



**Implementación de un módulo didáctico para instalación de sistemas eléctricos domiciliarios bajo normativa NEC en el laboratorio de comunicaciones de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE – Sede Latacunga**

Topón Chalco, Ariel David

Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones

Carrera de Tecnología Superior en Redes y Telecomunicaciones

Trabajo de Integración Curricular, previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior en Redes y Telecomunicaciones

Ing. Caicedo Altamirano, Fernando Sebastián

01 de marzo del 2024

Latacunga



Plagiarism report

## MONOGRAFIA\_ARIEL\_TOPON\_MODUL...

### Scan details

Scan time:  
March 2th, 2024 at 1:46 UTC

Total Pages:  
64

Total Words:  
13791

### Plagiarism Detection



### AI Content Detection

Text coverage  
 AI text  
 Human text

N/A

### 🔍 Plagiarism Results: (15)

🌐 **2018-03-16\_Registro-Oficial-No.-358\_AM-No.-004-18\_Expedición-NEC-HS-EE...** **3.7%**  
[https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2020/07/2018-03-16\\_registro-oficial-no.-358\\_am-no-...](https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2020/07/2018-03-16_registro-oficial-no.-358_am-no-...)  
 Vicente de Paúl Pineda Villacrés  
 Administración del Señor Lcdo. Lenin Moreno Garcés Presidente Constitucional de la República del Ecuador  
 Viernes, 16 de marzo de 2018 [...]

🌐 **Tipos de cables eléctricos y sus características** **1.5%**  
<https://www.mantenimientoelectrico.com/cables/tipos-cables-electricos-y-sus-caracteristicas-n3783>  
 Noodas Artic...

🌐 **Tipos de cables eléctricos y sus características.docx** **1.5%**  
<https://www.slideshare.net/kevinylinoleoncapch/Tipos-de-cables-elctricos-y-sus-caracteristicasdocx>  
 Submit Search Upload Tipos de cables eléctricos y sus características.docx • 0 likes • 102 views K  
 KevinYulinoLEONCAPCHFollow son los ...

🌐 **Tipos de Cables Eléctricos y sus Características - Top Cable** **1.5%**  
<https://www.topcable.com/blog-electric-cable/Tipos-de-cables-electricos/>  
 Español ...

Ing. Caicedo Altamirando, Fernando Sebastián

Director

C.C: 1803935020



**Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones**

**Carrera de Tecnología Superior en Redes y Telecomunicaciones**

### **Certificación**

Certifico que el trabajo de unidad de integración curricular: **“Implementación de un módulo didáctico para instalación de sistemas eléctricos domiciliarios bajo normativa NEC en el laboratorio de comunicaciones de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE – Sede Latacunga”** fue realizado por el señor **Topón Chalco, Ariel David**, el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

**Latacunga, 02 de Marzo del 2024**

Firma

**Ing. Caicedo Altamirano, Fernando Sebastián**

**Director**

**C.C: 1803935020**



Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones  
Carrera de Tecnología Superior en Redes y Telecomunicaciones

### Responsabilidad de Autoría

Yo, **Topón Chalco, Ariel David**, con cédula de ciudadanía n°172822155-5, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de unidad de integración curricular: **Implementación de un módulo didáctico para instalación de sistemas eléctricos domiciliarios bajo normativa NEC en el laboratorio de comunicaciones de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE – Sede Latacunga** es de mi 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, 02 de Marzo del 2024

Firma

**Topón Chalco, Ariel David**

C.C: 172822155-5



**Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones**

**Carrera de Tecnología Superior en Redes y Telecomunicaciones**

### **Autorización de Publicación**

Yo **Topón Chalco, Ariel David**, con cédula de ciudadanía n°172822155-5, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de unidad de integración curricular: **Implementación de un módulo didáctico para instalación de sistemas eléctricos domiciliarios bajo normativa NEC en el laboratorio de comunicaciones de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE – Sede Latacunga** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

**Latacunga, 02 de Marzo del 2024**

Firma

.....  
**Topón Chalco, Ariel David**

C.C: 172822155-5

### **Dedicatoria**

Este trabajo de tesis está dedicado a Dios, a mis padres y hermanos, que siempre han estado a mi lado apoyándome condicionalmente en el trayecto de mis estudios, para lograr mis metas personales y académicas. Ellos con su amor me alentaron a no rendirme ante las dificultades.

Estoy muy agradecido con la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE – Sede Latacunga, en la formación de estudiantes con la buena enseñanza de docentes que forman en la institución, quienes nos aportaron conocimientos, valores éticos y morales para llegar a ser unos buenos profesionales en la vida.

**Topón Chalco, Ariel David**

### **Agradecimiento**

Le agradezco a Dios quien me guio en el camino y brindarme la fuerza para seguir adelante con mis estudios. A mis padres Topón José y Chalco María, por su apoyo condicional y sabios consejos, con su amor, paciencia y tolerancia quienes me guiaron con valores éticos. Además, motivarme día a día para dar mis mejores esfuerzos durante mi formación académica y apoyaron para culminar mi carrera técnica.

Mis agradecimientos al In. Fernando Caicedo quien con su sabiduría y enseñanza me supo guiar en el desarrollo de este trabajo

**Topón Chalco, Ariel David**

**ÍNDICE DE CONTENIDO**

<b>Carátula .....</b>	<b>1</b>
<b>Reporte de Verificación de Contenido.....</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>7</b>
<b>Índice de contenido .....</b>	<b>8</b>
<b>Índice de figuras .....</b>	<b>14</b>
<b>Índice de tablas.....</b>	<b>18</b>
<b>Resumen.....</b>	<b>19</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>20</b>
<b>Capítulo I: Introducción.....</b>	<b>21</b>
<b>Tema.....</b>	<b>21</b>
<b>Antecedentes.....</b>	<b>21</b>
<b>Planteamiento del Problema.....</b>	<b>22</b>
<b>Justificación e Importancia .....</b>	<b>23</b>
<b>Objetivos.....</b>	<b>24</b>
<b><i>Objetivo General .....</i></b>	<b><i>24</i></b>
<b><i>Objetivos Específicos.....</i></b>	<b><i>24</i></b>

Alcance .....	25
Capítulo II: Marco Teórico .....	26
Redes Eléctricas.....	26
Instalaciones eléctricas .....	27
<i>Instalaciones eléctricas según su tensión</i> .....	28
Conceptos básicos de circuitos eléctricos .....	29
Tipos de corrientes eléctricas .....	29
Ley de Ohm.....	30
<i>Fórmula de la ley de Ohm</i> .....	30
Tipos de circuitos electrónicos.....	31
<i>Circuito en serie</i> .....	31
<i>Circuito en paralelo</i> .....	32
<i>Circuito mixto</i> .....	33
Componentes de una instalación eléctrica .....	34
Materiales eléctricos .....	36
Componentes de un cable eléctrico.....	36
Tipos de conductores eléctricos.....	36
Instrumentos de medición .....	37
Multímetro .....	38
<i>Multímetro analógico</i> .....	38
<i>Multímetro digital</i> .....	39

<b>Medidores eléctricos</b> .....	<b>40</b>
<b>Tipos de contadores eléctricos</b> .....	<b>40</b>
<i>Contadores electromecánicos o analógicos</i> .....	<i>41</i>
<i>Contadores electrónicos o digitales</i> .....	<i>41</i>
<i>Contadores de telegestión</i> .....	<i>42</i>
<b>Tipos de medidores de energía de acuerdo a la conexión</b> .....	<b>42</b>
<i>Medidor monofásico bifilar</i> .....	<i>42</i>
<i>Medidor monofásico trifilar</i> .....	<i>43</i>
<i>Medidor bifásico trifilar</i> .....	<i>44</i>
<i>Medidor trifásico tetrafilar</i> .....	<i>44</i>
<i>Medidor trifásico trifilar</i> .....	<i>45</i>
<b>Partes de una instalación eléctrica que se implementara en el módulo didáctico</b> .....	<b>45</b>
<i>Línea de acometida</i> .....	<i>46</i>
<i>Partes de una acometida eléctrica</i> .....	<i>46</i>
<b>Caja general de protección (CGP)</b> .....	<b>47</b>
<b>Interruptor de control de potencia (ICP)</b> .....	<b>47</b>
<b>Cuadro general de mando y protección (CGMP)</b> .....	<b>48</b>
<b>Interruptor general automático (IGA)</b> .....	<b>48</b>
<b>Interruptor diferencial (ID)</b> .....	<b>48</b>
<b>Pequeños Interruptores Automáticos (PIAs)</b> .....	<b>48</b>
<b>Puesto a tierra</b> .....	<b>49</b>

Operatividad de una instalación eléctrica .....	49
<i>Operatividad normal</i> .....	49
<i>Operatividad anormal</i> .....	49
Normativas nacionales e internaciones.....	49
Principios generales para el diseño de instalaciones eléctricas .....	50
<i>Estudio y factor de demanda</i> .....	50
Clasificación de las viviendas según el área de construcción .....	51
Calibre de conductores.....	52
Tuberías y cajetines .....	52
Código de color de conductores según norma Ecuatoriana de Construcción (NEC)....	53
Tipos de empalmes eléctricos.....	53
Clasificación de interruptores .....	56
Tomacorrientes .....	57
Tipos de tomacorrientes .....	57
Telecomunicaciones .....	59
Sistemas de alimentación para telecomunicaciones.....	59
Tipos de sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI).....	59
Tipos de uso para el respaldo de energía UPS .....	63
Generadores para antenas de telecomunicaciones.....	64
Conexión a tierra en un sistema de telecomunicaciones.....	64
<i>Componentes de sistema de puesto a tierra de telecomunicaciones</i> .....	64

<b>Herramienta para realizar un Esquema del módulo didáctico de instalaciones eléctricas.....</b>	<b>66</b>
<i>CadeSIMU</i> .....	67
<i>SolidWorks</i> .....	67
<i>QElectroTech</i> .....	67
<b>Capítulo III: Desarrollo del tema.....</b>	<b>68</b>
<b>Análisis para la selección de software .....</b>	<b>68</b>
<b>Análisis para la selección de Equipos y Materiales .....</b>	<b>69</b>
<b>Análisis del Centro de Carga.....</b>	<b>69</b>
<b>Análisis de interruptores termomagnético a Utilizar .....</b>	<b>71</b>
<b>Análisis del Cableado a Utilizar.....</b>	<b>72</b>
<b>Análisis de los Equipos a Utilizar.....</b>	<b>74</b>
<b>Selección de Equipos y Materiales a Utilizar.....</b>	<b>77</b>
<b>Instalación del programa QElectroTech .....</b>	<b>78</b>
<b>Configuración del Software QElectroTech .....</b>	<b>78</b>
<b>Planificación del esquema para un sistema eléctrico en 2D.....</b>	<b>91</b>
<b>Implementación del módulo didáctico.....</b>	<b>92</b>
<b>Prueba de verificación de red eléctrica .....</b>	<b>111</b>
<b>Implementación en el laboratorio.....</b>	<b>115</b>
<b>Prueba de la implementación de la red eléctrica en el laboratorio de Redes y Telecomunicaciones .....</b>	<b>116</b>
<b>Capítulo IV: Conclusiones y Recomendaciones.....</b>	<b>118</b>

<b>Conclusiones.....</b>	<b>118</b>
<b>Recomendaciones.....</b>	<b>119</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>120</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>127</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Diagrama de una red eléctrica</i> .....	27
<b>Figura 2</b> <i>Triángulo de Ohm</i> .....	31
<b>Figura 3</b> <i>Circuito en serie</i> .....	32
<b>Figura 4</b> <i>Circuito en paralelo</i> .....	33
<b>Figura 5</b> <i>Circuito mixto</i> .....	34
<b>Figura 6</b> <i>Componentes de un cable eléctrico</i> .....	36
<b>Figura 7</b> <i>Multímetro análogo</i> .....	39
<b>Figura 8</b> <i>Multímetro digital</i> .....	39
<b>Figura 9</b> <i>Contador electromecánicos o análogo</i> .....	41
<b>Figura 10</b> <i>Contador electrónico o digital</i> .....	41
<b>Figura 11</b> <i>Contador telegestión</i> .....	42
<b>Figura 12</b> <i>Medidor monofásico bifilar</i> .....	43
<b>Figura 13</b> <i>Medidor monofásico trifilar</i> .....	43
<b>Figura 14</b> <i>Medidor bifásico trifilar</i> .....	44
<b>Figura 15</b> <i>Medidor trifásico tetrafilar</i> .....	45
<b>Figura 16</b> <i>Medidor trifásico trifilar</i> .....	45
<b>Figura 17</b> <i>Acometida eléctrica aérea</i> .....	47
<b>Figura 18</b> <i>Empalme cola de rata</i> .....	54
<b>Figura 19</b> <i>Empalme western</i> .....	54
<b>Figura 20</b> <i>Empalme tipo T</i> .....	55
<b>Figura 21</b> <i>Empalme de derivación con nudo</i> .....	55
<b>Figura 22</b> <i>Unión de roma doblada</i> .....	56
<b>Figura 23</b> <i>Tomacorriente de 3 puntas</i> .....	57
<b>Figura 24</b> <i>Tomacorriente GFCI</i> .....	58
<b>Figura 25</b> <i>Tomacorriente de 3 puntas</i> .....	58

<b>Figura 26</b> Tomacorriente de 3 puntas.....	59
<b>Figura 27</b> UPS Offline .....	60
<b>Figura 28</b> UPS línea interactiva.....	61
<b>Figura 29</b> UPS Online o doble conversión.....	63
<b>Figura 30</b> Sistema de puesto a tierra y unión de telecomunicaciones .....	66
<b>Figura 31</b> Interfaz de Software QElectroTech.....	79
<b>Figura 32</b> Interfaz de nuevo proyecto .....	79
<b>Figura 33</b> Propiedades del folio.....	80
<b>Figura 34</b> Especificación de cada área.....	81
<b>Figura 35</b> Fuentes de energía .....	81
<b>Figura 36</b> Colocación de medidor monofásico.....	82
<b>Figura 37</b> Modificación del medidor.....	82
<b>Figura 38</b> Colocación de medidor bifásico.....	83
<b>Figura 39</b> Simbología barra a tierra.....	83
<b>Figura 40</b> Centro de carga.....	84
<b>Figura 41</b> Colocación de borneras.....	84
<b>Figura 42</b> Colocación de los interruptores termomagnético .....	85
<b>Figura 43</b> Interruptor simple .....	86
<b>Figura 44</b> Interruptor doble .....	86
<b>Figura 45</b> Interruptor con sensor de movimiento .....	87
<b>Figura 46</b> Conmutador de 3 vías.....	87
<b>Figura 47</b> Led iluminado.....	88
<b>Figura 48</b> Colocación de interruptores, conmutadores, tomacorrientes y boquillas .....	89
<b>Figura 49</b> Conexión de los elementos .....	90
<b>Figura 50</b> Especificación de cada componente .....	90
<b>Figura 51</b> Esquema de tablero eléctrico .....	91

<b>Figura 52</b> <i>Esquema de equipos en el tablero eléctrico</i> .....	92
<b>Figura 53</b> <i>Cortado de tubo conduit</i> .....	92
<b>Figura 54</b> <i>Dobles de 90 grados</i> .....	93
<b>Figura 55</b> <i>Dobles de un caballete</i> .....	93
<b>Figura 56</b> <i>Retirando impurezas del tubo conduit</i> .....	94
<b>Figura 57</b> <i>Conector americano de 1/2" en caja octagonal</i> .....	95
<b>Figura 58</b> <i>Armazón de tomacorriente</i> .....	95
<b>Figura 59</b> <i>Perforación en el tablero</i> .....	96
<b>Figura 60</b> <i>Distribución de cargas</i> .....	96
<b>Figura 61</b> <i>Aseguración de los equipos</i> .....	97
<b>Figura 62</b> <i>Conexión de enchufe de 110 V</i> .....	97
<b>Figura 63</b> <i>Conexión a la barrilla a tierra</i> .....	98
<b>Figura 64</b> <i>Cableado de iluminación</i> .....	99
<b>Figura 65</b> <i>Cableado de tomacorrientes 110 V</i> .....	99
<b>Figura 66</b> <i>Cableado de tomacorrientes cargas especiales</i> .....	100
<b>Figura 67</b> <i>Cableado de tomacorrientes (Estufa 220 V)</i> .....	100
<b>Figura 68</b> <i>Colocación de los interruptores termomagnético en el centro de carga</i> .....	101
<b>Figura 69</b> <i>Conexión de los interruptores termomagnético al centro de carga</i> .....	102
<b>Figura 70</b> <i>Colocación de capuchones</i> .....	102
<b>Figura 71</b> <i>Conexión de circuito de iluminación cuarto</i> .....	103
<b>Figura 72</b> <i>Circuito de iluminación con sensor de movimiento 180 grados</i> .....	104
<b>Figura 73</b> <i>Circuito de iluminación de gradas</i> .....	104
<b>Figura 74</b> <i>Circuito de iluminación de sala</i> .....	105
<b>Figura 75</b> <i>Puesto a tierra a cajas octagonales metálicas</i> .....	106
<b>Figura 76</b> <i>Colocación de capuchones</i> .....	106
<b>Figura 77</b> <i>Circuito de tomacorrientes de 3 puntas</i> .....	107

<b>Figura 78</b> <i>Circuito de tomacorrientes GFCI</i> .....	108
<b>Figura 79</b> <i>Circuito de tomacorrientes (carga especial)</i> .....	109
<b>Figura 80</b> <i>Circuito de tomacorriente (Estufa 220 V)</i> .....	110
<b>Figura 81</b> <i>Distribución del tablero eléctrico</i> .....	111
<b>Figura 82</b> <i>Prueba de iluminación de cuarto</i> .....	111
<b>Figura 83</b> <i>Prueba de iluminación con sensor de movimiento</i> .....	112
<b>Figura 84</b> <i>Prueba de iluminación de gradas</i> .....	112
<b>Figura 85</b> <i>Prueba de iluminación de sala</i> .....	113
<b>Figura 86</b> <i>Pruebas de carga de tomacorrientes GFCI</i> .....	113
<b>Figura 87</b> <i>Prueba de carga de tomacorriente 110 V</i> .....	114
<b>Figura 88</b> <i>Prueba de tomacorriente (carga especial)</i> .....	114
<b>Figura 89</b> <i>Pruebas en conjunto de los tomacorrientes</i> .....	114
<b>Figura 90</b> <i>Instalación del módulo didáctico en el Laboratorio de Redes y Telecomunicaciones</i> .....	115
<b>Figura 91</b> <i>Etiquetado en el módulo didáctico de instalaciones eléctricas</i> .....	116
<b>Figura 92</b> <i>Pruebas de todos los circuitos de iluminación</i> .....	117

