 se observan los elementos que usaremos para realizar la simulación, la fuente de alimentación AC la encontraremos en la base de datos de los componentes Place Source, por otro lado, en la base de datos de los componentes Place Basic, encontraremos los componentes básicos para un circuito como, en nuestro caso, las resistencias. A continuación, procederemos a armar nuestro circuito como se muestra en la Figura 31.

### Figura 31

*Circuito armado*

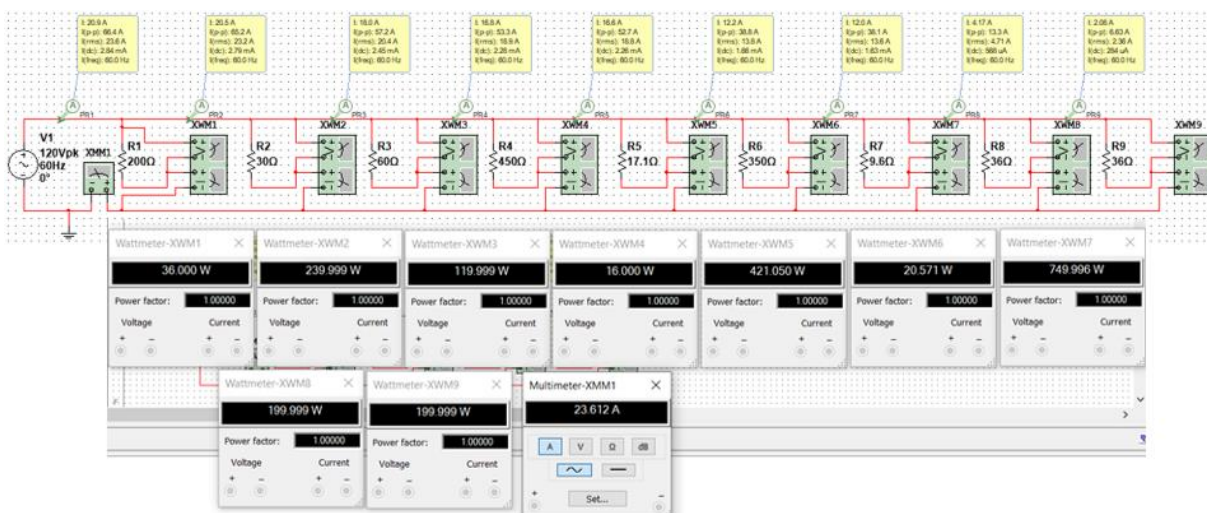


*Nota.* Circuito con el número de equipos.

A continuación, deberemos cambiar los valores de la fuente y resistencia para obtener la potencia específica de cada equipo, esto lo lograremos dando doble clic sobre cada elemento y cambiándolo al deseado. Con la ayuda de un vatímetro y un amperímetro podremos observar estos valores como se muestra en la Figura 32.

**Figura 32**

*Carga total*

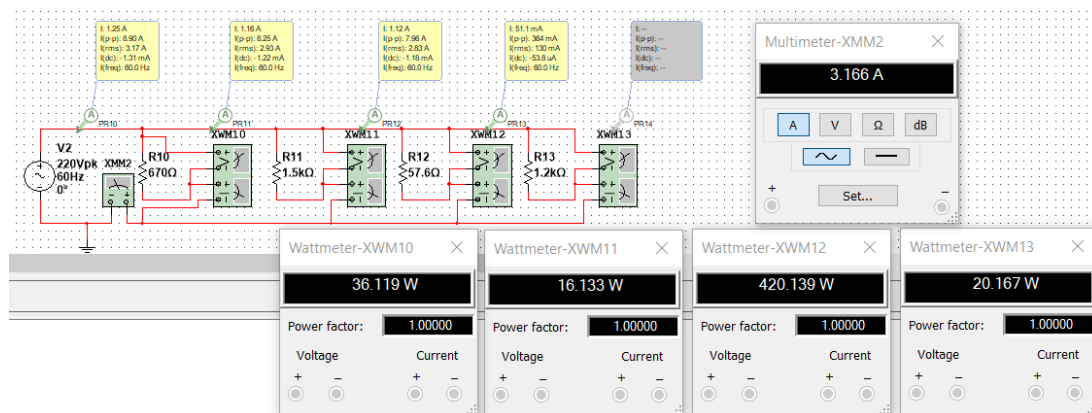


*Nota.* Carga total de los equipos capaces de trabajar a 120[V]

Tras la simulación obtenemos un total de 23.6[A] cuando todos los equipos que trabajen a 120[V] se encuentren conectados simultáneamente. Esto nos indica que debemos sobredimensionar los elementos de conducción y protección para implementar el sistema de cableado eléctrico. Basándonos en la normativa debemos realizar este sobredimensionamiento de un 125%. De igual manera realizaremos el mismo procedimiento, pero ahora con los equipos capaces trabajar a 240[V].

Figura 33

Carga total



*Nota.* Carga total de los equipos capaces de trabajar a 240[V].

Tras la simulación se nos muestra un total de 3.16 [A] cuando todos los equipos capaces de trabajar a 240[V] están conectados simultáneamente, como se muestra en la Figura 33. Esto de igual manera nos indica que debemos sobredimensionar los elementos de conducción y protección.

### Dimensionamiento de conductor y sistemas de protección.

El dimensionamiento fue realizado en base a la normativa NEC, la cual nos indica que el calibre de conductor mínimo para circuitos de tomacorrientes debe ser un conductor con calibre #12 para las líneas de Fase y Neutro, mientras que para las líneas de tierra se usó un conductor calibre #14. Los circuitos monofásicos de 120[V] fueron instalados con un conductor calibre #12 por lo que el valor de la corriente para la protección del circuito debe ser de 20 [A].

Los circuitos de 220 [V] y circuitos trifásicos a 220 [V] al considerarse circuitos con cargas especiales, la normativa NEC nos indica que el calibre de conductor debe ser mínimo de #10, por lo que los circuitos mencionados fueron instalados con este calibre.



Tabla 5

Tabla de conductores.