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Factor de demanda</i> .....	50
<b>Tabla 2</b> <i>Cargas especiales</i> .....	51
<b>Tabla 3</b> <i>Factor de demanda para cargas especiales</i> .....	51
<b>Tabla 4</b> <i>Clasificación de las viviendas según el área de construcción</i> .....	52
<b>Tabla 5</b> <i>Capacidad de protección en función del calibre del conductor</i> .....	52
<b>Tabla 6</b> <i>Códigos de colores</i> .....	53
<b>Tabla 7</b> <i>Tabla comparativa de los diferentes softwares</i> .....	68
<b>Tabla 8</b> <i>Tabla comparativa de los centros de cargas</i> .....	70
<b>Tabla 9</b> <i>Tabla comparativa de los interruptores termomagnético enchufable</i> .....	71
<b>Tabla 10</b> <i>Tabla comparativa de los interruptores termomagnético Riel Din</i> .....	72
<b>Tabla 11</b> <i>Tabla comparativa de tipo de cables</i> .....	73
<b>Tabla 12</b> <i>Tabla comparativa de interruptores</i> .....	74
<b>Tabla 13</b> <i>Tabla comparativa de interruptores conmutadores</i> .....	75
<b>Tabla 14</b> <i>Tabla comparativa de tomacorrientes</i> .....	76
<b>Tabla 15</b> <i>Pruebas de valores de los tomacorrientes</i> .....	117

## Resumen

El objetivo de este estudio es implementar un módulo didáctico de instalaciones eléctricas para comprender el comportamiento de las redes de distribución en baja tensión. Esto implica una planificación detallada que incluye la selección de materiales y equipos como cables THHN, centro de carga Schneider, interruptores termomagnéticos (PIAs), enchufes, tomacorrientes y otros componentes necesarios para la instalación. Lo cual deberá cumplir con la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC). Al implementar el módulo de acuerdo al diseño establecido, implica el tendido de cables cumpliendo los códigos de colores, montaje de dispositivos, conexión de circuitos que deben cumplir las normas vigentes de seguridad, debido al impacto de un servicio básico e indispensable en viviendas, negocios y empresas para garantice la seguridad a los usuarios. Además, se realiza una inspección de cada componente para verificar el funcionamiento óptimo. Concluyendo que este módulo didáctico de instalaciones eléctricas va estrechamente ligada a la infraestructura de redes y telecomunicaciones, sirva como una herramienta de practica donde se ponga en funcionamiento los conocimientos adquiridos dentro de una aula, donde los estudiantes puedan obtener conocimientos previos de normativas de seguridad a una instalación eléctrica correcta, y puedan solucionar problemas de interferencias de una red de telecomunicaciones por perdidas de transmisión de datos, que podría estar relacionado con una instalación eléctrica defectuosa o viceversa.

*Palabras Clave:* Distribución de energía, módulo didáctico, normativa NEC.

### **Abstract**

The objective of this research work is to implement a teaching module on electrical installations, which facilitates the understanding of the behavior of low voltage distribution networks. It is of utmost importance to plan for their respective electrical energy redistribution lines. phase and neutral, the selection of materials and equipment, which was used such as THHN cables, Schneider load center, thermomagnetic switches (PIAs), plugs, outlets and components necessary for the installation. Which must comply with the Ecuadorian Construction Standard (NEC). When implementing the module according to the established design, it involves the laying of cables complying with the color codes, assembly of devices, connection of circuits that must comply with current safety standards, due to the impact of a basic and indispensable service in homes, businesses. and companies to guarantee security for users. Additionally, an inspection of each component is carried out to verify optimal operation. Concluding that this teaching module on electrical installations is closely linked to the network and telecommunications infrastructure, it serves as a practice tool where the knowledge acquired is put into operation in a classroom, where students can obtain prior knowledge of safety regulations through a correct electrical installation, and can solve interference problems in a telecommunications network due to loss of data transmission, which could be related to a defective electrical installation or vice versa.

Key words: Energy distribution, teaching module, NEC regulations.

## Capítulo I

### Introducción

#### Tema

Implementación de un módulo didáctico para instalación de sistemas eléctricos domiciliarios bajo normativa NEC en el laboratorio de comunicaciones de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE – Sede Latacunga

#### Antecedentes

Las instalaciones eléctricas tienen la función de suministrar la energía eléctrica a edificios, empresas, hogares. Este crecimiento de electricidad ha evolucionado ampliamente desde sus inicios en el año 1646 por el escritor Thomas Browne hasta la actualidad en el desarrollo de nuevas tecnologías, normativas eléctricas vigentes, donde es un conjunto de sistemas energéticos capaces de generar, transmitir, distribuir y recibir energía eléctrica, para el funcionamiento de maquinarias, equipos eléctricos y equipos de telecomunicaciones (Endesa, s.f.).

El señor Marrón Mendoza Aldo Iván, de la Universidad Católica de Santa María en el año 2021, realizó el tema de tesis titulado “Estudio, diseño e implementación de un módulo didáctico de análisis de fallas en sistemas de distribución de energía TT, IT, TN para el centro de capacitación y entrenamiento INTEA en la ciudad de Arequipa”, en donde se instaló un módulo en dicha institución para detectar fallas de sistemas de distribución de energía, como resultado de la instalación realizaron pruebas de fallas en sistemas de distribución TT con transformador de aislamiento y autotransformador, fallas en sistemas de distribución TN-S y TN-C, entre otros. Este módulo asistirá a los estudiantes de ingeniería mecánica, eléctrica y mecatrónica a comprender mejor cómo funcionan las fallas eléctricas en los sistemas de distribución y a realizar pruebas de las fallas más comunes, como sobre cargas, corto circuitos y fallas a tierra, así podremos prevenir incendios y malas instalaciones eléctricas para los usuarios (2021).

Así mismo en el año 2022, los señores Esquivel Valencia Sandro Xavier y Miranda Guamán Cristian Enrique, de la Universidad Técnica De Cotopaxi Extensión La Mana, desarrollaron el tema de tesis titulado “Implementación de un módulo didáctico para la instalación, comprobación y funcionamiento de medidores de baja tensión para el laboratorio de la carrera de Electromecánica Extensión La Maná”, en donde implementaron un módulo didáctico que cumple con normativas y procedimientos adecuados de instalaciones eléctricas, como resultado de la instalación fueron verificadas que no tengan ninguna rupturas mecánicas en las cajas de medidores y no estén dañados los cables de conexiones, realizaron pruebas de funcionamiento de los medidores monofásico, bifásico, trifásico y líneas de distribución de energía de fase y neutro. De igual forma a los estudiantes de la carrera de Electromecánica les ayudara obtener conocimientos teóricos y prácticos en el manejo de herramientas y equipos de medición (2022).

Como se puede constatar en trabajos anteriormente mencionados existe un gran interés por parte de los estudiantes de diferentes instituciones en tener conocimientos prácticos en instalaciones eléctricas a través del uso de herramientas y equipos didácticos con las normativas vigentes. Es importante que los tecnólogos en Redes y Telecomunicaciones adquieran conocimientos sobre las instalaciones eléctricas y el correcto funcionamiento de los equipos electrónicos que cumplan con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), ya que en la actualidad es un servicio básico indispensable en viviendas, negocios y empresas, mediante el uso de la energía eléctrica le permite el funcionamiento de maquinaria, electrodomésticos, redes de servicios, equipos de telecomunicaciones, cuartos de telecomunicaciones, entre infinidad de cosas.

### **Planteamiento del Problema**

La Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE fue creada el 16 de junio de 1922 con el nombre de Escuela de Oficiales Ingenieros, a lo largo de los años realizaron transformaciones y diferentes denominaciones, a partir del mes de octubre de 1972 ingresaron

los estudiantes civiles a las aulas, hasta llegar a la actualidad donde el CES aprobó el Estatuto y se constituye La Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE – Sede Latacunga el 26 de junio del 2013, se inauguró la primera etapa del nuevo campus en el Barrio Belisario Quevedo el 1 de junio de 2012 (Cabrera, 2016).

La Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE – Sede Latacunga, cuenta con la Carrera de Tecnología Superior en Redes y Telecomunicaciones, y el laboratorio de comunicaciones, sin embargo, el laboratorio no cuenta con un materiales didácticos y herramientas necesarias para el aprendizaje de instalaciones eléctricas domiciliarias y sistemas de telecomunicaciones (2019).

Al no contar con un módulo didáctico los estudiantes, se limitará el conocimiento sobre las normativas y regulaciones eléctricas actuales. Esto podría llevar a prácticas incorrectas en conexiones de cableados mal instalados, riesgo de choques eléctricos, deficiencia energética y la inseguridad a los residentes de hogares, negocios, empresas y etc.

De continuar con la inexistencia del material didáctico en la Carrera de Tecnología Superior en Redes y Telecomunicaciones, los estudiantes a lo largo de sus estudios solo adquirirán conocimientos teóricos como; cálculo de potencia, cálculo de voltaje, cálculo de pérdidas de energía, entre otros. En consecuencia, no podrán poner en práctica los conocimientos adquiridos en situaciones prácticas de conexiones eléctricas y manejo de herramientas.

Por lo expuesto es necesario implementar un módulo didáctico para instalación eléctricas, de tal forma que los estudiantes adquieran un mayor conocimiento prácticos sobre las correctas instalaciones eléctricas y cumplan con las normativas en los equipos y herramientas, de tal forma que realicen cálculos de potencias, resistencias, voltajes entre otros.

### **Justificación e Importancia**

Las instalaciones eléctricas domiciliarias han tenido avances en la tecnología y una gran deficiencia en la actualidad, están diseñadas para ser más seguras, eficaces y adecuadas a las

necesidades de las personas en términos de cableados más seguros, mayor capacidad de alimentación y uso de dispositivos electrónicos, la energía eléctrica es un servicio básico indispensables para el funcionamiento de hogares, negocios, empresas entre otros.

El presente trabajo beneficiara al departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, proporcionando a docentes y estudiantes herramientas efectivas para la enseñanza de conceptos teóricos y reconocer equipos. Esto ayudara a los estudiantes a entender las normas de seguridad, identificar las diferentes conexiones de cables, instalación de interruptores y enchufes y poner en práctica lo aprendido en la institución a nuevos proyectos y en el ámbito laboral.

Por lo expuesto, es importante que el laboratorio de comunicaciones cuente con un módulo didáctico sobre instalaciones eléctricas, para que los estudiantes puedan aprender los pasos para desarrollar prácticas y las normativas para realizar instalaciones eléctricas de manera segura y eficaz para los residentes.

## **Objetivos**

### ***Objetivo General***

Implementar un módulo didáctico para instalación de sistemas eléctricos domiciliarios bajo normativa NEC en el laboratorio de comunicaciones de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE – Sede Latacunga

### ***Objetivos Específicos***

- Analizar las normativas y estándares NEC y los materiales necesarios para la instalación del prototipo.
- Implementar el modulo didáctico con elementos y materiales cumpliendo las recomendaciones establecidas en la Norma Ecuatoriana de Construcción NEC.
- Realizar pruebas a la red eléctrica para verificar su correcta instalación e implementar manuales de uso del módulo.

**Alcance**

El presente trabajo de integración curricular consiste en crear un módulo didáctico para instalaciones eléctricas, el objetivo principal es proporcionar a los estudiantes de la Carrera Tecnológica Superior de Redes y Telecomunicaciones. El modulo constara con un tablero de distribución eléctrica, con cada uno de sus interruptores termomagnético que distribuirán la corriente a los diferentes circuitos independientes de toma corrientes, iluminación, y cargas especiales. Estos circuitos se tenderán a través de tuberías conduit, siguiendo la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC) y ateniéndose a las directrices de codificación por colores. Los cables de fase serán rojos, azules, negros y amarillos, mientras que los neutro serán blancos y los de tierra serán verde o verde con franja amarilla. Además, se entregará un manual sobre el cableado eléctrico y funcionamiento del módulo didáctico.

## Capítulo II

### Marco Teórico

#### Redes Eléctricas

La electricidad se captura a partir de fuentes de energía como el carbón, el gas, la hidroelectricidad y la energía nuclear para convertirla en electricidad. Por lo tanto, se utilizan la conductividad y la distribución de energía de diferentes extremos de origen de la conductividad.

La red eléctrica consta de etapas de generación, transmisión y distribución (Repositorio tec, s.f.).

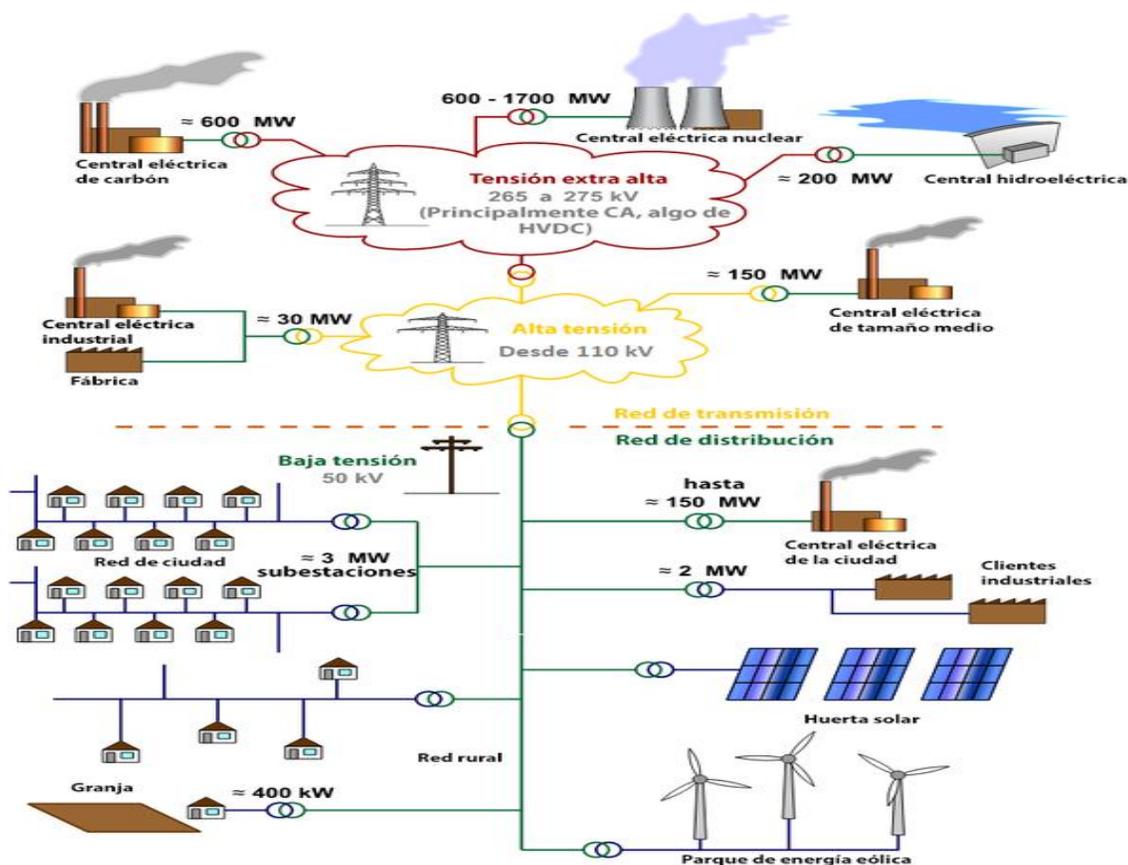
**Generación de electricidad:** La electricidad se produce en centrales eléctricas, donde las turbinas generan energía mecánica y los generadores la convierten en energía eléctrica. Estas plantas pueden utilizar combustibles como el carbón o el gas natural o fuentes renovables como la eólica y la solar.

**Transmisión de electricidad:** Se transmite a través de líneas de transmisión desde la central eléctrica hasta el centro de distribución, donde se vuelve en tiempo real. La corriente aumenta para reducir la pérdida de electrones. Con un empujador, se puede transportar a largas distancias, normalmente 500 millas.

**Distribución de electricidad:** La distribución de energía comienza en la estación, donde la energía "intensiva" convierte la electricidad en electricidad adecuada para la transmisión a larga distancia. Luego, este voltaje se reduce a un nivel seguro utilizando "transformadores reductores". Las líneas eléctricas están diseñadas de esta manera para conectar a los consumidores desde las empresas hasta los hogares. Además, se pueden utilizar y modificar otros sistemas de almacenamiento de energía para satisfacer las necesidades específicas de cada usuario (Energyeducation.ca, s.f.).

Figura 1

Diagrama de una red eléctrica



*Nota.* Se muestra los tipos de tensiones y otras características de las líneas eléctricas. Tomado de (Wikipedia, 2023).

### Instalaciones eléctricas

Los sistemas eléctricos incluyen circuitos que suministran energía a una variedad de habitaciones y edificios. Esto incluye el uso de ciertas herramientas y equipos para garantizar que los equipos eléctricos funcionen correctamente y estén interconectados. Estos dispositivos incluyen conductores, fusibles, interruptores, sensores, conectores, transformadores, cables y dispositivos. Los dispositivos utilizados en estos sistemas eléctricos (como accesorios de iluminación, electrodomésticos, etc.) transportan electricidad desde una fuente adecuada hasta el punto de uso: Residencial, industrial, comercial (Prodel, 2022).

### ***Instalaciones eléctricas según su tensión***

**Alta tensión:** Las líneas de alta tensión (AT) son responsables de transportar electricidad desde las estaciones a las subestaciones. Estas líneas pueden tener valores elevados de 500, 230, 115 o 57,5 kilovoltios (kV), lo que las hace muy peligrosas.

**Media tensión:** Los cables pertenecientes al sistema de media tensión (MT) se componen de tres grupos: horizontales, seccionados o también llamados divisores de red. Estos cables suelen estar sin blindaje. Esto significa que los cables desnudos o semiaislados parecen más delgados que los cables de baja tensión.

La red de media tensión maneja los siguientes voltajes:

- 34,5 kV
- 13,2 kV
- 11,4 kV

**Baja tensión:** La red de baja tensión (BT), capaz de manejar tensiones inferiores a 1000 V, es la encargada de suministrar electricidad a los hogares. Tres cables están dispuestos verticalmente o apilados uno encima del otro (red compleja). (Enel, 2023).

### **Circuito eléctrico**

Un circuito es un conjunto de componentes eléctricos (por ejemplo, baterías, resistencias, inductores, condensadores, interruptores, transistores, etc.).

Los circuitos eléctricos se caracterizan por los siguientes elementos principales:

- **Componente:** Tiene dos o más terminales que pasa una carga.
- **Nodo:** Unión de varios conductores.
- **Rama:** Circuito que contiene nudos.
- **Malla:** Punto muerto en un circuito.
- **Fuente:** Circuito que suministra la energía eléctrica.

- **Conductor:** Un componente que proporciona corriente libre segura y conecta dos o más componentes electrónicos. (Industrias GSL, 2022).

### Conceptos básicos de circuitos eléctricos

- **Corriente eléctrica:** Carga eléctrica que pasa por un circuito. Se mide en amperios (A).
- **Voltaje:** Potencia de dos puntos del circuito. Se representa en voltios (V).
- **Resistencia eléctrica:** Esta es la fuerza opuesta que crea un material cuando fluye una corriente eléctrica. Se representa en ohmios ( $\Omega$ ) (Telcom, 2023).

### Tipos de corrientes eléctricas

**Corriente continua (CC):** La corriente continua es una acumulación de cargas positivas o negativas a voltaje constante. Luego se convertirá en un sistema de aire acondicionado limpio para el hogar.

**Corriente alterna (CA):** El voltaje cambia con el tiempo durante la carga de CA. Todas las formas de electricidad estática entran en esta categoría. Volviendo a los dispositivos electrónicos, el convertidor se encarga de convertir la corriente continua generada en corriente alterna.

**Corriente alterna monofásica:** Este voltaje proporciona 230 voltios, el estándar español para la producción y transporte de electricidad, apto para el funcionamiento de la mayoría de electrodomésticos y sistemas de iluminación.

**Corriente eléctrica trifásica:** Consta de tres corrientes alternas de la misma frecuencia, amplitud y magnitud (llamadas fases) que ocurren en la misma secuencia y con una separación de 120 grados. La electricidad proporcionada por Tesla es de alta calidad, es la electricidad más utilizada en el mundo y es la electricidad preferida para equipos industriales o comerciales.

**Corriente alterna sinusoidal:** Una corriente sinusoidal se llama corriente sinusoidal porque su forma de onda es la misma que la representada por la función matemática SINE. Es

la corriente más rápida e importante de cambiar porque puede pasar a través de resistencias, inductores y condensadores sin distorsión.

**Corriente eléctrica cuasiestacionaria:** Esta corriente es una característica transitoria que cambia gradualmente con las leyes de la corriente continua (ley de Ohm, ley de Kirchhoff, etc.). Al igual que la corriente continua, esta corriente fluye uniformemente por todas partes en un circuito abierto.

**Corriente eléctrica de alta frecuencia:** Se puede decir que la alta frecuencia de la onda es tan importante como la radiación electromagnética y el efecto de la superficie. Por lo tanto, si las diferentes ondas de radiación afectan las dimensiones de los circuitos, se viola la cuasiconstancia, requiriendo métodos especiales para calcular y diseñar dichos circuitos.

**Corriente eléctrica de Foucault:** Cuando cambia el momento de un átomo que pasa a través de un conductor grande, se generan fuerzas cinéticas. Esto crea una corriente inducida y cuanto más rápido cambia, más fuerte es el efecto remolino. Esta forma se debe a que los núcleos de electrones experimentan movimientos circulares cuando tienen una fuerza nuclear fuerte, generando conducción y velocidad. (Alcantarilla, 2022).

### **Ley de Ohm**

La ley de Ohm, planteo por el físico alemán Georg Simon Ohm, establece que la corriente en un conductor es directamente proporcional a la corriente que aplica. Este principio, demostrado por Ohm en el siglo XIX, mejoró enormemente nuestra comprensión de la resistencia en los circuitos eléctricos.

### ***Fórmula de la ley de Ohm***

La ley de Ohm se expresa de manera similar.

$$V = RI$$

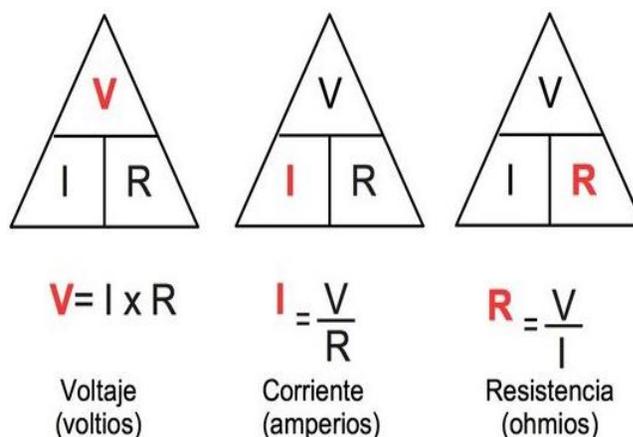
V potencial eléctrico que se representa en voltios.

I es la corriente que se expresa en amperios

R resistencia que se representa en ohms (Gouveia, 2022).

## Figura 2

### Triángulo de Ohm



*Nota.* En la figura se representa las fórmulas de voltaje, corriente y resistencia. Tomado (Gouveia, 2022)

## Tipos de circuitos electrónicos

### Circuito en serie

Un circuito en serie crea una única ruta de corriente a través de la fuente, lo que significa que, si hay una falla en algún lugar del circuito, el flujo de corriente en todo el circuito se interrumpirá por completo. Cada nuevo componente agregado al circuito aumenta la resistencia total y la corriente experimentada por los otros componentes.

Es importante conocer cada una de las fórmulas para calcular los diferentes componentes de un circuito en serie:

#### Resistencia total

La resistencia total en un circuito en serie es igual a la suma de las resistencias individuales

$$R_1 + R_2 + R_3 = R_T$$

#### Intensidad de corriente

En un circuito en serie, la corriente es la misma en todos los puntos.

$$I_t = I_1 = I_2 = I_3 \dots I_n$$

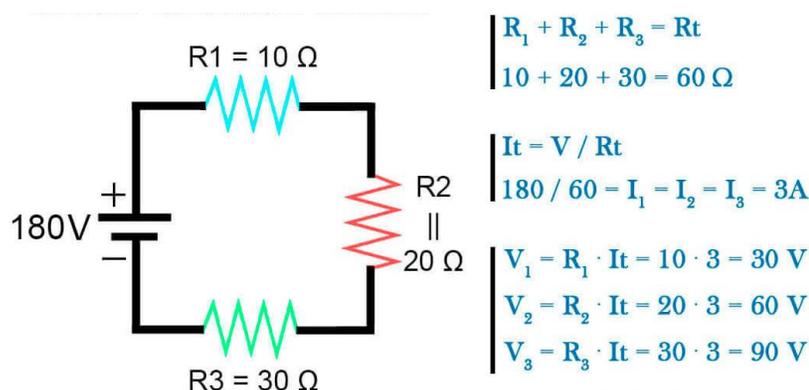
### Voltaje

El voltaje en un circuito en serie es igual a la suma de las caídas de voltaje individuales (ConceptoABC, s.f.).

$$V = V_1 + V_2 + V_3 \dots + V_n$$

### Figura 3

*Circuito en serie*



*Nota.* Se realiza cálculos con las formulas empleadas de resistencia, corriente y voltaje.

Tomado de (ELECTRÓNICAONLINE, s.f.)

### **Circuito en paralelo**

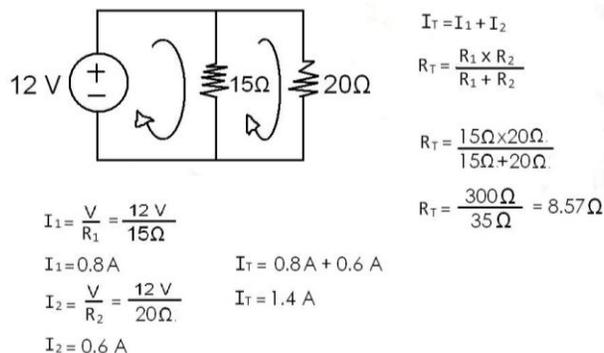
En los circuitos en paralelo, los dispositivos electrónicos están conectados de tal manera que la entrada y salida de cada dispositivo son iguales. Este sistema se utiliza en la red doméstica para garantizar que todos los voltajes sean iguales. Es como llenar dos tanques a la vez desde la entrada y la salida.

Los valores totales de un circuito en paralelo se obtienen mediante la suma simple. Las fórmulas para ello son las siguientes:

**Intensidad.**  $I_t = I_1 + I_2 + I_3 \dots + I_n$

**Resistencias.**  $1/R_T = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 \dots + 1/R_n$

**Condensadores.**  $C_t = C_1 + C_2 + C_3 \dots + C_n$

**Figura 4****Circuito en paralelo**

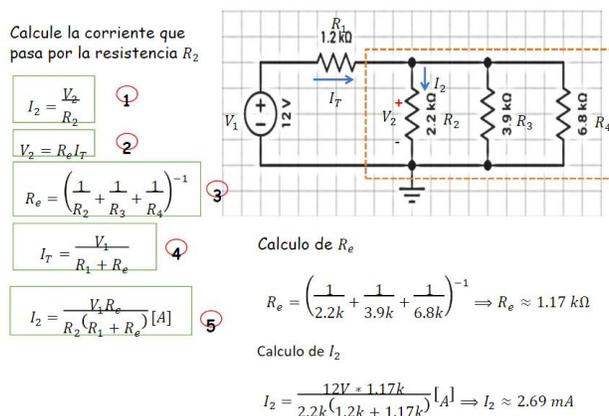
*Nota.* Se realiza cálculos con las formulas empleadas con los valores de resistencia y voltaje para obtener la intensidad total. Tomado de (Cidecame, s.f.).

**Circuito mixto**

En un circuito eléctrico, se conectan una conexión en serie y una conexión en paralelo. Esto significa que cuando el circuito está cerrado, los voltajes y corrientes de los componentes varían. Los elementos del circuito se dividen en activos y pasivos. Los elementos activos son fuentes de voltaje o corriente, mientras que los elementos pasivos son resistencias, condensadores o circuitos. Estos elementos se pueden conectar en serie, paralelo o ambos. (Lifeder, s.f.).

## Figura 5

### Circuito mixto



*Nota.* Se realiza cálculos con las formulas empleadas de intensidad, voltaje y resistencia con los valores designados y la ley de Ohm. Tomado de (Aruquipa, s.f.).

### Componentes de una instalación eléctrica

Se explica cada parte de una instalación eléctrica:

- **Cajas o cajetines:** Se realiza empalmes, derivaciones para iluminación y tomacorrientes.
- **Capacidad de corriente:** La corriente máxima en amperios que un conductor puede transportar sin exceder su temperatura normal.
- **Carga:** Potencia de un circuito.
- **Carga especial:** Son cargas fijas cuya potencia instalada excede 1,5 kilovatios.
- **Cortocircuito:** Fallas eléctricas a tener un contacto falso y conductores.
- **Corriente de plena carga:** Es aquella que ocurre cuando un motor o aparato eléctrico está funcionando con toda su capacidad.
- **Demanda:** Potencia que requiere una instalación eléctrica.
- **Diagrama unifilar:** Esquema como estará empleada en una instalación eléctrica.

- **Energía eléctrica:** Potencia eléctrica que cumple alimentar a equipos electrónicos, que se expresa kilovatio hora (kWh).
- **Empotrar:** Herramienta que se encuentra sujetado en una pared.
- **Fase:** Alimenta los dispositivos.
- **Factor de demanda (FD):** Carga que se encuentra instalada.
- **Instalaciones eléctricas residenciales:** Son herramientas que están instaladas para repartir energía en una casa, como equipos de cables, interruptores, etc.
- **Interruptor termo-magnético:** Es un equipo que permite abrir o cerrar manual de un circuito o cuando se excede una corriente de energía a su valor nominal
- **Neutro o conductor puesto a tierra:** Conductor que trasporta energía y en conjunto puesto a tierra.
- **Potencia total:** La suma de los efectos parciales del cableado para cada punto de luz, toma y/o carga específica.
- **Retorno de corriente:** Es la conexión de una falla eléctrica, entre conductores de neutro y tierra.
- **Sistema de puesta a tierra:** Es fundamental que equipos y cajas metálicas esten conectado a tierra, para evitar que los usuarios tengan una sobrecarga.
- **Sobrecarga:** Son causados por el excesivo de equipos instalados
- **Sobrecorriente:** Una corriente que excede la capacidad nominal o conductor del dispositivo.
- **Sobrevoltaje:** El sobrevoltaje es producido el exceso de valor máximo establecido.
- **Tablero de distribución:** Es la distribución de corriente, que se instalan interruptores para la operación de cada circuito.
- **Tierra o conductor de tierra:** Conductor que su valor debe ser cero.
- **Tomacorrientes:** Equipo con terminales, para conectar a salidas de circuitos.

- **Voltaje Nominal:** Valor establecido para el nivel de voltaje en un circuito (MIDUVI, 2018).

### **Materiales eléctricos**

Los materiales necesarios para diversos ajustes de energía eléctrica, de potencia incluyen cables grandes, carcasas, semiconductores, etc. Entre los principales son:

- **Cobre**
- **Aluminio**

### **Componentes de un cable eléctrico**

Las partes de un cable eléctrico son las siguientes

- **Conductor:** Es el que transmite la corriente eléctrica.
- **Aislamiento:** La aislación es la capa de material polimérico, plástico o elastómero que rodea al conductor para evitar el contacto con los elementos externos.
- **Armadura:** El blindaje metálico electrónico se utiliza para proteger la señal enviada a través del cable de posibles interferencias externas. Las armaduras protegen contra elementos externos como impactos, animales u otros elementos que puedan dañar el cable.
- **Cubierta:** Cubre los componentes mencionados anteriormente (Top Cable, 2020).

### **Figura 6**

*Componentes de un cable eléctrico*



*Nota.* Los conductores se diferencian en cuatro capas. Tomado de (Top Cable, 2020).

### **Tipos de conductores eléctricos**

Los tipos de cables de conductores eléctricos son los siguientes:

- **Conductor de alambre desnudo:** Cable de un solo hilo sin aislamiento.
- **Conductor de alambre aislado:** Los hilos aislados están cubiertos con un material aislante, a diferencia de los cables desnudos.
- **Conductor de cable flexible:** Varios hilos están cubiertos por un material aislante.
- **Conductor de cordón:** Un cable con doble aislamiento tiene dos capas de protección: una para cada cable y una capa continua que cubre todos los cables juntos.
- **Cable unipolar:** Es un cable con un solo conductor.
- **Cable multipolar:** Es un cable con múltiples conductores.
- **Cable coaxial:** Es un cable con conductor interno protegido, una malla de cobre blindada y cubierta exterior.
- **Cable trenzado:** Son cables formados por pares entrelazados.
- **Cable duplex:** Son dos cables que se encuentran dispuestos en paralelo.
- **Cable blindado:** Es un grupo de cables protegidos por una cubierta metálica.
- **Cable de cinta:** Son cables dispuestos en paralelo entre sí.
- **Cable rígido:** Es un cable resistente a la deformación.
- **Cable flexible:** Es un cable flexible y maleable.
- **Conductores eléctricos de cobre:** Es el material más comúnmente usado.
- **Conductores eléctricos de aluminio:** A veces se usan conductores de aluminio, a pesar de que es un 60% menos conductor que el cobre. (Top Cable, 2020).

### **Instrumentos de medición**

Los medidores eléctricos cuantifican diversas cantidades eléctricas como corriente, voltaje, resistencia y capacitancia. Las medidas se expresan en unidades estándar como amperios, voltios, ohmios, faradios, entre otras. Gracias a la variabilidad eléctrica de los materiales, estos dispositivos pueden medir una amplia gama de fuentes eléctricas (Espacio Honduras, 2023).

## **Multímetro**

Un multímetro es un dispositivo eléctrico esencial para electricistas e ingenieros, utilizado para medir voltaje, corriente, resistencia y continuidad en circuitos eléctricos. También puedes probar baterías, cables, motores y dispositivos electrónicos. Tiene muchas funciones como amperímetro, voltímetro y óhmetro. Las características incluyen detección de resistencia, continuidad, voltaje CA/CC, corriente CA/CC, potencia, frecuencia y corriente alterna. Es económico y confiable para medir parámetros eléctricos (Tecsa, 2020).

Los multímetros tienen muchas características. Se utiliza comúnmente para medir diversas cantidades en circuitos eléctricos.

Este dispositivo realiza mediciones de resistencias; continuidad, tensión alterna constante; dimensiones variables y directas; la capacidad de realizar detección de frecuencia y corriente. (Studocu, 2023).

### ***Multímetro analógico***

Los multímetros analógicos son útiles para mediciones de laboratorio y de campo y se pueden usar para medir voltajes CA/CC, corrientes, transistores de ganancia, caídas de voltaje de diodos, resistencias, voltajes y resistores. Utilizan el principio del galvanómetro con una aguja en una escala. Aunque son más duraderos que los digitales, fallan con señales bajas. Con el tiempo, ha mejorado el rendimiento y la precisión.

Utilizan amplificadores FET para medir el voltaje de CC y no requieren cambio de baterías ni interruptores de escala. Permiten mediciones de 0,4 mV a 1000 V con una precisión del 0,1 %, corrientes de 0,1  $\mu$ A a 10 A con una precisión del 0,2 % y resistencias de hasta 40 M $\Omega$  con una precisión del 1 % o 0,2 % o menos (DeMaquinasyHerramientas, 2011).

## Figura 7

### Multímetro análogo



*Nota.* El multímetro analógico modelo GMT312 contiene 5 funciones AC/DC 12 rangos.

Tomado de (OttoDist, s.f.).

### Multímetro digital

Un multímetro, también conocido como multímetro o tester, es un dispositivo que se utiliza para medir componentes eléctricos. Puede mostrar mediciones precisas y otra información electrónica. A diferencia de los instrumentos analógicos que utilizan agujas para mostrar campos eléctricos, los medidores de varios dígitos muestran información en una pantalla LCD. Los medidores digitales se están volviendo cada vez más populares debido a su precisión y confiabilidad de medición, y a sus mayores capacidades de medición (OsakaElectronics, 2021).