Calibre AWG MCM	CONDUCTOR			Espesor de Aislam.	Diámetro Exterior Aprox.	Peso Total Aprox. Ka/Km	CAPACIDAD		Denomi- nación CABLEC	TIPO
	Sección Aprox. mm <sup>2</sup>	Diámetro Aprox. mm	Peso Aprox. Kg/m				*	**		
							Amp	Amo.		
.18 Sol.	0.8	1.02	7.32	0.78	2.54	13.7	6		Quito	TF
16 •	1.3	1.29	11.62	0.76	2.81	19	8		Quito	TF
14 •	21	1.63	18.55	0.76	3.15	27.1	15	20	Quito	TW
12 •	3,3	2,05	29,34	0,76	3,57	39,3	20	25	Quito	TW
10 •	5,3	2,59	46,84	0,76	4, 11	58,7	30	40	Quito	TW
8 =	8,4	3,26	74,2	1,14	5,54	97,5	40	60	Quito	TW
6	13,3	4,11	118,2	1,52	7,15	158,1	55	80	Quito	TW
8 7.h	8,4	3,69	75,85	1,14	5,97	104,4	40	60	Ambato	TW
6 =	13,3	4,65	120,6	1,52	7,69	169,5	55	80	Ambato	TW
4*	21,1	5,88	190,58	1,52	8,92	250,2	70	105		
2*	33,6	7,41	302,66	1,52	10,45	325	95	140	Ambato	TW
1/0 "	53.5	9.36	485.01	2.03	13.42	603	125	195	Ambato	TW
2/0 •	67.4	10.5	611.4	2.03	14.56	744	145	225	Ambato	TW
3/0 •	85	11.79	771	2.03	15.85	920.9	165	260	Ambato	TW
4/0 •	107.2	13.26	972.3	2.03	17.32	1143	195	300	Ambato	TW
1/0 19 h	53.5	9.45	484.9	2.03	13.51	598.5	125	195	Ambato	TW
2/0 •	67.4	10.6	611.4	2.03	14.66	739	145	225	Ambato	TW
3/0 •	85	11.95	771	2.03	16.01	918	165	260		
4/0 "	107.2	13.4	972.3	2.03	17.46	1135.7	195	300	Ambato	TW
250 37 h	126.6	14.62	1157.9	2.41	19.44	1362.3	215	340	Ambato	TW
300 "	152	16	1389.5	2.41	20.82	1613.3	240	375	Ambato	TW
35 •	177.4	17.3	1622	2.41	22.12	1864.4	260	420	Ambato	TW
400 •	207.7	18.49	1853	2.41	23.31	2112.8	280	455	Ambato	TW
500 "	263.4	20.65	2316	2.41	25.47	2608	320	515	Ambato	TW
600 •	304	22.63	2780	2.79	28.21	3148.1	355	575	Ambato	TW
600 61h	304	22.68	2780	2.79	28.26	3148.1	355	575	Ambato	TW
700 "	354.7	24.48	3242	2.79	30.06	3641	385	630	Ambato	TW
750 "	380	25.35	3474	2.79	30.93	3888	400	655	Ambato	TW
800 "	405.4	26.17	3705	2.79	31.75	4134	410	680	Ambato	TW
1000 •	596.7	2,926	4632	2.79	34.84	5117	455	730	Ambato	TW

• Capacidad de conducción para no más de 3 conductores en conduct. bandeja, cable o directamente enterrado a temperatura ambiente 30 °C  
- Capacidad de conducción para un conductor en aire a temperatura ambiente de 30 °C Colores: Quitos: Negro, Blanco, Rojo, Amarillo, Azul, Verde  
Ambatos: Negro

Nota. Tomado de (Áviles, 2005).

Para los circuitos de 120[V], se seleccionó un interruptor termomagnético de 20 [A] de corriente nominal ( $I_n$ ). Para los circuitos de 220[V], se seleccionó un interruptor termomagnético de 10[A] de corriente nominal ( $I_n$ ). Para los circuitos de 360 [V] se seleccionó un interruptor termomagnético de 10[A] de corriente nominal ( $I_n$ ).

Además, se instalaron fusibles para que cumplan la función de proteger a los circuitos contra cortocircuitos.

Cabe recalcar que para el dimensionamiento del conductor también se debe realizar un análisis de utilización el cual tiene un porcentaje de 50%, se determinó que el conductor con calibre #12 es el más adecuado para la instalación de los circuitos monofásicos 120[V] y calibre #10 para los circuitos de 220 [V] y trifásicos 220 [V]. Dentro de la Tabla 5 se puede evidenciar dentro de un cuadro los conductores que se usaron para la instalación.

### **Selección de elementos a implementar**

Una vez realizado los cálculos pertinentes para la instalación eléctrica, se debe realizar la correcta selección de elementos a instalar en cada una de las mesas de trabajo.

### ***Tomacorriente monofásico a 120V/15A***

Este tipo de tomacorrientes se instalaron para que los equipos que trabajen a un voltaje de 120[V] y cuenten con el enchufe apropiado se energicen. Fase, neutro y tierra son los cables que llegan a estos tomacorrientes, dentro de un sistema ideal los valores de voltaje entre Fase-Neutro será igual a 120[V], entre Fase-Tierra será igual a 120[V] y entre Neutro-Tierra será igual a 0[V]. En la Figura 34 se muestra el voltaje de estos tomacorrientes instalados.

### **Figura 34**

*Tomacorrientes de 120 [v]*



*Nota.* Voltaje en tomacorrientes de 120[V]

### **Tomacorriente monofásico a 3 hilos 220V/15A**

Este tipo de tomacorrientes se instalaron para que los equipos que trabajen a un voltaje de 220[V] y cuenten con el enchufe apropiado se energicen, a estos tomacorrientes llegan dos fases y tierra, en sistemas ideales obtendremos 220[V] entre Fase-Fase y entre Fase-Tierra un valor de 120[V]. En la Figura 35 se muestra el voltaje de estos tomacorrientes instalados.

#### **Figura 35**

*Tomacorrientes de 220[V].*



*Nota.* Voltaje en tomacorrientes de 220[V].

### **Tomacorriente trifásico 360V/30A**

Este tipo de tomacorriente se instaló para poder energizar los equipos especiales y que cuenten con el enchufe apropiado, aquí entran 5 hilos: 3 fases, un neutro y una tierra. Entre Fase-Fase se tendrá un valor de 208 [V] y Fase-Neutro un valor de 120[V], estos valores de voltaje se obtienen en un sistema ideal. En la Figura 36 se evidencia el voltaje de los tomacorrientes instalados.

#### **Figura 36**

*Tomacorrientes trifásicos[V]*



*Nota.* Voltaje en tomacorriente trifásico [V].

### **Face plate**

Los face plate panduit categoría 6A son elementos que sujetan a los conectores RJ45, estos conectores están destinados a conectar dispositivos hacia la red local. Como se observa en la Figura 37.

### **Figura 37**

*Face plate instalado*



*Nota.* Puntos de conexión para red de internet.

### **Luz piloto**

Las luces piloto son elementos que se instalaron con el fin de indicar si las mesas de trabajo se encuentran energizadas o des energizadas, cuando la luz piloto, que en nuestro caso es de color verde, se enciende nos indicara la energización de la mesa de trabajo, como se observa en la Figura 38. Esta luz puede trabajar en un rango de 120-240 [V] por lo que decidimos conectarla al breaker destinado a la protección de la línea de 120[V] de cada mesa.

### Figura 38

*Luz piloto*



*Nota.* Luz indicadora de energización y des energización de las mesas de trabajo.

### ***Interruptores termomagnéticos***

Los interruptores termomagnéticos instalaciones son de marca Shneider Eléctric, el modelo de interruptor termomagnético empleado para los circuitos monofásicos son MGEZ9F56120 de un polo 20 amperios, los interruptores termomagnéticos empleados para los circuitos bifásicos son MGEZ9F56210 de dos polos 10 amperios, los interruptores termomagnéticos empleado para los circuitos trifásicos son MGEZ9F56310 de tres polos 10 amperios. Como se evidencia en la Figura 39.

### Figura 39

*Interruptores termomagnéticos instalados*



*Nota.* Interruptores termomagnéticos para circuitos monofásicos, bifásicos y trifásicos.

### ***Terminales tipo U***

Los terminales tipo U se usaron para realizar una conexión más segura hacia los tomacorrientes, estos terminales también facilitaron el proceso de cableado de las mesas de trabajo. Como observamos en la Figura 40.

## Figura 40

### *Terminales instalados*



*Nota.* Conexión para los enchufes usando terminales tipo U.