## Figura 8

### Multímetro digital



*Nota.* El multímetro digital modelo FLUKE-87V MAX/M8, tiene una gran resistencia al agua y al polvo y cables de medición TL175 TwistGuard de la más alta calidad. Tomado de (Instrumentosdemedicion, s.f.).

## Medidores eléctricos

Es un dispositivo usado para medir la potencia consumida por un circuito eléctrico. Los hay de dos tipos: eléctricos y electrónicos. La electrónica usa corrientes y corrientes para generar corrientes motrices de placa, mientras que la electrónica usa convertidores de analógico a digital para medirlas (Laedu.digital, 2021).

Se clasifican según la energía que miden.

- **Medidores de energía activa:** Miden el consumo de energía activa en kilovatios – hora.
- **Medidores de energía reactiva:** Miden el consumo de energía reactiva en kilovares – hora.

Se dividen en diferentes tipos según la energía que miden y su exactitud, de acuerdo con las normas NTC 2288 y 2148.

- **Medidores clase 0.5:** Se usan para medir la energía activa suministrada por equipos en puntos de conexión con otras compañías energéticas o grandes consumidores a 115 kV.
- **Medidores clase 1:** In Dispone de contadores trifásicos para medida de energía activa y reactiva para grandes consumidores, diseñados para consumidores con una demanda superior a 55 kilovatios.
- **Medidores clase 2:** Incluye medidores de energía activa, monofásicos y trifásicos, para medir el consumo eléctrico en entornos residenciales, comerciales e industriales pequeños, con una carga de hasta 55 kW. (Laedu.digital, 2021).

## Tipos de contadores eléctricos

Existe tres tipos de contadores eléctricos, de la siguiente de manera;

### **Contadores electromecánicos o analógicos**

Los contadores analógicos son dispositivos electromecánicos que miden el consumo de electricidad en kilovatios hora (kWh). Estos contadores constan de piezas mecánicas, como un disco giratorio cuya velocidad es proporcional al consumo de energía medido (Energy5, 2023).

#### **Figura 9**

*Contador electromecánicos o análogo*



*Nota.* Es un equipo que se emplea para medir la energía eléctrica suministrada por la empresa eléctrica Tomado de (J.Delectricos, 2020).

### **Contadores electrónicos o digitales**

Los dispositivos de medición electrónicos con alta precisión y funciones avanzadas se han vuelto populares. Muestran el consumo de energía en kilovatios-hora con una pantalla digital. Utilizan sensores electrónicos para medir parámetros eléctricos y convertirlos en datos digitales (Energy5, 2023).

#### **Figura 10**

*Contador electrónico o digital*



*Nota.* Se puede visualizar el consumo de potencia y energía. Tomado de (Facturaluz, 2014).

### ***Contadores de telegestión***

Es un medidor de potencia que mide el consumo de forma remota y en tiempo real. Este dispositivo automatiza la gestión de datos y la sincronización con la red eléctrica. Proporciona cálculos más precisos y manejables, lo que permite una resolución de problemas más rápida (InstalacionElectrica.net, s.f.).

#### *Contador telegestión*

### **Figura 11**

#### *Contador telegestión*



*Nota.* Se puede visualizar el consumo de potencia y energía. Tomado de (Rualcana, 2019).

### **Tipos de medidores de energía de acuerdo a la conexión**

#### ***Medidor monofásico bifilar***

Este tipo de contador es común en zonas residenciales y consta de una bobina de voltaje y una bobina de corriente. Su capacidad normal es de 15 a 60 amperios (Heredia, 2013).

## Figura 12

### *Medidor monofásico bifilar*



*Nota.* El medidor monofásico bifilar modelo DDS994 cuenta con una cometa de una fase y un neutro. Tomado de (Tecun, 2023).

### ***Medidor monofásico trifilar***

El medidor, que incluye dos conectores de tensión y dos de corriente, puede utilizarse para medir la potencia consumida por aparatos de 220 V, especialmente en zonas rurales, y aparatos de 120 V (Heredia, 2013).

## Figura 13

### *Medidor monofásico trifilar*



*Nota.* El medidor monofásico trifilar modelo C1EH2 es de 2 hilos cuenta de una fase y un neutro. Tomado de (Electro Servimos, 2020).

### ***Medidor bifásico trifilar***

El medidor consta de dos medidores de voltaje y dos medidores de corriente. Su función es medir la energía consumida por dispositivos que operan en dos fases de 208 V o 220 V, como motores de hasta 10 HP, aires acondicionados de hasta 12.000 BTU/h. Además, puede medir la potencia utilizada por otros dispositivos de 120 V conectados a la misma entrada (Heredia, 2013).

### **Figura 14**

*Medidor bifásico trifilar*



*Nota.* El medidor bifásico trifilar modelo JS-109002 es de 3 hilos cuenta de dos fases y un neutro. Tomado de (Eléctricos JS, 2020).

### ***Medidor trifásico tetrafilar***

Se trata de un medidor compuesto por tres bobinas de tensión y tres bobinas de corriente. Su función principal es medir la energía consumida por dispositivos que operan con tres fases a 208 voltios. (Heredia, 2013).

**Figura 15***Medidor trifásico tetrafilar*

*Nota.* El medidor de 4 hilos incluye tres fases y un neutro. Tomado de (Tecun, 2023)

***Medidor trifásico trifilar***

Se emplea para registrar el consumo de energía en una acometida trifásica sin neutro.

(Cesi Energy, 2022).

**Figura 16***Medidor trifásico trifilar*

*Nota.* El medidor trifásico trifilar es una acometida de tres fases sin neutro. Tomado de (SlidePlayer, 2023).

**Partes de una instalación eléctrica que se implementara en el módulo didáctico**

Toda la electricidad está cubierta en un solo lugar, lo que permite utilizarla para diferentes propósitos. La electricidad no proviene directamente de la planta eléctrica, sino que debe pasar por una serie de pasos o pasos de instalación antes de llegar a nuestros equipos.

Básicamente, es una red que transmite señales eléctricas a una ubicación específica (Pepeenergy, 2020).

### ***Línea de acometida***

El punto de conexión, normalmente una entidad ajena a la empresa, incluye un cable que conecta la red de distribución con la caja de protección principal. Puede ser un operador de un servicio de acceso, subterráneo o ambos, y puede ser propiedad de una empresa distribuidora (Som Energia, 2022).

Las cometidas eléctricas se dividen en dos tipos:

- **Acometidas eléctricas aéreas:** La conexión de la antena consiste en pasar el cable por el edificio mediante conectores y tuberías. Suele realizarse en la pared porque está cerca de la arquitectura. Si no tienes pared, tendrás que trabajar a partir de pilares y otros elementos cercanos.
- **Acometidas eléctricas subterráneas:** En estos casos, la junta se instala debajo de la estructura con la ayuda de orificios o agujeros. Esta conexión eléctrica se realiza a través de una pared o poste, lo que permite una adecuada inspección y acceso al sistema eléctrico. (Systems, 2022).

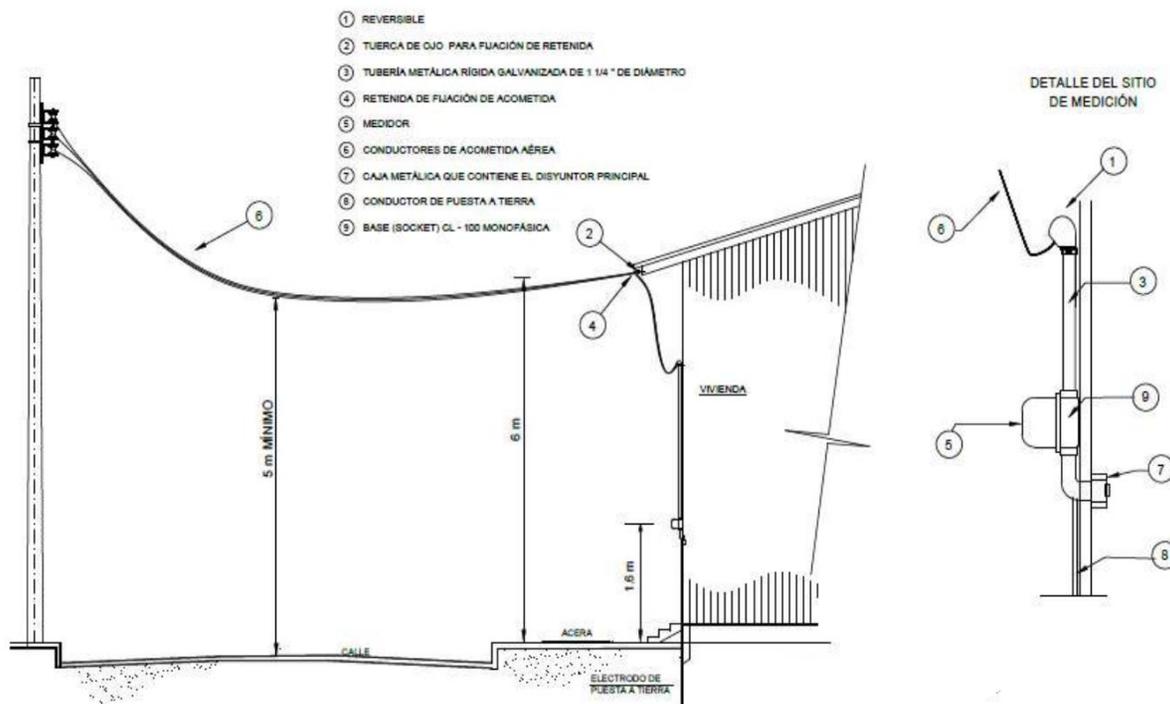
### ***Partes de una acometida eléctrica***

Hay varios componentes que forman la conexión de la fuente de alimentación, como veremos a continuación.

- Transformador eléctrico.
- Mufa.
- Tubo conduit.
- Cableado.
- Interruptor termomagnético
- Interruptor de fusibles (Systems, 2022).

Figura 17

## Acometida eléctrica aérea



*Nota.* Partes de una acometida aérea domiciliaria de una instalación eléctrica. Tomado de (CNEL EP, 2020, pág. 55).

### Caja general de protección (CGP)

El CGP es la interfaz entre la red eléctrica y el medio ambiente. Dispone de un fusible cuya función principal es garantizar la seguridad de la instalación protegiéndola de cortocircuitos, sobrecargas y averías (Systems, 2022).

### Interruptor de control de potencia (ICP)

Un interruptor de encendido/apagado, también conocido como ICP, es una parte integral del panel eléctrico de una casa. Su función principal es monitorear el uso de energía y garantizar la seguridad del sistema eléctrico de la casa.

El PCI cumple tres funciones principales:

- Gestionar el uso para evitar exceder una determinada capacidad.

- Proporciona protección contra el sobrecalentamiento y los riesgos de incendio apagando el equipo cuando sea necesario.
- Prevenir daños en la central detectando posibles problemas y cortes de energía. (Total Energies, 2021).

### **Cuadro general de mando y protección (CGMP)**

Un grupo común de control y seguridad es una herramienta importante para controlar y mantener los sistemas de seguridad en diversas industrias. Desde centros de datos hasta agencias gubernamentales, el sistema proporciona coordinación efectiva y gestión de seguridad de activos de extremo a extremo, desde el monitoreo hasta la respuesta de emergencia. (Microscopio.pro, s.f.).

### **Interruptor general automático (IGA)**

Los interruptores generales automático son importantes dispositivos de protección eléctrica. Funcionan cortando la energía si se detectan niveles de potencia excesivos que puedan poner en peligro la seguridad pública y la integridad de la instalación. (Morales, 2023).

### **Interruptor diferencial (ID)**

El operador diferencial o ID es una parte importante del cuadro eléctrico. Detecta un desequilibrio entre la entrada y salida del circuito y lo activa automáticamente cuando detecta la diferencia. Esto le impide poder protegerse de daños o peligros eléctricos en caso de una falla del circuito (Comparadorluz, 2021).

### **Pequeños Interruptores Automáticos (PIAs)**

Los PIAs eléctricos o interruptores de protección automáticos son un medio importante de protección contra sobrecargas y cortocircuitos en los sistemas eléctricos. Actúan como interruptores automáticos que detectan y desconectan la sobrecarga de energía, evitan daños a otros componentes y garantizan la seguridad del sistema. (Soto, 2023).

## **Puesto a tierra**

La conexión a tierra es importante para garantizar la seguridad del sistema. Esto incluye una conexión a tierra segura de los equipos eléctricos para evitar descargas eléctricas y proteger a las personas y los equipos. (Hidrosolta, 2023).

Los sistemas de puesta a tierra juegan un papel importante para garantizar la seguridad de los sistemas eléctricos. Sus principales funciones son:

- Proteger a las personas de la electricidad.
- Extender la vida útil de equipos y dispositivos eléctricos/electrónicos.
- Limitar la tensión de tierra en caso de cortocircuito en piezas metálicas no eléctricas.
- El funcionamiento es en corriente continua para la velocidad de los dispositivos de protección (Kin Energy, 2021).

## **Operatividad de una instalación eléctrica**

Una instalación se divide por dos tipos de funcionamiento, las cuales se mostrarán:

### ***Operatividad normal***

El estado normal de funcionamiento de la instalación se determina cuando todos los parámetros del circuito, como tensión, consumo de corriente, frecuencia y temperatura del conductor, se encuentran dentro de unos límites predeterminados.

### ***Operatividad anormal***

Cuando los parámetros de la instalación eléctrica superan el nivel normal, el circuito se considera defectuoso. Esto puede manifestarse en situaciones como alto consumo eléctrico, aumento de temperatura en los conductores, fluctuaciones de voltaje o cortocircuitos, entre otras. (Grondona, s.f.).

## **Normativas nacionales e internaciones**

NFPA 70 National Electrical Code 2011

CPE INEN 019 Código Eléctrico Ecuatoriano

IEC 60617 Graphical Symbols for Diagrams

NTE INEN 2345 Alambres y cables con aislamiento termoplástico

NTE INEN 3098, Voltajes Normalizados

## Principios generales para el diseño de instalaciones eléctricas

### *Estudio y factor de demanda*

Los siguientes parámetros deben considerarse en los cálculos de diseño:

- **Iluminación:** Cada salida se considera una carga máxima de 100 vatios (W).
- **Tomacorrientes:** Carga de 200 W por cada enchufe.
- **Cargas especiales:** Se refieren a dispositivos con una potencia superior a 1.500 W, como estufas eléctricas, motores, sistemas de calefacción y aire acondicionado, duchas eléctricas, entre otros.

**Tabla 1**

*Factor de demanda*

<b>Vivienda tipo</b>	<b>Iluminación</b>	<b>Tomacorrientes</b>
Pequeña – Mediana	0.70	0.50
Mediana grande - Grande	0.55	0.40
Especial	0.53	0.30

*Nota.* Especificaciones de factor de demanda por tipo de vivienda. Recuperado de (MIDUVI, 2018, pág. 14).

**Tabla 2***Cargas especiales*

<b>Equipo eléctrico</b>	<b>Potencia media (W)</b>
Ducha eléctrica	3.500
Horno eléctrico	3.000
Cocina eléctrica	6.000
Calefón eléctrico	8.000
Aire acondicionado	2.500
Calentador eléctrico	3.000
Cargador para vehículo eléctrico	7.500

*Nota.* Especificaciones de potencias por equipos eléctrico. Recuperado de (MIDUVI, 2018, pág. 14).

**Tabla 3***Factor de demanda para cargas especiales*

<b>Para 1 carga</b>	<b>Para 2 o más cargas</b>	<b>Para 2 o más cargas</b>	<b>Para 2 o más cargas</b>
	<b>CE&lt;10kW</b>	<b>10kW&lt;CE&lt;20kW</b>	<b>CE&lt;20kW</b>
1	0.80	0.75	0.65

*Nota.* Especificaciones de cargas especiales. Recuperado de (MIDUVI, 2018, pág. 15).

### **Clasificación de las viviendas según el área de construcción**

En general, los requerimientos máximos para diversas cargas no se corresponden con el desempeño de las placas, por lo que se establecen factores de exigencia según el tipo de equipo, dependiendo del área de construcción, como se muestra en la Tabla No.4.

**Tabla 4**

*Clasificación de las viviendas según el área de construcción*

Tipo de vivienda	Área de construcción (m <sup>2</sup> )	Número Mínimo de Circuitos	
		Iluminación	Tomacorrientes
Pequeña	A < 80	1	1
Mediana	80 < A < 200	2	2
Mediana grande	201 < A < 300	3	3
Grande	301 < A < 400	4	2
Especial	A < 400	1 por cada 100 m <sup>2</sup> o fracción de 100 m <sup>2</sup>	1 por cada 100 m <sup>2</sup> o fracción de 100 m <sup>2</sup>

*Nota.* Especificaciones de número de circuitos según el área de construcción. Recuperado de (MIDUVI, 2018, pág. 14).

### **Calibre de conductores**

Al determinar las dimensiones de la sección transversal del conductor, se tiene en cuenta al menos la capacidad de carga actual.

La sección transversal del conductor debe soportar al menos el 125% del valor de corriente de protección del circuito.

**Tabla 5**

*Capacidad de protección en función del calibre del conductor*

Calibre del conductor AWG	14	12	10	8	6
Capacidad máxima del interruptor (Amperios)	15/16	20	30/32	40	50

*Nota.* Especificaciones de número de circuitos según el área de construcción. Recuperado de (MIDUVI, 2018, pág. 14).

### **Tuberías y cajetines**

Las tuberías para la instalación de circuitos eléctricos deberán ser de los siguientes tipos:

- Tuberías livianas de PVC tipo I.
- Tubería flexible de polietileno de alta resistencia mecánica (tubería negra).
- Tuberías metálicas tipo EMT, rígidas o flexibles, de acero galvanizado.

Las cajas para instalación son los siguientes tipos:

- Plásticos
- Metálicos

### **Código de color de conductores según norma Ecuatoriana de Construcción (NEC)**

**Tabla 6**

*Códigos de colores*

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

*Nota.* Especificaciones de numero de circuitos según el área de construcción. Recuperado de (MIDUVI, 2018, pág. 28).

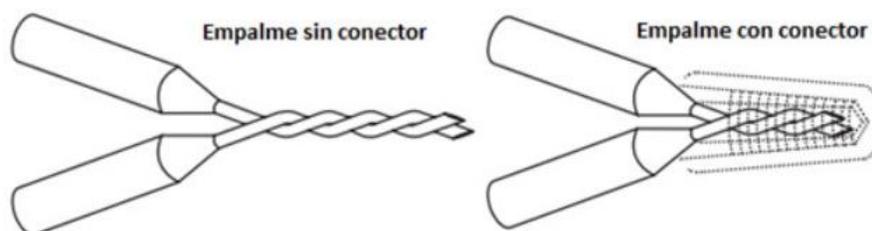
### **Tipos de empalmes eléctricos**

Existe una gran variedad de tipos de empalmes eléctricos, los principales son:

- Empalme cola de rata.
- Empalme western o prolongación.
- Empalme de derivación simple o tipo T.
- Empalme derivación con nudo.
- Unión de toma doblada.

## Figura 18

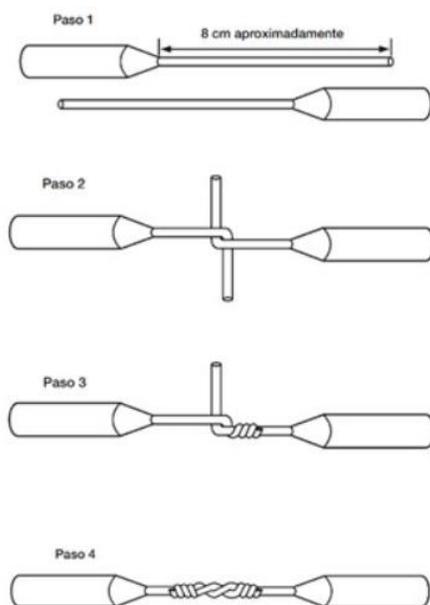
### *Empalme cola de rata*



*Nota.* Con el alicate se retira la cubierta del cable se unen los dos cables y colocación de capuchones. Se usa para tomacorrientes o interruptores (Torrente, 2022).

## Figura 19

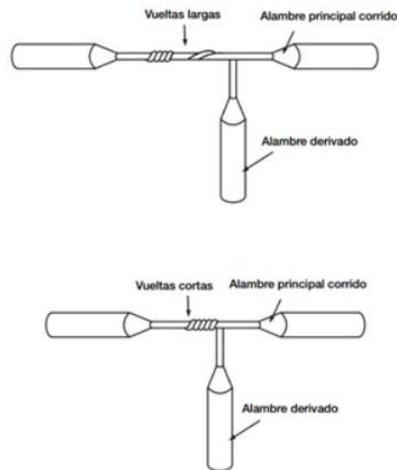
### *Empalme western*



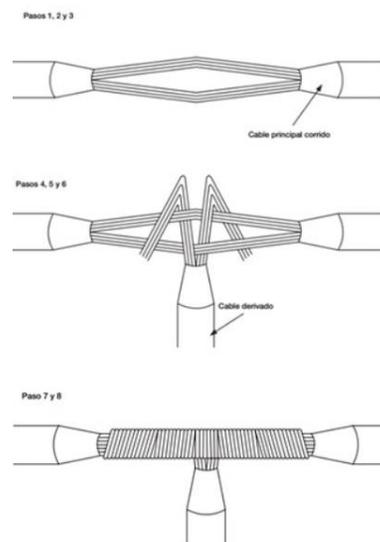
*Nota.* Los dos cables se debe retirar la cubierta 8 cm aproximadamente y pasos para realizar el empalme western. Esto se usa en instalaciones eléctricas visibles o de superficie (Torrente, 2022).

**Figura 20**

Empalme tipo T



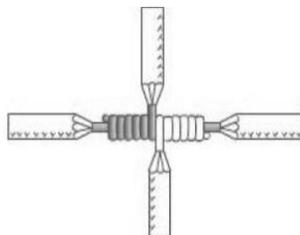
*Nota.* Los empalmes tipo T es la utilización de dos cables, como se muestra en la figura (Torrente, 2022).

**Figura 21***Empalme de derivación con nudo*

*Nota.* Este empalme de derivación es una variante mencionado anteriormente, se usa para obtener un mayor ajuste mecánico y pasos para realizar el empalme, como se muestra en la figura (Torrente, 2022).

## Figura 22

### *Unión de roma doblada*



*Nota.* Este empalme es de unión de doble vuelta es similar al western, cuenta con mejor ventaja a nivel mecánico y eléctrico (Torrente, 2022).

### Clasificación de interruptores

Existe diferentes tipos de interruptor eléctrico que nos permite abrir o cerrar circuitos eléctricos.

- **Interruptor simple:** El interruptor de un solo botón tiene la capacidad exclusiva de controlar la apertura o cierre de un circuito o la iluminación de un solo foco en una habitación.
- **Interruptor doble o más:** Este tipo de interruptor permite controlar dos circuitos o dispositivos eléctricos de forma independiente.
- **Interruptor wifi:** Los interruptores WiFi o inteligentes, son controlables desde cualquier ubicación a través de una aplicación. Algunos dispositivos avanzados incluso admiten comandos de voz (Masferretería, 2022).
- **Interruptor conmutador:** El interruptor de palanca contiene una conexión de entrada de cable de fase y dos conexiones de salida, lo que permite encender o apagar un mismo punto de luz desde dos ubicaciones diferentes. Existe tres tipos de conmutador:
  - Conmutador simple.
  - Conmutador doble.
  - Conmutador triple.

## Tomacorrientes

Funciona como enlace entre fuente de alimentación a los equipos.

Se define el tipo de alimentación de los tomacorrientes son:

- **Voltaje máximo:** Los niveles de voltaje oscilan entre 125V y 600V.
- **Corriente máxima:** Tienen amperajes estándar de 15 A, 20 A, 30 A, 50 A y 60 A.
- **Numero de polos:** El número de polos en un tomacorriente indica la cantidad de salidas disponibles para alimentar la carga, excluyendo la salida de tierra.

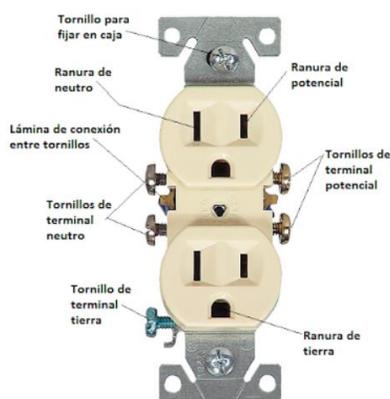
## Tipos de tomacorrientes

Existe diferentes tomacorrientes con distintas características y diseño, los más comunes son:

- **Tomacorrientes de 2 puntas:** Este tomacorriente es una capacidad 15 amperios, 125 voltajes se utiliza únicamente para circuitos sin conexión a tierra.
- **Tomacorrientes de 3 puntas:** El tomacorriente de 15 amperios y 125 voltios tiene dos ranuras verticales y un orificio de tierra en forma de U invertida en la parte superior, que permite el paso del cable a tierra para evitar descargas eléctricas en caso de fallo de un cable.

## Figura 23

*Tomacorriente de 3 puntas*

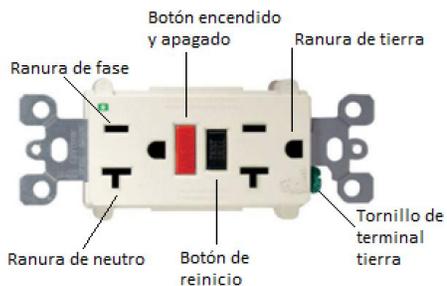


*Nota.* Partes de un tomacorriente de 15 A – 125 V. Tomado de (Faraday, 2014)

- **Tomacorrientes GFCI:** Son utilizados en cocinas, baños y áreas abiertas y húmedas del hogar, para proteger a las personas de descargas eléctricas graves que pueden unirse la corriente y el agua.

**Figura 24**

*Tomacorriente GFCI*

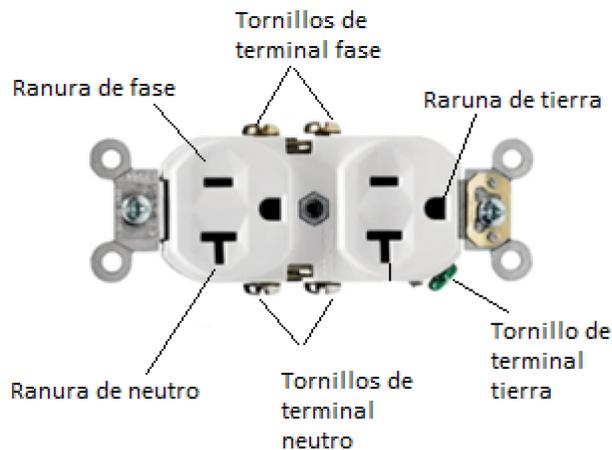


*Nota.* Partes de un tomacorriente GFCI. Tomado de (JD Electricos, 2021).

- **Tomacorrientes de 20 A y 125 V:** Estos son utilizados con dispositivos de alta corriente.

**Figura 25**

*Tomacorriente de 3 puntas*

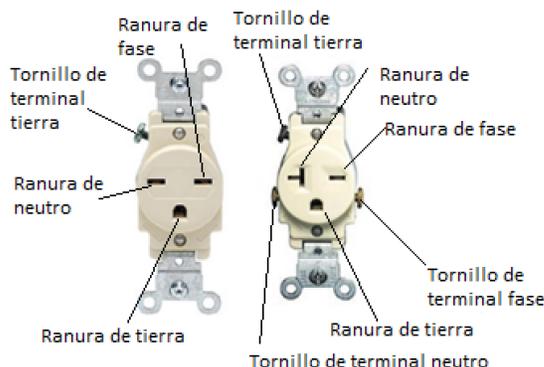


*Nota.* Partes de un tomacorriente de 20 A – 125 V. Tomado de (JD Electricos, 2021).

- **Tomacorrientes de 20 A y 250V:** La identificación se basa en una ranura en forma de T a la izquierda, una ranura horizontal a la derecha y un orificio de tierra en forma de U en la parte inferior. (JD Electricos, 2021).

**Figura 26**

*Tomacorriente de 3 puntas*



*Nota.* Partes de un tomacorriente de 20 A – 250 V. Tomado de (JD Electricos, 2021).

## Telecomunicaciones

Las telecomunicaciones es la transmisión de datos de información a largas distancias por medios electrónicos o técnicos. Los datos de información se transmiten mediante señales eléctricas en circuitos de comunicación (Euroinnova, s.f.).

### Sistemas de alimentación para telecomunicaciones

Un SAI (Sistema de Alimentación Ininterrumpida) o UPS en sus siglas en inglés (Uninterruptable Power Supply), es un dispositivo que proporciona energía de respaldo temporal a los equipos (Vertiv Group Corp, 2024).

### Tipos de sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI)

Existe 3 tipos de SAI de corriente continua los cuales son:

**UPS Offline:** La conmutación en línea permite un apagado de 6 a 8 milisegundos cuando la batería está descargada. Adecuado para equipos con menos de 1500 VA, como

ordenadores de oficina y otras aplicaciones no críticas. También soluciona problemas eléctricos para mantener la energía continua.

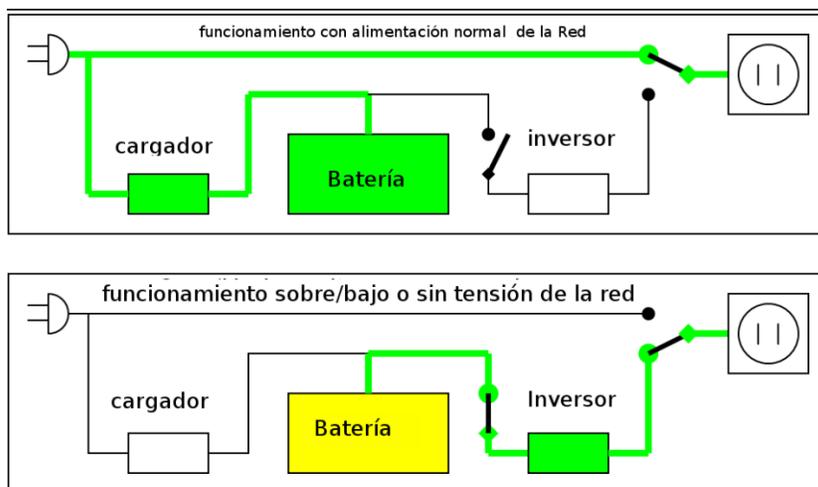
- Fallos de alimentación.
- Caídas de tensión.
- Picos de corriente, sobretensiones y subtensiones.
- Infratensiones prolongadas.
- Sobretensiones prolongadas.

Estos UPS son más utilizados en:

- Ordenadores de gama baja
- Televisores.
- Monitores.
- Router.

### Figura 27

#### UPS Offline



*Nota.* Funcionamiento con alimentación a la red. Tomado de (Wikipedia, 2024).

**UPS Line Interactive:** El UPS interactivo en línea proporciona una rápida administración de energía en 4 a 6 milisegundos y resuelve problemas comunes de la red.

Monitorean los niveles de voltaje, miden voltajes altos y bajos. Se puede montar sobre ruedas hasta 500 VA. También se reparan las averías eléctricas para garantizar un suministro estable de energía.

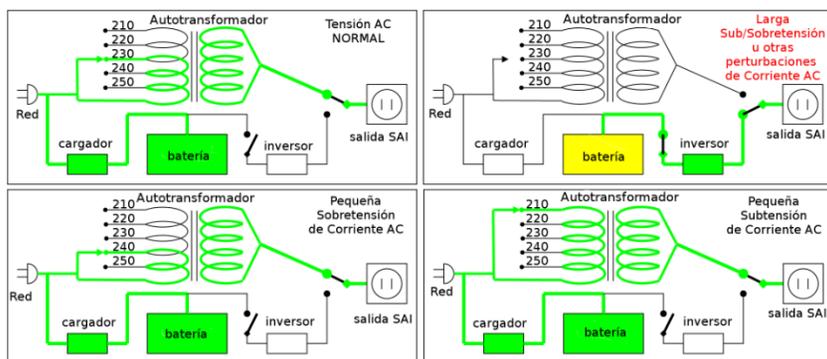
- Fallos de alimentación.
- Caídas de tensión.
- Picos de corriente, sobretensiones y subtensiones.
- Sobretensiones prolongadas.

Estos UPS son más utilizados en:

- Computadoras
- Servidores.
- Equipos.
- Router.
- Cámaras de seguridad.

**Figura 28**

*UPS línea interactiva*



*Nota.* Funcionamiento con alimentación a la red. Tomado de (Wikipedia, 2024).

**UPS Online:** Un inversor en línea, también conocido como inversor doble, proporciona alta potencia de CA continua a la carga. Proporciona una gestión completa de la energía contra

cortes de energía, subidas de tensión y otros problemas eléctricos. Además, se reparan las averías eléctricas para garantizar un suministro estable de energía.

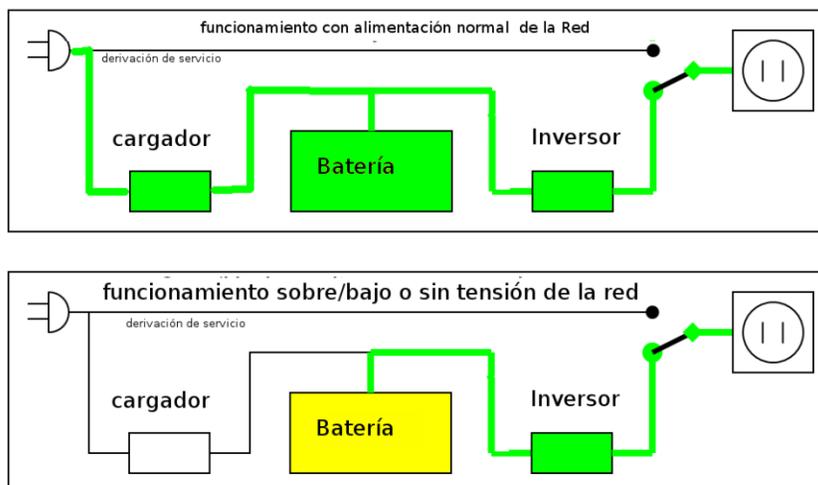
- Fallos de alimentación.
- Caídas de tensión.
- Picos de corriente, sobretensiones y subtensiones.
- Infratensiones prolongadas.
- Sobretensiones prolongadas.
- Distorsiones en la onda de la línea.
- Variaciones en las frecuencias.
- Microcortes.
- Distorsión armónica.

Estos UPS son más utilizados en:

- Grandes servidores.
- Clústers de equipos.
- Redes de telecomunicaciones.
- Equipos industriales.
- Instalaciones críticas (Aselcom, 2023).

Figura 29

UPS Online o doble conversión



*Nota.* Funcionamiento con alimentación a la red. Tomado de (Wikipedia, 2024).

### Tipos de uso para el respaldo de energía UPS

Los sistemas de respaldos extienden la vida útil de equipos, evitando cambios de energía que podrían afectar. Dependiendo la necesidad de cada industria, los sistemas UPS sirven para diferentes propósitos.

Se especificará 3 tipos:

- **Back-up:** Un sistema de almacenamiento de energía puede mantener un suministro de energía independiente, asegurando la continuidad del servicio incluso en caso de un corte de energía en el proveedor del servicio de energía.
- **Arbitraje:** Este sistema utiliza precios bajos de energía para almacenar y liberar energía cuando los precios son altos, aumentando el consumo sin afectar los equipos o la producción.
- **Peak shaving:** Este sistema solo se utiliza la energía almacenada en la batería bajo determinadas condiciones (Rer Energy Group, 2024).

## **Generadores para antenas de telecomunicaciones**

Existen dos tipos de generadores:

- **Generadores de diésel:** Los generadores van desde 4 kVA hasta 2.000 kW. Aunque se utiliza en casas grandes, también es popular en aplicaciones industriales.
- **Generadores de gasolina:** Se trata de unidades de baja potencia de 1 a 10 kW. Estos generadores se suelen utilizar en viviendas o lugares donde se corta la electricidad o el gas natural. Sin embargo, se recomienda el uso de generadores diésel para antenas que requieren alta potencia y potencia de diseño. Estos generadores convierten la energía eléctrica en corriente alterna, que luego se envía a través de cables a las líneas telefónicas. Este tipo de generador es utilizado principalmente por pequeñas y medianas empresas de telecomunicaciones. (CGC Advanced technology, 2022).