### **Planos eléctricos**

Dentro de este apartado se detallará el contenido de cada plano eléctrico del laboratorio de Electrónica; encontraremos 5 planos, estos planos son de: tomacorrientes 120[V], tomacorrientes 220[V], tomacorrientes 360[V], iluminación y plano unifilar.

#### ***Plano unifilar de la instalación eléctrica***

Dentro del Anexo 1 podemos encontrar el plano unifilar del tablero de distribución del laboratorio de Electrónica llamado STB-03, este tablero viene del tablero de distribución principal TPPBB-01. El tablero STB-03 cuenta con un total de 25 circuitos nombrados de la siguiente manera: C1, hasta llegar al circuito C25.

Como se muestra en la Tabla 6 los circuitos desde C1 hasta el circuito C17 son de tipo monofásico, cuentan con una protección de 1 Polo 32 Amperios, estos circuitos llevan 2 hilos, una Fase y un Neutro los cuales son transportados a través de cable #10 THHN. Los circuitos C18 y C19 son de tipo bifásico, los cuales también cuentan con una protección de 2 Polos 32 Amperios, estos circuitos llevan 3 hilos, dos Fases y una Tierra los cuales son transportados a través de cable #10 THHN. Finalmente, desde el circuito C20 hasta el circuito C25 son de tipo trifásico, cuenta con una protección de 3 Polos 32 Amperios, estos circuitos llevan 5 hilos, 3 Fases, un Neutro y una Tierra, estos hilos son transportados a través de cable #10 THHN.

**Tabla 6**

*Circuitos eléctricos.*

<b>Circuitos</b>	<b>Mesas de trabajo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Voltaje [V]</b>	<b>Protección</b>	<b>Conductor</b>
<b>C1-C17</b>	#1-#12	Monofásico	120	1X32A	2x10 THHN + 12 THHN - 3/4'0
<b>C18- C19</b>	#7-#12	Bifásico	220	2X32A	2x10 THHN + 12 THHN - 3/4'0
<b>C20-C25</b>	#1, #2, #3, #7-#12	Trifásico	360	3X32A	2x10 THHN + 12 THHN - 3/4'0

*Nota.* Especificación de la distribución de los circuitos eléctricos.

Los circuitos monofásicos que son llevados hacia las mesas de trabajo #7, #8, #9, #10, #11, #12 son los circuitos C7-C8, C9-C10 y C11-C12 respectivamente. Los circuitos bifásicos que son llevados hacia las mesas de trabajo #7, #8, #9, #10, #11, #12 son los circuitos C-18 y C19. Finalmente, los circuitos trifásicos que se llevan hacia las mesas de trabajo #7, #8, #9, #10, #11, #12 son los circuitos C21, C22, C23, cabe recalcar que estos circuitos son sistemas trifásicos a 220[V]. Para estos circuitos se proporcionará una protección adicional, los detalles de la distribución y las instalaciones que se realizaron se detallan en la Tabla 7.

**Tabla 7**

*Circuitos eléctricos de las mesas de trabajo*

<b>Circuitos</b>	<b>Mesa de trabajo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Voltaje [V]</b>	<b>Protección</b>	<b>Conductor</b>
<b>C7-C8</b>	#9 - #10	Monofásico	120	1X20A	2x10 THHN + 12 THHN - 3/4'0
<b>C9- C10</b>	#8 - #11	Bifásico	220	2X10A	2x10 THHN + 12 THHN - 3/4'1
<b>C11-C12</b>	#7 - #12	Trifásico	360	3X10A	2x10 THHN + 12 THHN - 3/4'2

*Nota.* Instalación eléctrica realizada.

### **Plano tomacorrientes 120V**

Si nos dirigimos al Anexo 2 podemos encontrar el plano de tomacorrientes de 120 V, allí se detallan algunas especificaciones de cada circuito, como su número de salidas. En la Tabla

8 podemos encontrar el número de salidas de cada circuito de tomacorrientes de 120 [V].

**Tabla 8**

*Circuitos monofásicos de tomacorrientes.*

Circuitos	Número de salidas
C1	10
C2	10
C3	10
C4	10
C5	10
Circuitos	Número de salidas
C6	10
C7	9
C8	9
C9	9
C10	9
C11	9
C12	9
C13	10
C14	10
C15	10
C16	10
C17	2

*Nota.* Cantidad de salidas hacia los tomacorrientes de cada circuito monofásico

### ***Plano tomacorrientes 220V***

Si nos dirigimos al Anexo 3 podemos encontrar el plano de tomacorrientes de 220 V, allí se detallan algunas especificaciones de cada circuito, como su número de salidas. En la Tabla 9 podemos encontrar el número de salidas de cada circuito de tomacorrientes de 220 [V].

**Tabla 9**

*Circuitos bifásicos de tomacorrientes*

Circuitos	Número de salidas
C18	3
C19	6



*Nota.* Cantidad de salidas de cada circuito bifásicos

### ***Plano tomacorrientes trifásicos 360V***

Si nos dirigimos al Anexo 4 podemos encontrar el plano de tomacorrientes de 360 V a 5 hilos, allí se detallan algunas especificaciones de cada circuito, como su número de salidas. En la Tabla 10 podemos encontrar el número de salidas de cada circuito de tomacorrientes de 220 [V] a 5 hilos.

**Tabla 10**

Circuitos trifásicos a 220[V] de tomacorrientes.

<b>Circuitos</b>	<b>Número de salidas</b>
<b>C20</b>	1
<b>C21</b>	1
<b>C22</b>	1
<b>C23</b>	1
<b>C24</b>	1
<b>C25</b>	1

*Nota.* Cantidad de salidas de cada circuito trifásico.

### ***Plano de iluminación***

Si nos dirigimos al Anexo 5 encontraremos el plano de iluminación para el laboratorio de Electrónica, allí encontraremos la cantidad de luminarias dentro del laboratorio, junto con el circuito al que se encuentran conectados. Dentro de la Tabla 11 encontramos las especificaciones de este plano.

**Tabla 11**

Circuito de iluminación.

<b>Circuitos</b>	<b>Número de salidas</b>
<b>a</b>	8

<b>b</b>	8
<b>c</b>	8

*Nota.* Cantidad de salidas de cada circuito de iluminación.

### **Análisis de interruptores termomagnéticos instalados.**

Este análisis se realizó con el fin de determinar el tiempo en que los interruptores termomagnéticos reaccionan ante un cortocircuito. Estos interruptores tienen una curva de disparo tipo C, con este dato se procede a realizar el análisis. Para el cálculo del tiempo de disparo se usará una gráfica sobre la curva de disparo que emplean los interruptores termomagnéticos, en nuestro caso de curva tipo C; para determinar cuánta corriente de cortocircuito se genera se deberá emplear una fórmula que contendrá el voltaje del sistema y la resistividad del cable.

- **MODELO BREAKER DE TABLERO DE DISTRIBUCIÓN**

QO132VSC6

QO232VSC6

QO332VSC6

- **MODELO BREAKER DE LAS MESAS DE TRABAJO**

EZ9F56120

EZ9F56210

EZ9F56310

Para realizar estos cálculos es de vital importancia contar con la resistividad del conductor, la fórmula para determinar este valor es:

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad \text{Ec.2}$$

Donde:

$p$ = resistividad del material del conductor ( $\Omega$ ), para el cobre es igual a  $1.7254 \cdot 10^{-8}$

$L$ = longitud del conductor ( $m$ )

$A$ = sección del conductor ( $mm^2$ )

Cabe recalcar que la resistividad del conductor será directamente proporcional a la longitud e inversamente proporcional al área de sección.