## **Conexión a tierra en un sistema de telecomunicaciones**

Los conceptos básicos son importantes al instalar redes electrónicas y sistemas de telecomunicaciones. No reemplaza los requisitos del Código Eléctrico Nacional (NEC), pero es fundamental para el rendimiento del sistema. La norma ANSI/TIA/EIA-607 establece requisitos básicos para edificios comerciales relacionados con la construcción de infraestructura de telecomunicaciones.

### ***Componentes de sistema de puesto a tierra de telecomunicaciones***

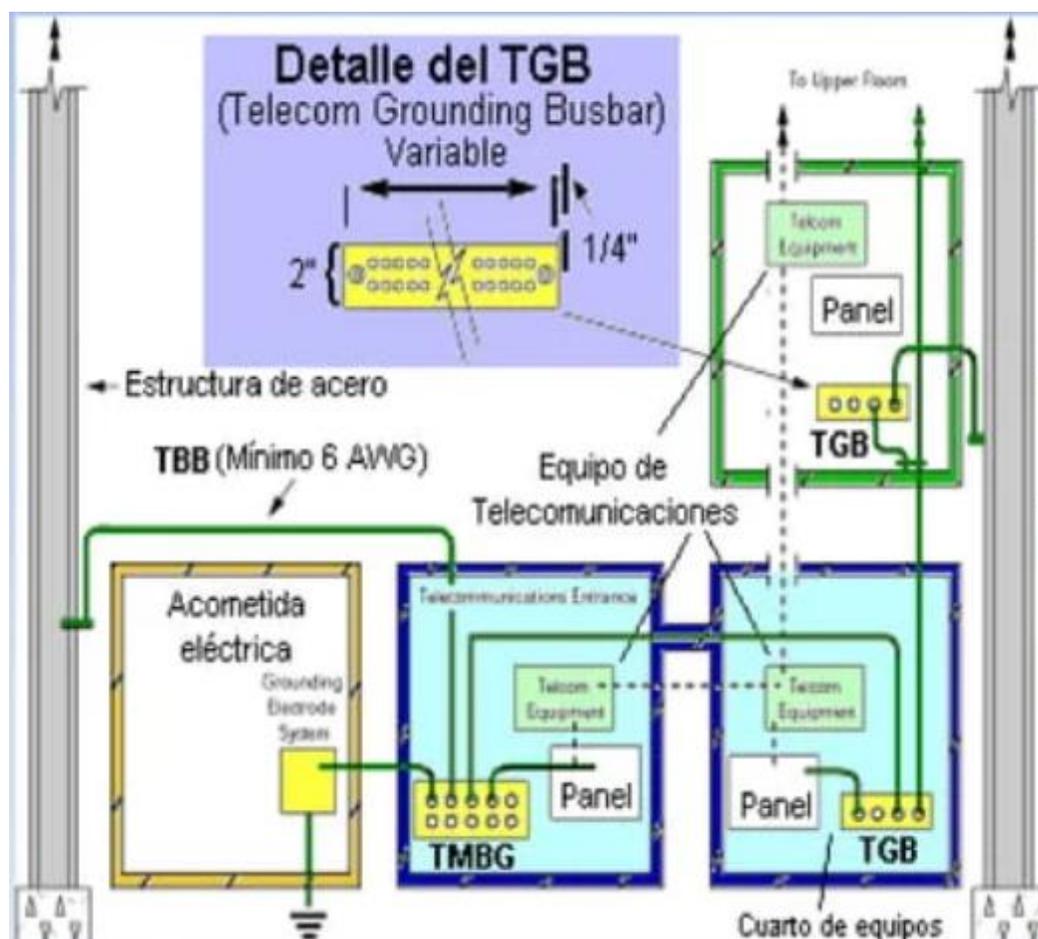
- **Instalación de entrada de telecomunicaciones (TEF):** Incluye puntos de entrada de servicios de telecomunicaciones e instalaciones para conexiones de equipos troncales entre edificios.
- **Conductor de Enlace de Telecomunicaciones:** Los operadores de telecomunicaciones deben ser especialmente seleccionados y certificados por laboratorios reconocidos a nivel nacional como UL o ETL. Estos conductores deben estar hechos de alambre de cobre aislado con un tamaño de cable de al menos 6 AWG. Cabe recordar que las normas prohíben la instalación de tuberías metálicas.

- **Barra colectora principal de puesta a tierra de telecomunicaciones (TMGB):** Las cajas de conexiones con al menos 6 mm de ancho y 100 mm de ancho cerca del TMGB se conectarán al cable de tierra (o caja metálica) del equipo de CA conectado al TMGB / TGB. El TMGB debe estar muy cerca del cuadro de distribución y deben respetarse todas las distancias requeridas. Para conexiones con TMGB o terminales, se recomienda utilizar una conexión exotérmica. Este proceso de unión ayuda a garantizar la estabilidad a largo plazo del sistema de piso.
- **Red troncal de vinculación de telecomunicaciones (TBB):** Este hilo conecta todos los TGB a TMGB. Su función es reducir o equilibrar las diferencias entre sistemas telefónicos integrados. Además, el papel de TBB no es sólo el de transmisor sino también el de receptor. Pero esta vez hay un camino de regreso. Cada TBB debe tener al menos un cable aislado #6 AWG como el que utilizan las empresas de telecomunicaciones y telecomunicaciones con una capacidad de 750 kc milla. En sistemas multinivel donde se utilizan varios TBB, estos deben conectarse al bus de interconexión TBB (TBBBC) en el nivel superior y al menos cada trimestre.
- **Barra de Conexión a Tierra de Telecomunicaciones (TGB):** El TGB es un bus preperforado con orificios estándar NEMA destinado a la conexión central a sistemas y equipos en gabinetes de comunicaciones. Se deben cumplir los requisitos mínimos de 6 mm de espesor y 50 mm de ancho antes de conectar el cable al bus. Al igual que con TMGB, los cables TGB deben cerrarse o limpiarse. La línea de conexión entre TBB y TGB debe ser continua y seguir el camino más directo posible.
- **Conductor de Enlace de Interconexión de Red Dorsal de Telecomunicaciones (TBBIBC):** El estándar ANSI/TIA/EIA-607 especifica los requisitos para conectar buses de telecomunicaciones (TBB). Si se instalan dos o más TBB en la línea principal entre los dispositivos, se conectarán a través del bus telefónico (TBBIBC). Estas unidades deben estar en el último piso y caber en el tercer piso. Al menos el tamaño del TBBIBC

debe ser el mismo que el del conductor TBB. Además, TBBIBC se utiliza para conectar TGB en el mismo TR y para conectar TGB en diferentes TR dentro del mismo edificio, para cumplir con los mismos requisitos de interconexión -TBB. (Dintek, 2023)

**Figura 30**

*Sistema de puesto a tierra y unión de telecomunicaciones*



*Nota.* Especificación de cada componente de sistema de puesto a tierra de telecomunicaciones. Tomado de (Slideshare, 2012).

### **Herramienta para realizar un Esquema del módulo didáctico de instalaciones eléctricas.**

Para realizar el esquema del módulo didáctico es necesario de utilizar ciertas herramientas las cuales nos permitirá, realizar el diagrama de cómo se visualizará de forma física el modulo y las conexiones eléctricas, Para ello tenemos los siguientes softwares:

### ***CadeSIMU***

CadeSIMU es una sencilla herramienta de software para diseñar y simular circuitos eléctricos basados en comandos eléctricos, PLC (controladores lógicos programables) y neumáticos. Le permite simular una amplia gama de eventos, desde arranque directo de motores hasta arranque suave y arranque mediante convertidores de frecuencia. Gracias a la intuitiva interfaz CAD, es posible dibujar rápida y fácilmente.

Luego de completar el esquema, el usuario debe verificar los resultados con simulación para asegurarse de que funciona correctamente. (Esc Digital, 2020).

### ***SolidWorks***

SolidWorks es una plataforma de software diseñada para la creación de modelos sólidos 3D y diseño CAD. Utiliza un enfoque paramétrico que utiliza medidas y relaciones para realizar operaciones y almacenarlas en el modelo, lo que facilita la modificación y ajuste del diseño.

El software ofrece muchas herramientas y características importantes que lo hacen útil y útil para los profesionales, como la ingeniería y el desarrollo de productos. (González, 2023).

### ***QElectroTech***

QElectroTech es una herramienta de software de código abierto diseñada para crear simulaciones y planos de circuitos eléctricos e instalaciones domésticas. El sistema ofrece una amplia gama de marcas que representan los sistemas eléctricos, hidráulicos y neumáticos más comunes de la industria.

Los ensamblajes creados con QElectroTech se pueden guardar en formatos físicos y también se pueden exportar a formatos populares como PNG, JPEG, mapa de bits, SVG y DXF, lo que permite ver y compartir fácilmente el diseño creado. (Martín, 2020).

## Capítulo III

### Desarrollo del tema

#### Análisis para la selección de software

Para poder determinar el trabajo físico, es necesario realizar un esquema que nos permitirá visualizar como estarán realizadas las conexiones eléctricas que estarán conectados los equipos mediante herramientas especializadas, por lo tanto, en la tabla 3 se realizara un cuadro comparativo para determinar la herramienta más idónea a ser utilizada.

**Tabla 7**

*Tabla comparativa de los diferentes softwares*

Características	CadeSIMU	SolidWorks	QElectroTech
	 CADe SIMU	 SOLIDWORKS	 QElectroTech
Plataformas Compatibles	Windows, Linux y Mac	Windows, Mac y Linux	Windows y Linux
Precios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Versión gratuita</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pagado</li> <li>• Versión gratis 7 días</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Versión gratuita</li> </ul>
Categorías	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulación de circuitos eléctricos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SolidWorks estándar, profesional y Premium</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energía</li> <li>• Lógica</li> <li>• Hidráulica</li> <li>• Neumática</li> </ul>
Funcionalidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulador de control eléctrico</li> <li>• Librería del tipo eléctrico y añade librerías en 2D y 3D.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño para crear modelos y ensamblajes</li> <li>• Importación de planos 2D y 3D</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esquemas y planos eléctricos</li> <li>• Librería de símbolos estándar y personalizados</li> </ul>

*Nota.* Características de los softwares analizados.

Se eligió el software QElectroTech debido a su gran extensión de librerías y el software es de versión gratuita. Además, nos permite realizar diseños de circuitos eléctricos y gran variedad de categorías. Esta herramienta es muy intuitiva que nos facilita la inserción de imágenes, crear diseños de equipos, es muy adecuada y fácil de usar.

### **Análisis para la selección de Equipos y Materiales**

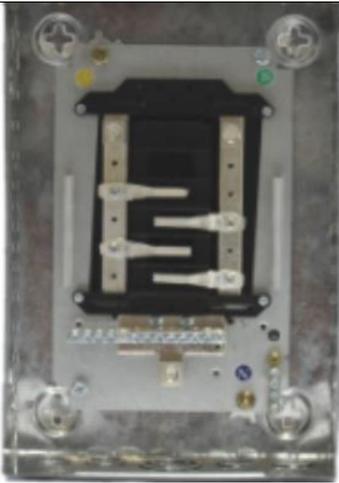
El análisis técnico es fundamental para la selección de equipos y materiales, es un proceso que analiza los diferentes factores y requisitos que deben cumplir cada material a emplear en la implementación.

### **Análisis del Centro de Carga**

Al implementar el centro de carga, se debe considerar las características y regulaciones definidas por la normativa IEC 61493-3. Esta norma establece los requisitos necesarios para garantizar su protección, en cumplimiento con el reglamento técnico ecuatoriano RTE INEN 057-2R, como se muestra en la tabla 8.

**Tabla 8**

*Tabla comparativa de los centros de cargas*

	Centro de carga Schneider	Centro de carga Schneider
<b>Características / categorías</b>		
Modo de montaje	Enchufable	Riel Din
Utilización	Residenciales	comerciales e industriales
Voltaje nominal de operación	120/240 Vac	120/240 Vac
Barraje de conexión	Aluminio y cobre	Aluminio y cobre
Normas	IEC 61493-3	IEC 61493-3
Grados de protección	IP 2XB – IK 05	IP 2XB – IK 05
Capacidad de corriente	100 / 125 A	100 / 125 A
Temperatura para el funcionamiento	-5 / 60 °C	-5 / 60 °C
Temperatura para almacenamiento	-40 / 85 °C	-40 / 85 °C

*Nota.* Características generales del centro de cargas Schneider.

Después de analizar las características de centro de carga, se optó por la elección del centro de carga enchufable de Schneider, son más utilizados en instalaciones residenciales debido a su diseño robusto y duradero. Su instalación es de forma segura y la distribución de la energía eléctrica es muy eficiente.

## Análisis de interruptores termomagnético a Utilizar

En el proceso de selección de los interruptores termomagnéticos (PIAs), es esencial verificar que cumplan con la normativa IEC 60898-1. Estos equipos son comúnmente utilizados en entornos residenciales, establecimientos comerciales y oficinas. Su capacidad máxima de corriente nominal máxima de 125 amperios, tal como se detalla en las tablas 9 y 10.

**Tabla 9**

*Tabla comparativa de los interruptores termomagnético enchufable*

	Schneider simple	Schneider doble	Schneider triple
<b>Características / categorías</b>			
<b>Tensión y capacidad interruptiva</b>	10 KA → 120 V 6 KA → 240 V	10 KA → 120 V 6 KA → 240 V	10 KA → 120/240 V 6 KA → 240/415 V
<b>Grado de protección</b>	IP22	IP22	IP22
<b>Estándar</b>	IEC 60898	IEC 60898	IEC 60898
<b>Temperatura</b>	40°C	40°C	40°C

*Nota.* Características generales de los interruptores Schneider enchufable (PIAs).

Tabla 10

Tabla comparativa de los interruptores termomagnético Riel Din

	Schneider simple	Schneider doble	Schneider triple
<b>Características / categorías</b>			
<b>Tensión y capacidad interruptiva</b>	10 KA → 120 V 6 KA → 240 V	10 KA → 120 V 6 KA → 240 V	10 KA → 120/240 V 6 KA → 240/415 V
<b>Grado de protección</b>	IP20	IP20	IP20
<b>Estándar</b>	IEC 60898	IEC 60898	IEC 60898
<b>Temperatura</b>	40°C	40°C	40°C

*Nota.* Características generales de los interruptores Schneider riel din (PIAs).

Tras la elección del centro carga, se optó por seleccionar los interruptores termomagnéticos Schneider enchufable, lo que nos facilita en la instalación, gran durabilidad, resistencia mecánica. Estos interruptores cumplen con la normativa IEC 60898-1 y están disponibles en diversas capacidades de corriente, incluyendo configuraciones simples, dobles y triples, diseñadas para bajas tensiones, como se detalla en la tabla 6 anteriormente mencionada.

### Análisis del Cableado a Utilizar

Para emplear una red eléctrica de baja tensión, se debe tener en cuenta los cables de red cumplan con los requisitos de la normativa NTE INEN 2345. Esta norma establece los requisitos para los alambres y cables con aislamiento termoplástico, incluyendo los materiales a

utilizar durante su instalación. Esto permitirá la implementación de circuitos independientes de iluminación y tomacorrientes de manera segura y eficiente, como se muestra en la tabla 11.

**Tabla 11**

*Tabla comparativa de tipo de cables*

Características / categorías	TW	THWN	THHN
			
Resistentes	Humedad, retardante a la llama.	Aceites, grasas, gasolinas, etc.	Aceites, grasas, gasolinas, humedad, etc.
Tipo de conector	Capuchones	Capuchones	Capuchones
Metal	Cobre	Cobre	Cobre
Calibre del conductor	AWG 14-12-10-8-6	AWG 14-12-10-8-6	AWG 14-12-10-8-6
Estándar	UL 83, UL 62, UL 1063, ASTM B3, B174, NTE 2345, NTE2305.	ASTM B174, NTE 2345, NTE 2305, UL 86	ASTM B174, NTE 2345, NTE 2305, UL 86
Tipo de aislamiento	PVC 60°C	PVC 90°C, Nylon, 600V	PVC 90°C, Nylon, 600V

*Nota.* Tabla de especificaciones de los cables AWG (American Wire Gauge)

Luego de una investigación sobre las características de los cables, se optó por seleccionar el cable THHN debido a su aislamiento de PVC, que ofrece una alta resistencia al calor y humedad. Además, la cubierta de protección de nylon proporciona una notable resistencia frente a productos químicos y sustancias corrosivas.

## Análisis de los Equipos a Utilizar

Para la integración de los equipos a implementar en la red eléctrica, es esencial cumplir con las normas internacionales pertinentes, incluyendo la IEC 60669-1 para interruptores y conmutadores, así como la IEC 60884-1 para tomacorrientes. El cumplimiento de esta norma garantiza una mayor durabilidad, mejor conductividad y previene la corrección, como se muestra en la tabla 12, 13 y 14

**Tabla 12**

*Tabla comparativa de interruptores*

	Interruptor simple	Interruptor doble	Interruptor con sensor 180D
<b>Características / categorías</b>			
Marca	Veto	Tekno	Sylvania
Tensión de operación	125 – 250 V	120 – 250 V	110 – 130V, 60 Hz
Corriente Nominal	15 A	6 A	
Carga Máxima			500W / 100W LED o CFL
Estándar	IEC 60669-1	IEC 60669-1	IEC 60669-1
Temperatura de operación			35°C
Protección			IP20

*Nota.* Tabla de especificaciones de los interruptores.

**Tabla 13**

*Tabla comparativa de interruptores conmutadores*

	Conmutador simple	Conmutador doble	Conmutador triple
<b>Características / categorías</b>			
Marca	Veto	Veto	veto
Tensión de operación	125 – 250 V	125 – 250 V	125 – 250 V
Corriente Nominal	10 A	10 A	15 A
Estándar	IEC 60669-1	IEC 60669-1	IEC 60669-1

*Nota.* Tabla de especificaciones de los conmutadores.

Tras una investigación y análisis de cada equipo, se seleccionó por interruptores simples, dobles, sensor de movimiento y conmutador simple, todos ellos cumplen con la norma IEC 60669-1. Estos dispositivos se destacan por su durabilidad, evita la corrosión y proporciona una mayor seguridad en la instalación y buena conductividad óptima.