Para los circuitos C11 y C12 de las mesas de trabajo #7 y #12 obtenemos:

$$R = p \frac{L}{A}$$

$$R = 1.7254 \cdot 10^{-8} \frac{13}{5.3 \cdot 10^{-6}}$$

$$R = 0.04232 \Omega$$

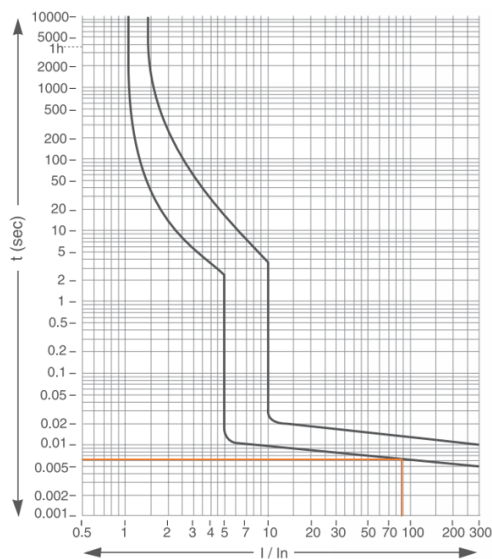
Tiempo de respuesta de los interruptores termomagnéticos del tablero de distribución del laboratorio de Electrónica.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{120}{0.04232} = 2835.53[A] = \frac{2835.53}{32} = 88.61 I_n$$

A continuación, se debe colocar la cantidad de corriente nominal que obtuvimos, la cual tuvo un valor de 88.61 veces la corriente nominal ( $I_n$ ) de nuestro breaker de 32[A] instalado en el tablero de distribución del laboratorio. Una vez graficada esa línea obtendremos el tiempo de respuesta del interruptor termomagnético, el cual tuvo un valor de 0.0061 segundos. Como se puede evidenciar en la Figura 41.

#### **Figura 41**

Curva de disparo tipo C tablero circuitos 120[V]



*Nota.* Análisis con gráfico de la curva tipo C.

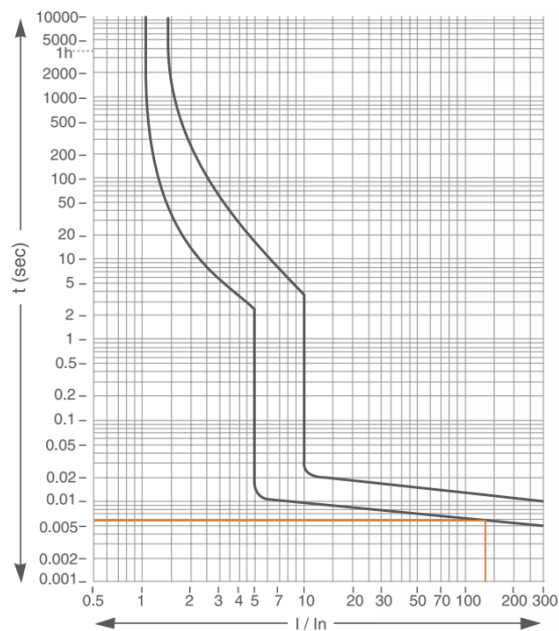
Tiempo de respuesta de los interruptores termomagnéticos instalados en las mesas de trabajo del laboratorio de Electrónica.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{120}{0.04232} = 2835.53[A] = \frac{2835.53}{20} = 141.77 I_n$$

A continuación, se debe colocar la cantidad de corriente nominal que obtuvimos, la cual tuvo un valor de 141.77 veces la corriente nominal ( $I_n$ ) de nuestro breaker de 20[A] instalado en las mesas de trabajo. Una vez graficada esa línea obtendremos el tiempo de respuesta del interruptor termomagnético, el cual tuvo un valor de 0.0058 segundos. Como se puede evidenciar en la Figura 42.

### Figura 42

*Curva de disparo tipo C mesas circuitos 120[V]*



*Nota.* Análisis con gráfico de la curva tipo C.

Este tipo de análisis se realiza para el resto de circuitos monofásicos, en los cuales los tiempos de respuesta serán relativamente iguales. A continuación, debemos seguir con los mismos pasos para realizar el análisis de los circuitos bifásicos.

Para los circuitos C18 y C19 de las mesas de trabajo #7 y #12 obtenemos:

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

$$R = 1.7254E - 8 \frac{13}{5.3^{-6}}$$

$$R = 0.04232\Omega$$

Tiempo de respuesta de los interruptores termomagnéticos del tablero de distribución del laboratorio de Electrónica.

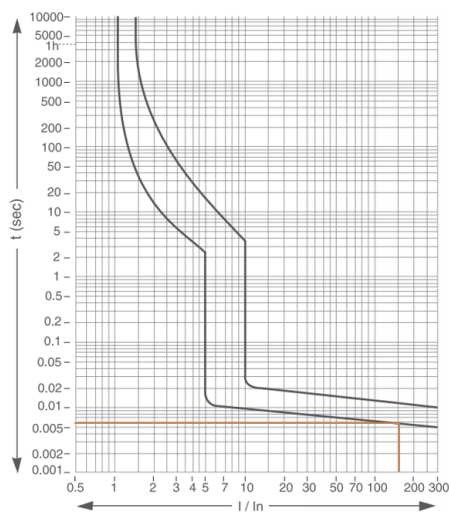
$$I = \frac{V}{R} = \frac{220}{0.04232} = 5198.48[A] = \frac{5198.48}{32} = 162.45 I_n$$

A continuación, se debe colocar la cantidad de corriente nominal que obtuvimos, la cual tuvo un valor de 162.45 veces la corriente nominal ( $I_n$ ) de nuestro breaker de 32[A] instalado en el

tablero de distribución del laboratorio. Una vez graficada esa línea obtendremos el tiempo de respuesta del interruptor termomagnético, el cual tuvo un valor de 0.0056 segundos. Como se puede evidenciar en la Figura 43.

### Figura 43

*Curva de disparo tipo C tablero circuitos 220[V].*



*Nota.* Análisis con gráfico de la curva tipo C.

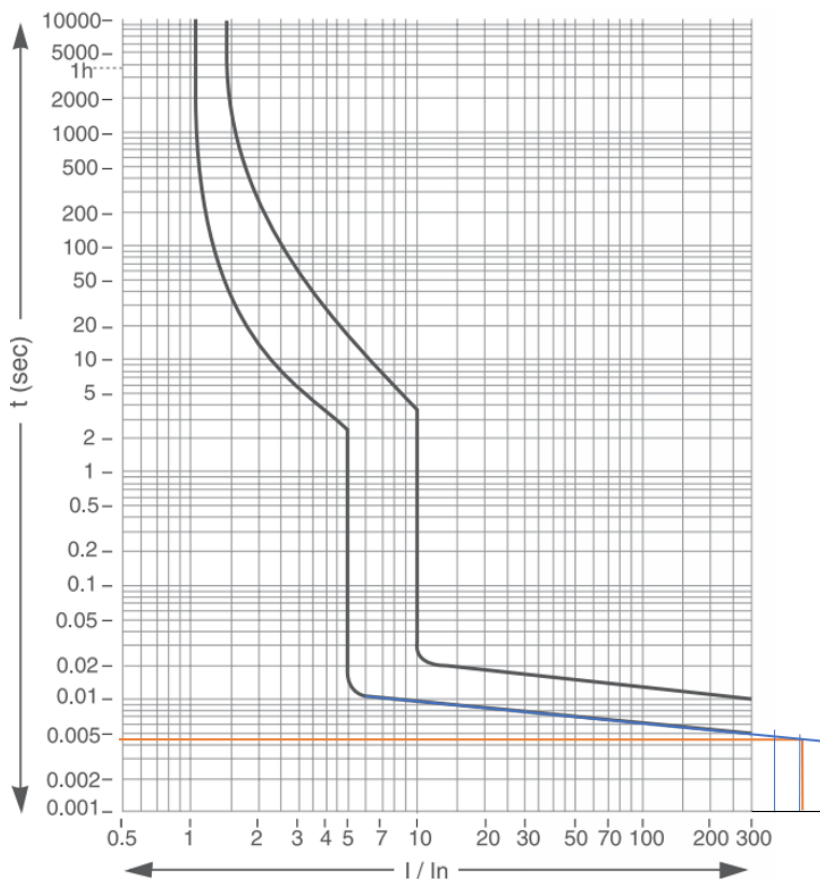
Tiempo de respuesta de los interruptores termomagnéticos instalados en las mesas de trabajo del laboratorio de Electrónica.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{220}{0.04232} = 5198.48[A] = \frac{5198.48}{10} = 519.88 I_n$$

A continuación, se debe colocar la cantidad de corriente nominal que obtuvimos, la cual tuvo un valor de 519.88 veces la corriente nominal ( $I_n$ ) de nuestro breaker de 10[A] instalado en las mesas de trabajo. Una vez graficada esa línea obtendremos el tiempo de respuesta del interruptor termomagnético, el cual tuvo un valor de 0.0048 segundos. Como se puede evidenciar en la Figura 44.

### Figura 44

*Curva de disparo tipo C mesas circuitos 220[V]*



*Nota.* Análisis con gráfico de la curva tipo C.

Este tipo de análisis se realiza para el resto de circuitos bifásicos, en los cuales los tiempos de respuesta serán relativamente similares como en el caso de los circuitos monofásicos.

La razón por la que los tiempos de respuesta entre los interruptores termomagnéticos instalados en el tablero de distribución principal y, los interruptores termomagnéticos instalados en las mesas de trabajo al producirse un cortocircuito en los circuitos monofásicos y bifásicos, es debido a la distancia en la que se genera el cortocircuito, al ser una distancia muy corta el interruptor termomagnético instalados en las mesas de trabajo no reaccionan al tiempo adecuado por lo que, tanto los interruptores termomagnéticos del tablero de distribución y los interruptores termomagnéticos instalados en las mesas de trabajo, se desactivan al mismo tiempo cuando se produce un cortocircuito en los circuitos monofásicos y bifásico.

Con esto se cumple el funcionamiento de los interruptores termomagnéticos, la cual es proteger a los circuitos contra sobrecargas.

### **Análisis e interpretación de resultados en software iluminación DIALux.**

Según (UCM, 2014), el software inventado para la creación de proyectos de iluminación llamado DIALux, nos permite obtener y evidenciar los resultados obtenidos. Con ayuda de este software se realizaron cálculos simulados para la verificación de las diferentes escalas de luz en diferentes modelados del cielo, describiendo la mejor solución para cada escenario posible en sus respectivas horas de trabajo, debido a que DIALux es un software de iluminación libre, permitió como consiguiente un diseño con cálculos en diferentes horarios de actividades. Tras realizar una recolección de datos, se procedió a realizar el análisis correspondiente, mediante una estadística del tipo de luz natural y luz artificial durante todo un día de trabajo se llegan a las conclusiones descritas en (ver Tabla 12).

**Tabla 12**

*Escalas de luz en diferentes modelados del cielo*

Horarios de trabajo del Laboratorio	Tipos de Cielo / Luz Natural			Tipos de Cielo / Artificial		
	Despejado [lx]	Medio [lx]	Cubierto [lx]	Despejado [lx]	Medio [lx]	Cubierto [lx]
<b>7:00</b>	1026	443	76.6	1783	1201	242
<b>8:00</b>	3403	1876	76.6	4160	2634	242
<b>9:00</b>	4060	2638	76.6	4818	3396	242
<b>10:00</b>	3404	2476	76.6	4161	3234	242



<b>11:00</b>	2160	1678	76.6	2917	2436	242
<b>12:00</b>	1289	1032	76.6	2046	1790	242
<b>13:00</b>	478	567	76.6	1236	1324	242
<b>14:00</b>	378	543	76.6	1135	1301	242
<b>15:00</b>	342	506	76.6	1099	1263	242
<b>16:00</b>	294	363	76.6	1051	112	242
<b>Promedio</b>	1683.4	1212.2	76.6	2440.6	1869.1	242

*Nota.* Niveles de luz natural y artificial en 3 tipos de cielo a ciertas horas de uso del laboratorio.

### ***Cielo despejado.***

Recopilando los datos de la tabla podemos cumplir una nominal de mayor o igual a 500 Luxes y se obtiene el resultado de 1026 Luxes en el día como se observa en (ver Tabla 13), por lo tanto, perjudica a la vista de los estudiantes según normativa, por lo que, se recomienda la utilización de persianas en los laboratorios hasta la 1:00 PM que cumple con 478 Luxes y se recomienda aumentar la luz a partir de las 2 PM.

**Tabla 13**

*Niveles de luz en cielo despejado*

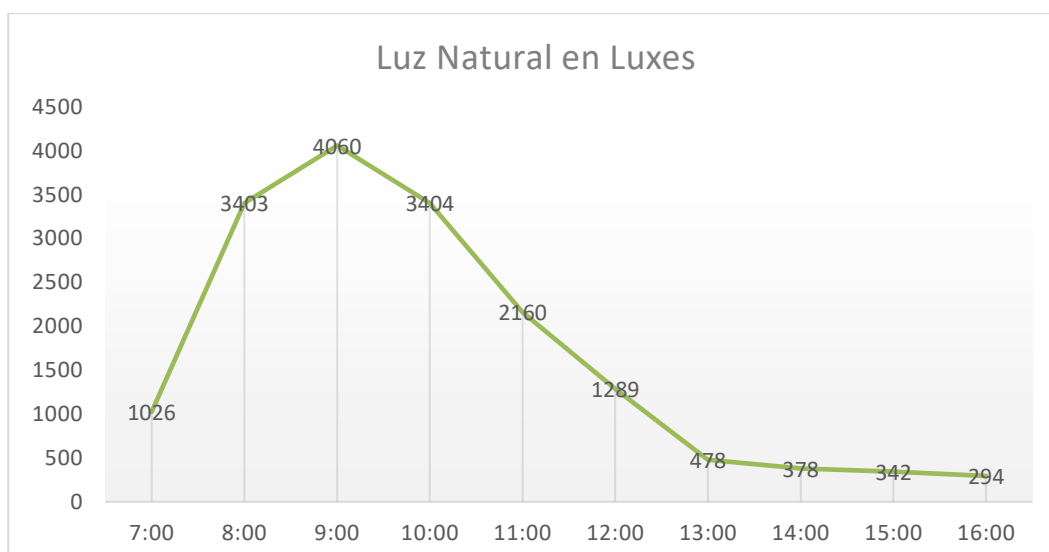
<b>Cielo Despeado</b>		
<b>Horarios de trabajo del Laboratorio</b>	Luz Natural	Luminarias [lx]
<b>7:00</b>	1026	1783
<b>8:00</b>	3403	4160
<b>9:00</b>	4060	4818
<b>10:00</b>	3404	4161

<b>11:00</b>	2160	2917
<b>12:00</b>	1289	2046
<b>13:00</b>	478	1236
<b>14:00</b>	378	1135
<b>15:00</b>	342	1099
<b>16:00</b>	294	1051

*Nota.* Niveles de luz artificial y natural a diferentes horas en cielo despejado.