**Tabla 14***Tabla comparativa de tomacorrientes*

	<b>Tomacorriente de 2 puntas</b>	<b>Tomacorriente de 3 puntas</b>	<b>Tomacorriente GFCI</b>	<b>Tomacorriente Nema</b>
<b>Características / categorías</b>				
Marca	Veto	Veto	veto	veto
Tensión de operación	125 – 250 V	125 – 250 V	125 – 250 V	125 – 250 V
Corriente Nominal	15 A	15 A	20 A	50 A
Partes	Ranura de fase, neutro no contiene a tierra	Ranura de fase, neutro y tierra.	Ranura de fase, neutro y tierra.	Ranura de 2 fases, neutro no contiene a tierra
Estándar	IEC 60884-1	IEC 60884-1	IEC 60884-1	IEC 60884-1

*Nota.* Tabla de especificaciones de los tomacorrientes.

Después de llevar a cabo una investigación y un análisis adecuado de cada equipo, se optó por seleccionar tomacorrientes de 3 puntas con conexión a tierra, los cuales son más utilizados en salas y habitaciones. Así mismo, se eligieron tomacorriente GFCI que ofrecen protección contra áreas de húmedas y son altamente recomendados para su uso de cocinas, baños otras áreas susceptibles a la humedad. Por último, se considera tomacorrientes Nema, se emplean para la conexión de cocinas eléctricas, estufas entre otros equipos eléctricos.

## Selección de Equipos y Materiales a Utilizar

Tras el análisis de herramientas, materiales y equipos, junto con sus respectivas normativas de protección, se procederá con la implementación del módulo utilizando los siguientes elementos:

- 1 Centro de carga enchufable
- 1 interruptor termomagnético Schneider enchufable 16 A de 1 polo.
- 2 interruptores termomagnético Schneider enchufable 20 A de 1 polo.
- 2 interruptores termomagnético Schneider enchufable 32 A de 1 polo.
- 1 interruptor termomagnético Schneider enchufable 50 A de 2 polo.
- 8 tubo conduit de ½" x 3 mts.
- 36 conector americano de ½"
- 10 abrazadera de ½"
- uniones de ½"
- 1 tubo BEX de ½"
- 1 conector BEX de ½"
- 5 cajas metálicas octagonales
- 13 cajas metálicas rectangulares
- Cable flexible THHN calibre #14 AWG
- Cable flexible THHN calibre #12 AWG
- Cable flexible THHN calibre #10 AWG
- Cable flexible THHN calibre #8 AWG
- Cable flexible THHN calibre #6 AWG
- 1 varilla de cobre copperweld 5/8"
- 1 conector copperweld 5/8"
- 1 Alicata

- 1 destornillador estrella
- 1 destornillador plano
- 30 capuchones
- 1 cinta aislante 3M
- Tornillos
- 5 boquillas
- 5 focos
- 1 interruptor simple
- 1 interruptor doble
- 1 interruptor con sensor de movimiento
- 2 conmutadores simples
- 4 tomacorrientes de 3 puntos
- 2 tomacorrientes GFCI

### **Instalación del programa QElectroTech**

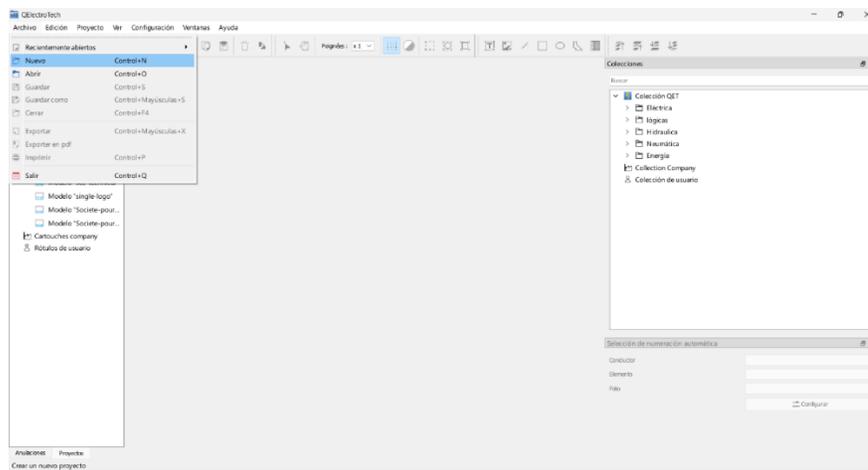
Se optó por el programa QElectroTech debido a su interfaz de usuario intuitiva y un software de código abierto, que permite crear esquemas eléctricos, ofreciendo una amplia variedad de elementos y configuraciones de unidades para su utilización. Para instalar el software, se debe acceder al siguiente enlace web: <https://qelectrotech.org/download.php>

### **Configuración del Software QElectroTech**

Al ejecutar el software QElectroTech se muestra una interfaz, en la parte superior izquierda, se da clic en “Archivo”. Al hacer clic en este menú, se nos despliega una barra de opciones que permite al usuario crear un nuevo proyecto o abrir un proyecto guardado, como se muestra en la figura 31.

**Figura 31**

*Interfaz de Software QElectroTech*

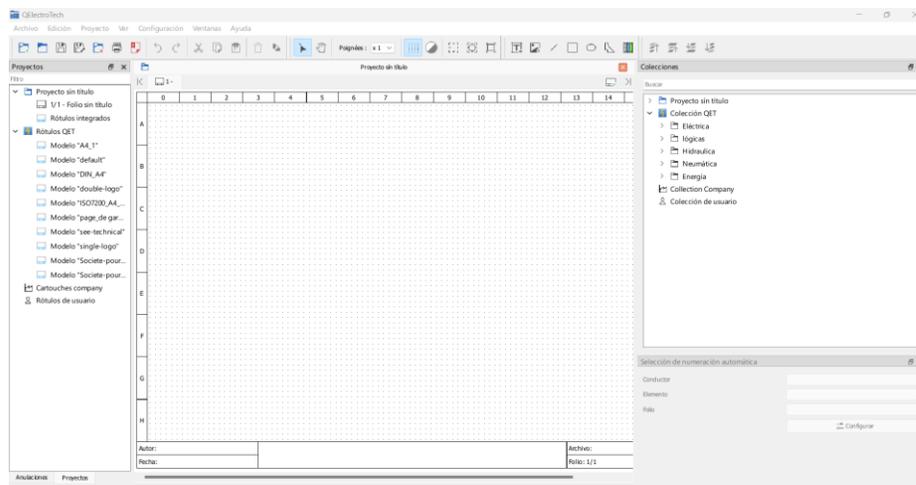


*Nota.* Ventana para crear nuevos proyectos y abrir proyectos guardados.

Tras la creación del nuevo proyecto, se debe acceder a las propiedades del folio haciendo doble clic en la hoja del proyecto. Aquí se puede ingresar información relevante como el nombre del título, autor, fecha y tipo de instalación, como se nos muestra en las figuras 32 y 33.

**Figura 32**

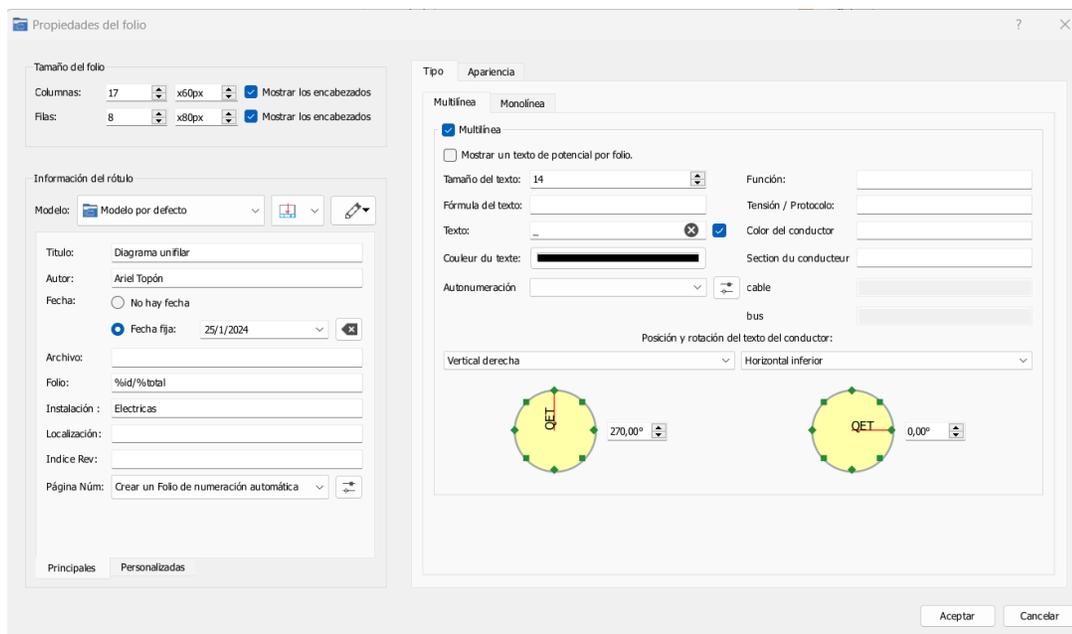
*Interfaz de nuevo proyecto*



*Nota.* Creación del nuevo proyecto en el software QElectroTech

Figura 33

## Propiedades del folio

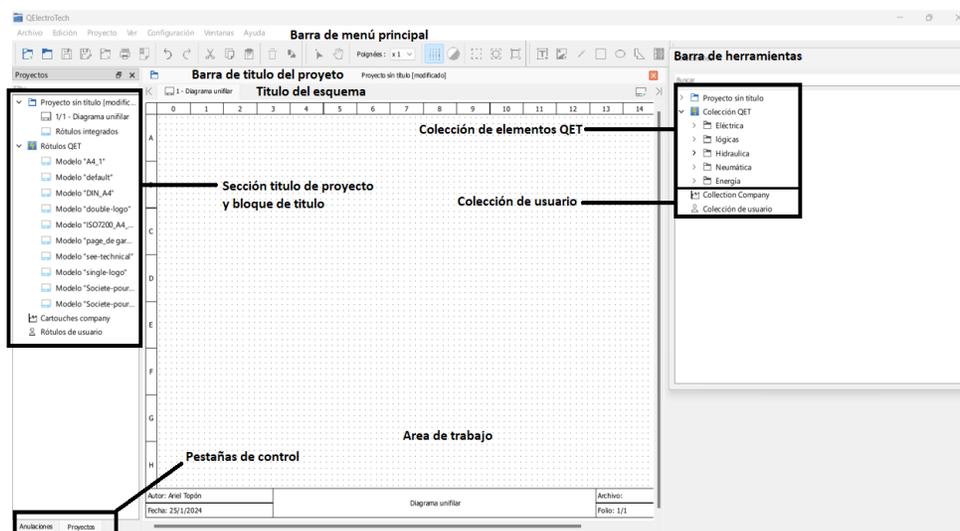


*Nota.* Se introduce la información del roturo y se da clic en aceptar.

Por último, se inicia la creación del diagrama unifilar. en la parte derecha de la interfaz, se encuentra diferentes barras de herramientas que nos ofrece opciones según la necesidad del usuario. Estas incluyen categorías como eléctrica, lógica, hidráulica, neumática y energía. Dependiendo el requerimiento del usuario, se puede seleccionar la opción adecuada para comenzar el diseño del diagrama unifilar, como se muestra en la figura 34.

**Figura 34**

Especificación de cada área

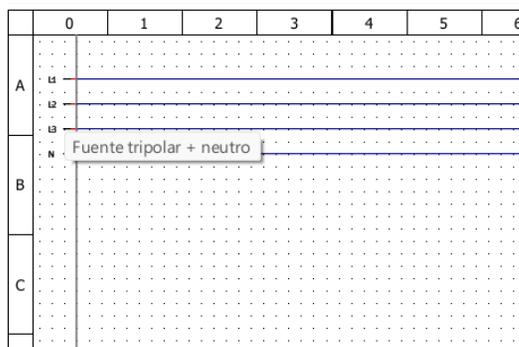


*Nota.* Identificación de cada componente del software QElectroTech.

Se accede a las colecciones QET y se selecciona el icono “Eléctrica” lo que despliega una amplia gama de iconos relacionado con el tema eléctrico. Luego, se ingresa al icono “Multifilar” y se hace clic en “Fuentes de red”. A continuación, se elige el elemento “Fuente tripolar + Neutro”, que se interpretará como la línea de suministro de energía eléctrica, como se muestra en la figura 35.

**Figura 35**

*Fuentes de energía*

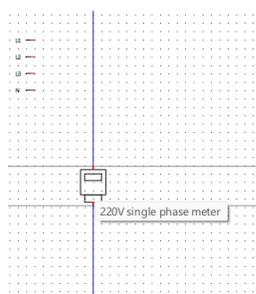


*Nota.* Colocación de la fuente de energía eléctrica.

Tras la colocación de la fuente de energía, se procede a explorar las colecciones dentro de la categoría “Eléctrica”. Luego, se accede a la sección de “Polo simple”, donde se despliega diferentes ítems. Dentro de esta sección, se seleccionó la categoría “Electrodomésticos” y se da clic en “Contadores”. Finalmente, se elige el elemento “110V single phase meter” (medidor monofásico), como se muestra en la figura 36.

### Figura 36

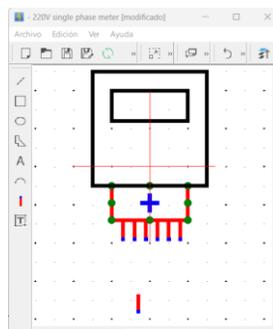
*Colocación de medidor monofásico*



Después de colocar el contador, se procedió a modificar sus características, se dio clic en el equipo instalado, lo que desplego tres ítems diferentes como: información, texto y general. Se seleccionó el ítem “General” y dar clic en “Editar el elemento”. Se realizó la modificación para configurar el medidor como bifásico y con acometida a tierra. Luego de hacer clic en “Aceptar”, se guardaron los cambios, tal como se muestra en la figura 37.

### Figura 37

*Modificación del medidor*

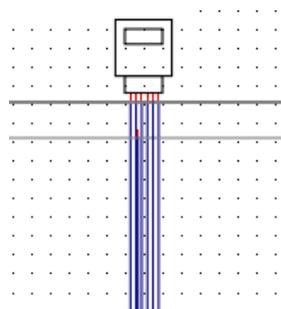


*Nota.* Medidor bifásico entrada de energía eléctrica de 110/220 V

Tras guardar la modificación de medidor bifásico, se accede a las colecciones en el ítem “Proyecto sin título”. Por defecto, se crea una carpeta denominada “Elementos importados”. Luego, de igual forma se realizan las diferentes derivaciones de las carpetas de eléctricas. Se accede a la carpeta “Polo simple” y se hace clic en “Contadores”, donde estará guardado el diseño del medidor bifásico. Este se arrastra en el área de trabajo y se coloca haciendo clic en el botón izquierdo, como se muestra en la figura 38.

### Figura 38

*Colocación de medidor bifásico*

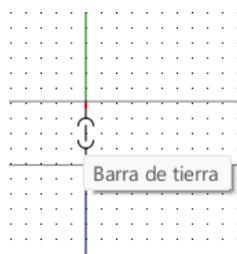


*Nota.* Colación y muestreo de las líneas que se derivara del medidor bifásico.

Se accede a las colecciones QET y se selecciona el icono “Eléctrica” se despliega una variedad de iconos referido con el tema eléctrico. Posteriormente, se ingresa a la carpeta “Multifilar” y se hace clic en “Terminales”. Se elige el elemento de “Barra de tierra” y se arrastra en el área de trabajo, como se muestra en la figura 39.

### Figura 39

*Simbología barra a tierra*

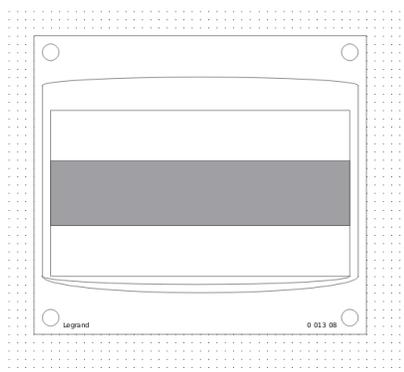


*Nota.* Se coloca en el recto de la bornera a tierra del medidor, que se unan entre sí.

Dentro de las colecciones QET, se procede a buscar el “Cabinet”, lo que se nos redirige a la carpeta de “Board” se despliega dos carpetas denominadas “Distribution terminal block” y “Cabinet”. Se hace clic en “Cabinet” y se selecciona el centro de carga de 8, el cual se arrastra hasta el área de trabajo, como se indica en la figura 40. Además, se hace clic en “Distribution terminal block” para la colocar las borneras de líneas, bornera de neutro y bornera de tierra, como se indica en la figura 41.

### Figura 40

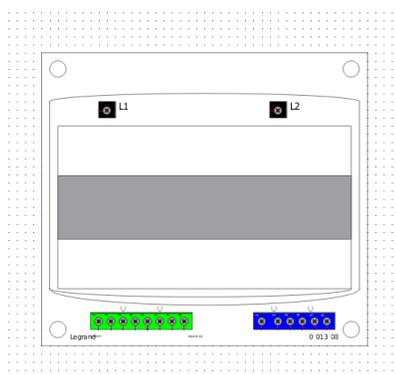
*Centro de carga*



*Nota.* Centro de carga modelo Schneider enchufable

### Figura 41

*Colocación de borneras*

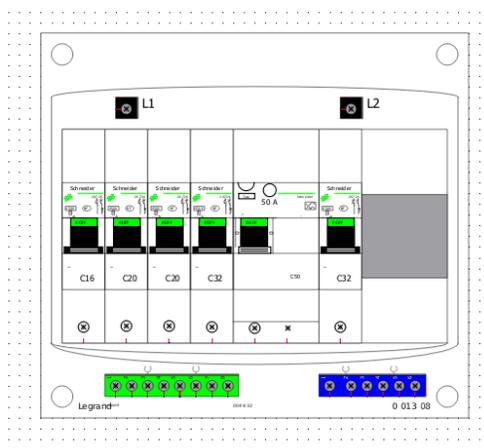


*Nota.* Implementación de las borneras en el centro de carga, la bornera verde (Tierra), bornera azul (Neutro) y bornera negra (Fases).

Dentro de las colecciones QET dentro de la selección de “Eléctrica”, se realiza una búsqueda de los disyuntores. Se nos redirigió a la carpeta principal de “Gráficos” donde se encuentra la subdivisión de carpetas y se accede a la carpeta “Disyuntores”. Aquí se despliega varios modelos Schneider con diferentes amperajes. Se selecciona el equipo deseado y se arrastra hasta el área de trabajo, donde se coloca en el centro de carga, como se muestra en la figura 42.