### Figura 45

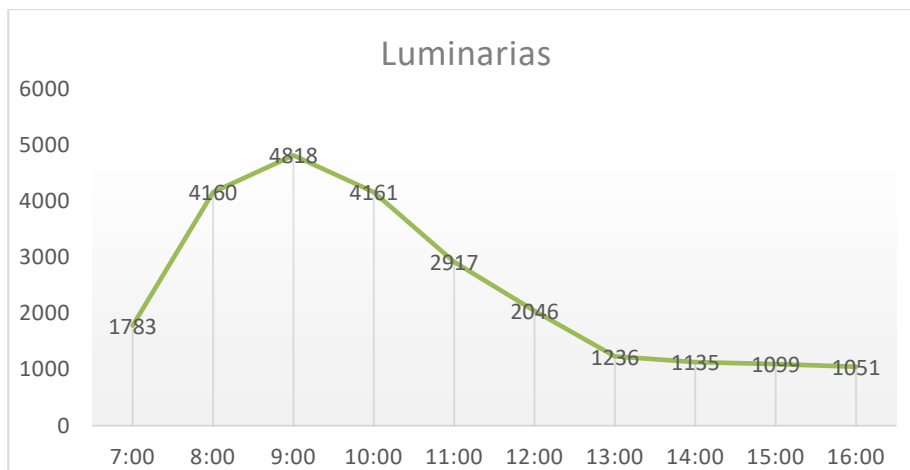
*Gráfica de luz natural en luxes*



*Nota.* Curva de niveles de luxes de luz natural en cielo despejado.

### Figura 46

*Gráfica de luz artificial en luxes*



*Nota.* Curva de niveles de luxes de luz artificial en cielo despejado.

### **Cielo medio.**

Se calcula en cielo medio en lo cual se observa que existe un exceso de luxes por encima de la media de 500 luxes con la iluminación artificial durante el día, por lo tanto, se recomienda utilizar solo a las 7:00 AM de la mañana y durante la tarde a partir de las 2:00 PM.

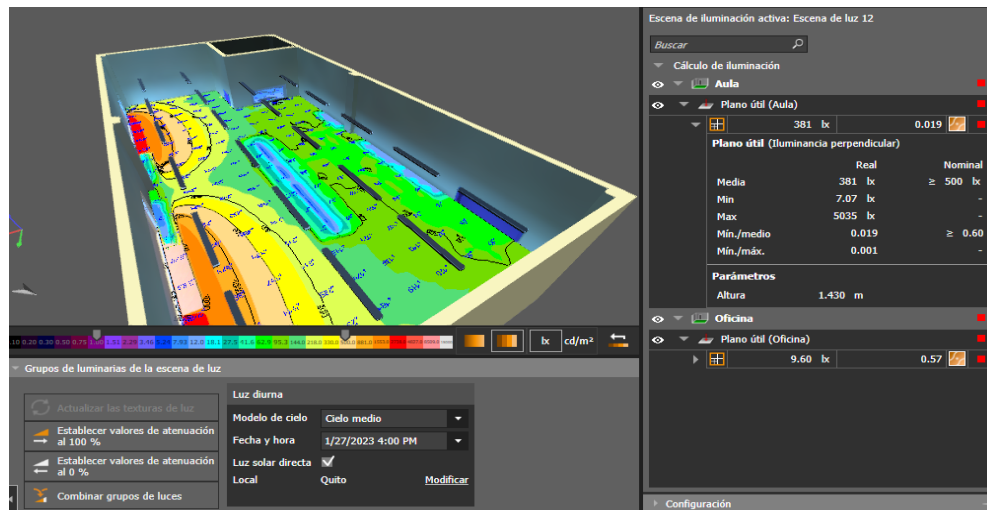
**Tabla 14**

*Niveles de luz en cielo medio.*

Cielo Medio		
Horarios de trabajo del Laboratorio	Luz Natural [lx]	Luminarias [lx]
7:00	443	1201
8:00	1876	2634
9:00	2638	3396
10:00	2476	3234
11:00	1678	2436
12:00	1032	1790
13:00	567	1324
14:00	543	1301
15:00	506	1263
16:00	363	112

**Figura 47**

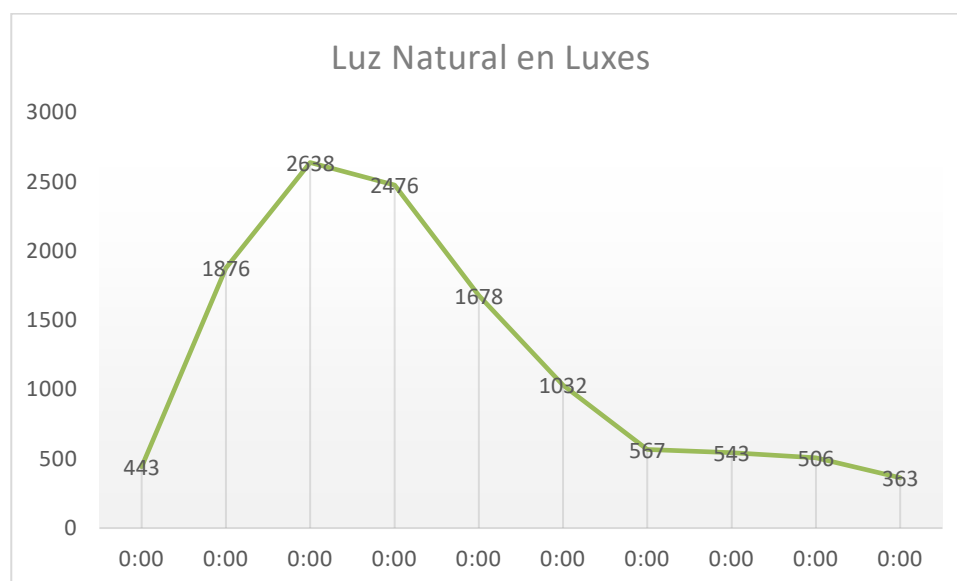
*Entrada de luz con Cielo medio*



*Nota.* Ilustración de luz en cielo medio.

## Figura 48

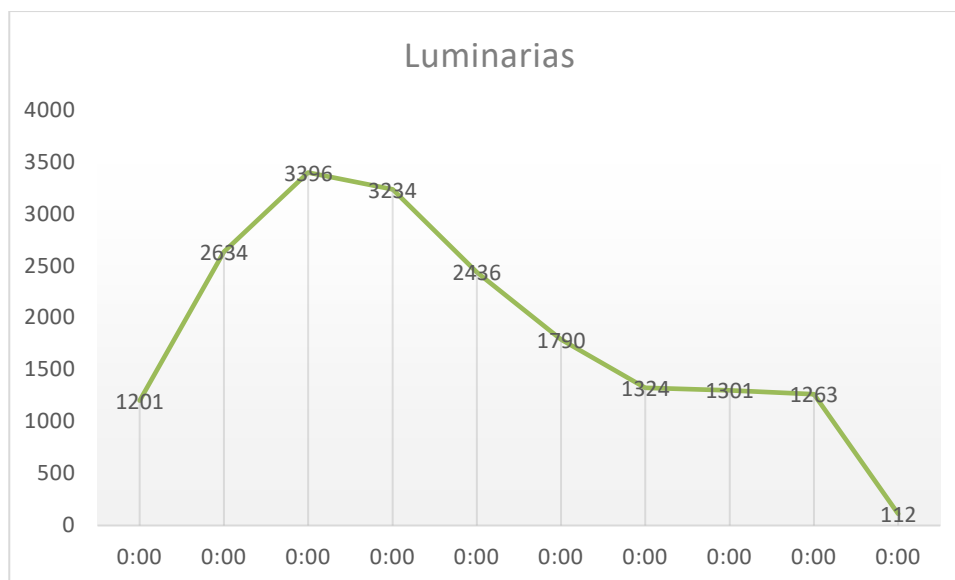
*Gráfica de luz natural en luxes.*



*Nota.* Curva de niveles de luxes de luz natural en cielo medio.

## Figura 49

*Gráfica de luz artificial en luxes.*



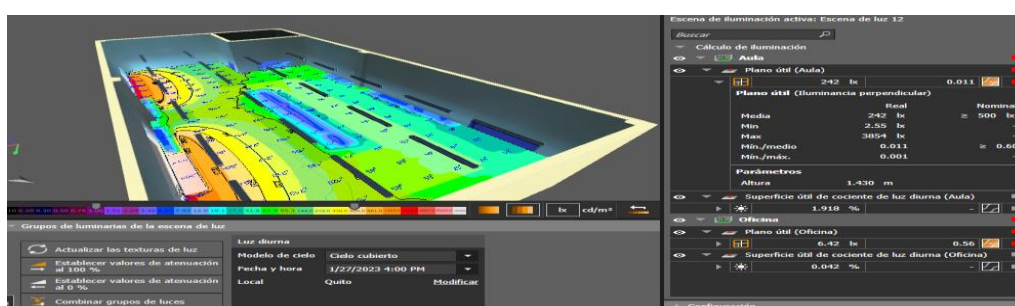
*Nota.* Curva de niveles de luxes de luz artificial en cielo medio.

### **Cielo cubierto.**

Podemos observar mediante la Tabla 12 que el cielo cubierto no cumple la n3mina de 500 luxes por lo tanto es permitido aumentar las luces artificiales como se observa en la Figura 50.

### **Figura 50**

*Niveles de luz con cielo medio.*



*Nota.* Iluminaci3n del laboratorio en cielo medio.

## Conclusiones y recomendaciones

### Conclusiones

- La instalación eléctrica en las mesas de trabajo del laboratorio se realizó de manera exitosa con el uso de las normativas vigentes que nos indican las características técnicas con las que deben contar cada uno de los elementos y su dimensionamiento.
- Para realizar el dimensionamiento de los conductores y sistemas de protección se calculó la corriente total que va a circular por las mesas de trabajo, posterior a ello para la selección del conductor se realizó un sobredimensionamiento del 125% y el uso de una tabla. Al escoger la capacidad para los interruptores electromagnéticos, se usaron aquellos con un valor de corriente nominal ( $I_n$ ) más cercano a la corriente calculada.
- Para la habilitación total de las mesas de trabajo del laboratorio se instalaron 9 puntos de conexión para alimentación de 120[V], 1 punto de conexión para alimentación de 220[V], un punto de conexión para alimentación de 360[V] y un punto para red de internet en cada mesa.
- Mediante el uso del software DIALux se constató que los laboratorios cuentan con un porcentaje de iluminación excesiva durante las mañanas, debido a que no cuentan con persianas que disminuyan las entradas de luz natural que brinda el sol.
- Con ayuda del software Solid Works se realizó el diseño para las mesas de trabajo, gracias a que este programa nos permite crear objetos con un resultado realístico, esto ayuda a ubicar los diferentes puntos y elementos que van a tener las mesas de trabajo hasta obtener el resultado deseado.

### Recomendaciones

- En el levantamiento de información debemos adquirir los datos importantes de cada elemento para su posterior adquisición, estos datos pueden ser modelos, características técnicas o marcas, ya que puede haber la posibilidad de que algunos de estos elementos sean difíciles de adquirir dentro del país.
- Para realizar un mantenimiento de la instalación realizada se debe contar con las herramientas y diagramas necesarios para no producir ningún error y evitar dañar las instalaciones, podemos recalcar que se debe tener en cuenta el conexionado que está implementado.
- Realizar un análisis de la curva de disparo para los interruptores termomagnéticos que se van a usar es importante, ya que de esta manera se podrá entender de mejor manera el funcionamiento del sistema en caso de sobrecargas o cortocircuitos.
- Se recomienda analizar qué tipo de equipos y/o circuitos van a conectarse, debido a que dependiendo de esto se debe considerar que los elementos cuenten con una conexión a tierra, por ejemplo, al conectar circuitos inestables es de vital importancia que los tomacorrientes cuenten con una conexión a tierra.
- Al realizar el análisis de iluminación se debe considerar la normativa que vamos a usar, ya que desde ese punto podremos determinar si la instalación de iluminación es óptima para un laboratorio estudiantil.

## **Bibliografía**

Schallenberg, J., Piernavieja, G., Hernández, C., Unamunzaga, P., García, R., Díaz, M., . . .

Subiela, V. (2008). *Energías renovables y eficiencia energética*. Madrid: Instituto Tecnológico de Canarias, S.A.

Agencia de regulación y control de energía y recursos naturales no renovables . (2020).

*controlrecursosyenergia*. Obtenido de *controlrecursosyenergia*:  
<https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/01/Regulacion-002-20.pdf>

Araya, J., & Francisco, S. (2001). *Conductores Electricos*. Santia de chile: Procobre.

Área Tecnología. (2023). *areatecnologia*. Obtenido de *areatecnologia*:

<https://www.areatecnologia.com/electricidad/magnetotermico.html>

Armas, Y. (23 de Abril de 2020). *scribd*. Obtenido de *scribd*:

<https://es.scribd.com/document/457992593/Como-funciona-un-interruptor-termomagnetico-pdf>

Avendaño , C., & Ibañez , H. (01 de enero de 2001). Las puestas a tierra como elemento de

seguridad personal. *Tecnura*, 4(8), 39–46. Obtenido de  
[file:///C:/Users/USER/Downloads/adminojs,+Articulo8-6%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/USER/Downloads/adminojs,+Articulo8-6%20(1).pdf)

Áviles, F. G. (2005). *Instalaciones Eléctricas*. Quito.

Balcázar. (2021). *CONDUCTORES ELÉCTRICOS*. Santiago : PROCOBRE.

Balderas, J. D. (2020). *tecnosinergia*. Obtenido de *tecnosinergia*:

<https://tecnosinergia.zendesk.com/hc/es/articles/360022774131-Tipos-de-toma-corriente-electricos>

Cables CONDUMEX. (2015). *faradayos*. Obtenido de *faradayos*:

<https://www.faradayos.info/2013/12/empalmes-cables-electricos-derivacion-cola-rata->



prolongacion.html

Campeto Littlewood, E., & Neagu Braú, S. (1995). *Instalaciones Eléctricas Conceptos básicos y diseños*. Ciudad de México: Alfaomega.

Chávez Pichucho, M., & Jaigua Saquina, D. (2017). *REDISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS*. Quito: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.

Condori, A. (15 de Agosto de 2019). *scribd*. Obtenido de scribd: <https://es.scribd.com/document/422005101/Que-Es-y-Como-Funciona-EI-Interrupor-Termomagnetico>

Contreras, A. M. (15 de Febrero de 2011). *Scribd*. Obtenido de Scribd: <https://es.scribd.com/doc/48842032/INSTALACIONES-ELECTRICAS#>

Cueva, G., & Quinga, M. (2013). ESTUDIO DE CARGA Y DISEÑO DE PLANOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL COLEGIO NACIONAL EXPERIMENTAL "JUAN PÍO MONTÚFAR". *Tesis de Electromecánica*. ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL, Quito.

Diego, C. M. (2017). *REDISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS PARA LOS LABORATORIOS DE LA CARRERA DE INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CUMPLIENDO LAS NORMATIVAS REGIONALES VIGENTES*.

Eenergie shop. (31 de Agosto de 2020). *eenergie-shop*. Obtenido de eenergie-shop: <https://www.eenergie-shop.es/blog/que-es-fusible-para-que-sirve/>

EPS Alicante. (01 de 09 de 2021). *Universidad de Alicante*. Obtenido de Universidad de Alicante: <https://eps.ua.es/es/infraestructuras-espacios/infraestructuras-y-espacios/laboratorio-de-electronica.html>

Feliciano, J. (1 de Marzo de 2021). ¿Cómo funciona el sistema de energía eléctrica en Guatemala? *Periodico diital*.

Fernández, J., Cerdá, L., & Sánchez, R. (2014). *Automatismos Industriales*. Madrid: Paraninfo.

HUBELL. (s.f.). *HUBELL*. Obtenido de [https://hubbellcdn.com/specsheet/WIRING\\_HBL2820\\_spec.pdf](https://hubbellcdn.com/specsheet/WIRING_HBL2820_spec.pdf)

JaviMad. (2023 de enero de 28). *Wikipedia*. Obtenido de Wikipedia: <https://es.m.wikipedia.org/wiki/RJ-45>

MANCEDO, S. M. (14 de Octubre de 2012). *acomee*. Obtenido de *acomee*: <https://www.acomee.com.mx/clasificaciones/INTERRUPTOR%20TERMOMAGNETICO.pdf>

MELEXA. (2013). *MELEXA*. Obtenido de MELEXA: <https://melexa.com/terminales-electricos-para-que-sirven-y-cuales-son-sus-funciones#:~:text=Los%20terminales%20el%C3%A9ctricos%20son%20materiales,que%20el%20circuito%20sea%20continuo.>

MIDUVI. (2018). Norma Ecuatoriana de la Construcción. En MIDUVI. Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/NEC-SB-IE-Final.pdf>

Nahomy, G. (10 de marzo de 2017). *nahomycg*. Obtenido de *nahomycg*: <http://nahomycg.blogspot.com/2017/03/tomacorriente-polarizado.html>

Nazzi, M. (2011). *Montaje Electromecánico*. Obtenido de Montaje Electromecánico: [https://sites.google.com/site/399montajeeselectromecanico/interruptores-termomagneticos#:~:text=Un%20interruptor%20termomagn%C3%A9tico%2C%20es%20un,el%20t%C3%A9rmico%20\(efecto%20Joule\).](https://sites.google.com/site/399montajeeselectromecanico/interruptores-termomagneticos#:~:text=Un%20interruptor%20termomagn%C3%A9tico%2C%20es%20un,el%20t%C3%A9rmico%20(efecto%20Joule).)

Normativa Ecuatoriana de la Construcción (NEC). (2018). *Instalaciones Eléctricas*. Quito: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI).

Pacheco, J. F. (2013). *slideplayer*. Obtenido de slideplayer: <https://slideplayer.es/slide/2475120/>

Pastor, J. (2022). *academia.edu*. Obtenido de academia.edu: [https://www.academia.edu/23953849/FORMATO\\_INFORME\\_LAB\\_TEC\\_ELECTRICA](https://www.academia.edu/23953849/FORMATO_INFORME_LAB_TEC_ELECTRICA)

Pinto, J. I. (23 de abril de 2015). *docplayer*. Obtenido de docplaye: <https://docplayer.es/21838745-Tipos-de-tomacorrientes.html>

Pozos a Tierra. (2023). *pozosatierra*. Obtenido de pozosatierra: <https://www.pozosatierra.com/mantenimiento-pozo-a-tierra.html>

René, P. R. (2015). *INSTALACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE FUERZA DEL LABORATORIO DE COMPUTACIÓN DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS*.

Rivadeneira Vergara, L., & Torres Ponguillo, V. (2010). *ANÁLISIS DE FALLAS Y CONTROL DE PROTECCIONES COMO*. Quito: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL .

Sandoya Unamuno, A., Chica Martínez, L., Ordoñez, G., & Arias Zambrano, J. (2018). *NEC Instalaciones Eléctricas*. Quito.

Sarango, M. (07 de Mayo de 2018). *scribd*. Obtenido de scribd: <https://es.scribd.com/presentation/378468920/TERMILALES-ELECTRICOS>

Shneider. (27 de noviembre de 2018). *schneider electric*. Obtenido de schneider electric: <https://www.se.com/cl/es/faqs/FA363567/>

Tolocka, E. (18 de abril de 2019). *profetolocka*. Obtenido de profetolocka: <https://www.profetolocka.com.ar/2019/04/18/entendiendo-las-curvas-de-disparo-de-los->

interruptores-automaticos/

UCM. (2014). *UCM*. Obtenido de <https://www.ucm.es/pimcd2014-free-software/dialux#:~:text=Descripci%C3%B3n&text=Descripci%C3%B3n%20b%C3%A1sica%3A,fabricantes%20I%C3%ADderes%20a%20nivel%20mundial>.

Valladares, C. A. (16 de 01 de 2022). *Electricistas.CL*. Obtenido de Electricistas.CL: <https://electricistas.cl/protecciones-electricas-capitulo-1-2/>

WEBMASTER. (06 de agosto de 2016). *Web mas interesante*. Obtenido de Web mas interesante: <https://web.masinteresantes.com/tomacorriente-y-sus-partes/>

Zambrano, F. (2010). REMODELACIÓN DE LAS MESAS DE TRABAJO Y MANTENIMIENTO DE LAS UNIDADES DE MEDICIÓN EN EL LABORATORIO DE ELECTRICIDAD BÁSICA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO. (*Tesis en electrónica mención instrumentación y aviónica*). INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO, Quito.

Zambrano, F. (27 de noviembre de 2015). *Electonica Unicrom*. Obtenido de Electronica Unicrom : <https://unicrom.com/fusible/>

## Anexos