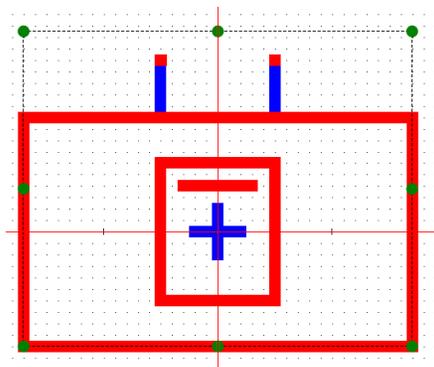
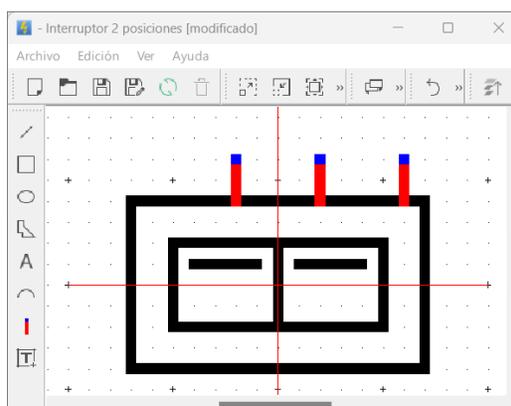
### Figura 42

*Colocación de los interruptores termomagnético*



*Nota.* Se coloca disyuntores Schneider de 12 A, 20 A, 32 A de un polo y 50 A de doble polo.

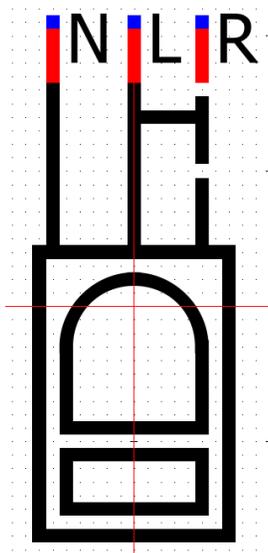
Dentro de las colecciones QET ubicada en la sección “Eléctrica”, se llevó a cabo una búsqueda de los interruptores. Esto nos redireccionó a la carpeta principal “Relevadores, contactares y contactos”, y luego se dirige a la subdivisión de la carpeta “Potencia”. Allí, se selecciona el elemento “Interruptor de potencia contactor” y al hacer clic derecho sobre él, se despliegan 3 opciones, entre las cuales se elige “Editar el elemento”. Se procede a modificar el interruptor simple y luego se da clic en “Aceptar”, para guardar los cambios, tal como se muestra en la figura 43. Además, se selecciona otro “Interruptor de potencia contactor” y se modifica a un interruptor doble, una vez realizada las modificaciones se da clic en “Aceptar” y se guardan los cambios, como se muestra en la figura 44.

**Figura 43***Interruptor simple***Figura 44***Interruptor doble*

Dentro de las colecciones QET dentro de la sección “Eléctrica”, se lleva a cabo una búsqueda del interruptor de movimiento. Se nos redirige a la carpeta principal “Sensores e instrumentos” y luego se dirige a la subdivisión de la carpeta “Temporizadores”. Allí, se selecciona el “Interruptor temporizado” y al hacer clic derecho sobre él, se despliega tres opciones, entre las cuales se hace clic en “Editar el elemento”. Se procede a modificar el “Interruptor temporizado” y luego se da clic en “Aceptar” para guardar los cambios, como se muestra en la figura 45.

**Figura 45**

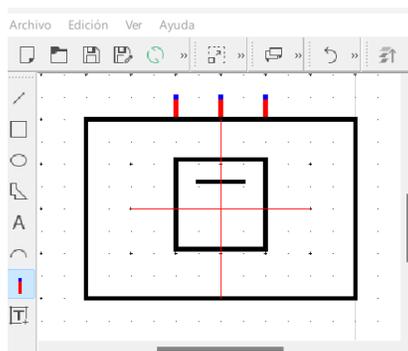
*Interruptor con sensor de movimiento*



Dentro de las colecciones QET en la sección de “Eléctrica”, se realiza una búsqueda del interruptor, se direcciona a la carpeta principal “Señalización y comando” y luego se dirige a la subdivisión de la carpeta “Interruptor selector”. Allí, se elige el elemento “Conmutador bipolar NA”, al hacer clic derecho sobre él, se despliegan tres opciones, entre las cuales se hace clic en “Editar el elemento”. Se procede a modificar el “Conmutador bipolar NA” y se da clic en “Aceptar” para guarda los cambios, como se muestra en la figura 46.

**Figura 46**

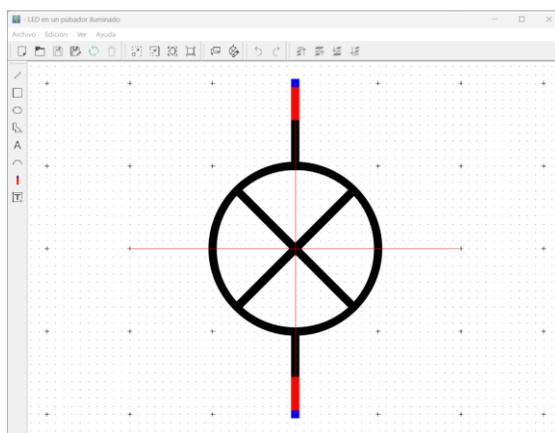
*Conmutador de 3 vías*



Dentro de las colecciones QET en la sección de “Eléctrica”, se lleva a cabo una búsqueda de iluminación, se nos redirecciona a la carpeta principal “Multifilar” y posteriormente a la subdivisión de la carpeta “Dispositivos de señalamiento óptico”. Se selecciona el “Led de iluminación” y al hacer clic derecho sobre él, se despliega tres opciones, entre la cual se hace clic en “Editar el elemento”. Se procede a modificar las características del “Led de iluminación” y luego se hace clic en “Aceptar” para guardar los cambios, como se muestra en la figura 47.

### Figura 47

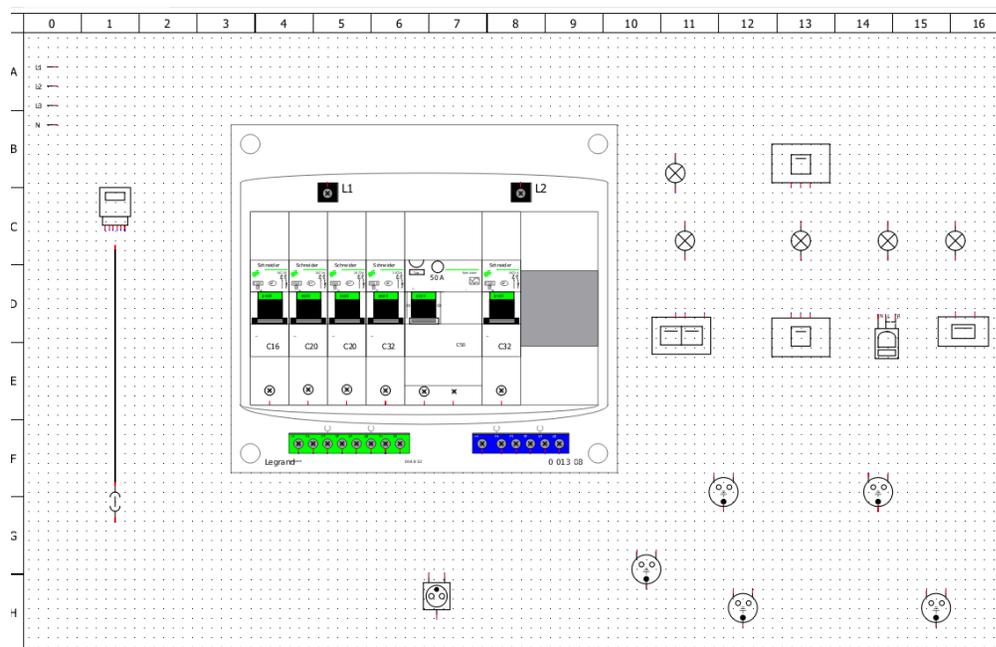
*Led iluminado*



Después de guardar las modificaciones de los interruptores simple, doble, sensor de movimiento, conmutador simple y led de iluminación, se procede a realizar el siguiente paso. Se accede a las colecciones dentro del ítem proyecto sin título, donde se crea automáticamente una carpeta denominada “Elementos importados”. Posteriormente, se realizan las diferentes derivaciones de las carpetas de eléctrica. Se dirige en la carpeta “Multifilar” y se ingresa a la subdivisión de carpetas correspondientes a interruptor selector, temporizadores, dispositivos de señalamiento óptico y tomacorrientes. Luego, se seleccionan los elementos requeridos y se arrastra en el área de trabajo. Finalmente, se coloca cada elemento haciendo clic en el botón izquierdo, como se muestra en la siguiente figura 48.

**Figura 48**

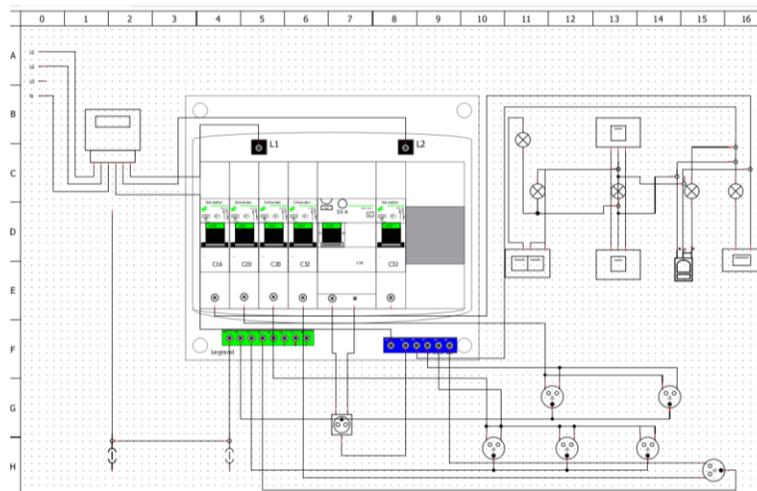
*Colocación de interruptores, conmutadores, tomacorrientes y boquillas*



Después de ubicar los elementos en el área de trabajo, se inicia la conexión eléctrica hacia el medidor bifásico, que recibe dos líneas de fase y un neutro, además de la conexión a tierra. Una vez instalados los disyuntores en el centro de carga, se procede a derivar sus conexiones hacia cada circuito independiente. El circuito de iluminación recibe una línea de fase y neutro, mientras que el circuito de tomacorrientes de cocina, sala, cuarto y cargas especiales se conecta con una línea de fase, neutro y tierra. Para el circuito de tomacorriente de la estufa requiere dos líneas de fase y neutro, como se detalla en la figura 49. Además, se añaden textos descriptivos en cada componente para especificar su función, como se muestra en la figura 50.

**Figura 49**

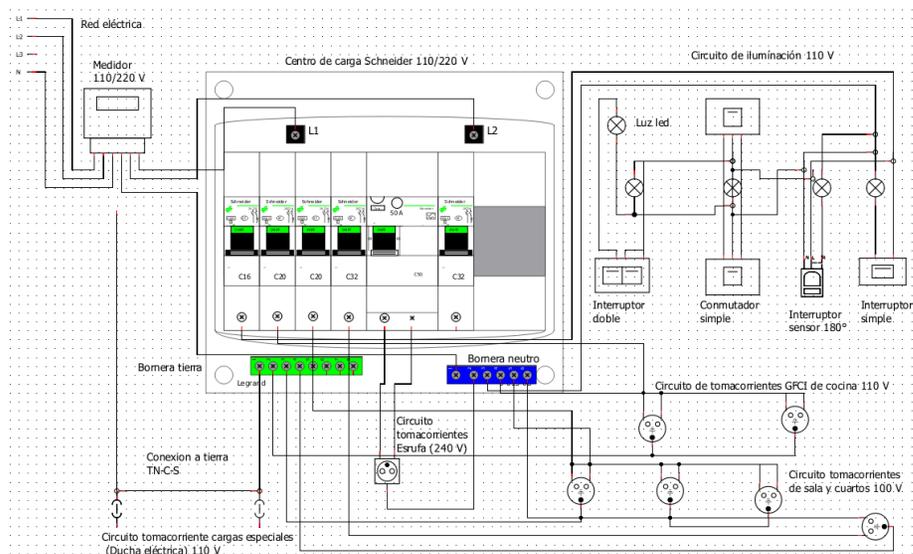
*Conexión de los elementos*



*Nota.* Conexiones de los elementos que conformara el modulo didáctico.

**Figura 50**

*Especificación de cada componente*



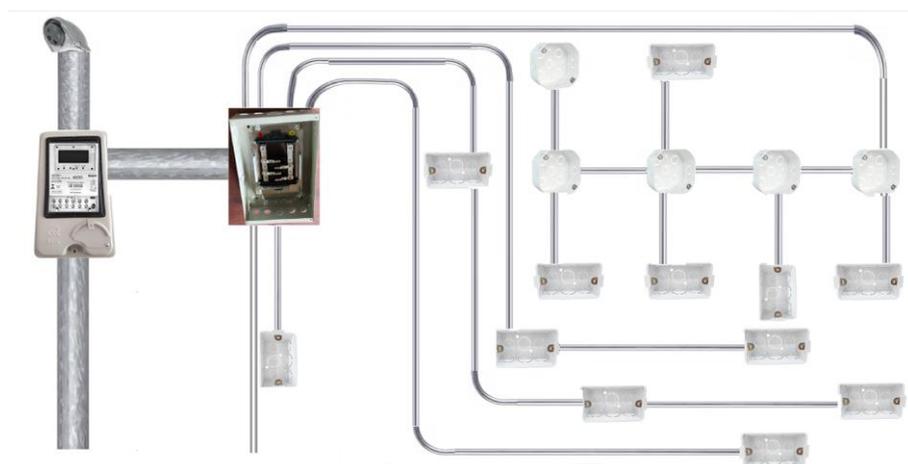
*Nota.* Planificación del módulo a desarrollar.

## Planificación del esquema para un sistema eléctrico en 2D

Se procede a elaborar el diagrama de forma física del tablero a implementar de instalaciones eléctricas domiciliarios y herramientas a utilizar como se especificará; tubo conduit EMT  $\frac{1}{2}$ " , conector americano  $\frac{1}{2}$ " , uniones de  $\frac{1}{2}$ " , un centro de carga bifásico de 8, así como 5 cajas octogonales metálicas y 12 cajas rectangulares metálica, como se muestra en la figura 51.

### Figura 51

*Esquema de tablero eléctrico*



*Nota.* Esquema como estará implementado la base del tablero eléctrico.

Tras completar el armazón del diseño del tablero eléctrico, se procede a la incorporación a cada circuito independiente, como se detallan de la siguiente manera:

Breaker de 16 A de 1 polo, para el circuito de iluminación con los equipos a emplear de 5 boquillas de porcelana, interruptor simple, interruptor con sensor de movimiento, 2 conmutadores simple de 3 vías y un interruptor doble.

Breaker de 20 A de 1 polo, para el circuito de tomacorrientes de 110 V, con protección GFCI para cocina y refrigeradora, entre otros equipos que se pueden conectar.

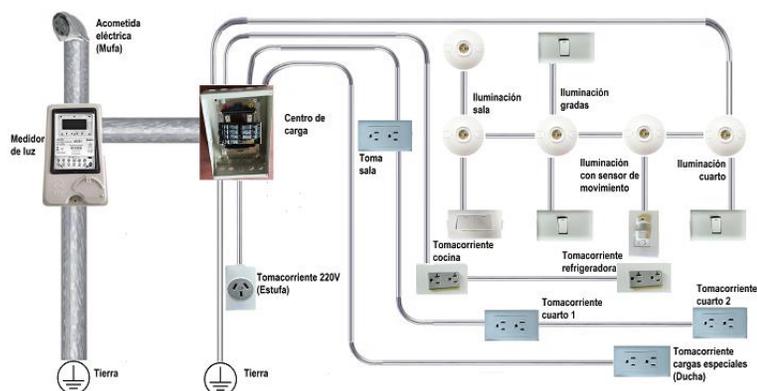
Breaker de 20 A de 1 polo para el circuito de tomacorrientes de 110V, para sala y cuartos.

Breaker de 32 A de 1 polo para el circuito de tomacorrientes de 110V para cargas especiales, que se usara para la simulación de una (ducha eléctrica)

Breaker de 50 A de 2 polos, para el circuito de tomacorriente de 220V para estufas.

## Figura 52

*Esquema de equipos en el tablero eléctrico*



*Nota.* Visualización de los equipos a emplear en la práctica del módulo didáctico.

## Implementación del módulo didáctico

Se llevaron a cabo mediciones de los tubos conduit EMT de  $\frac{1}{2}$ ", en el proceso de cortar los tubos se usó una moladora para asegurar cortes precisos. Además, se debe utilizar la protección necesaria para evitar accidentes, como se muestra en la figura 53.

## Figura 53

*Cortado de tubo conduit*



*Nota.* Al realizar los cortes del tubo conduit EMT de  $\frac{1}{2}$ " con la moladora.

Se empleó un doblador para tubos conduit de ½". Se procedió a insertar el tubo conduit EMT de ½" en el doblador, asegurándose de apoyar un extremo para lograr una curvatura de 90° y una longitud adecuada que se conectara al centro de carga. Además, el doblador nos permite realizar diferentes formas, dependiendo en la ubicación que será instalada, como se muestra en las figuras 54 y 55.

#### **Figura 54**

*Dobles de 90 grados*



#### **Figura 55**

*Dobles de un caballete*



Después de realizar el corte del tubo conduit EMT de  $\frac{1}{2}$ ", se emplea una lima como herramienta para eliminar las impurezas que se encuentre alrededor del tubo conduit. Posteriormente, se procede a lijar los bordes con una lija gruesa de 90, para poder evitar fisuras al momento de introducir los cables THHN a través del tubo conduit EMT de  $\frac{1}{2}$ ", como se muestra en la figura 56.

### Figura 56

*Retirando impurezas del tubo conduit*



*Nota.* Se debe utilizar los equipos de protección, para la prevención de accidentes.

Una vez cortado los tubos conduit EMT  $\frac{1}{2}$ ", dependiendo de las diferentes medidas, se procedió a emplear conectores americanos de  $\frac{1}{2}$ ", para conectar las diferencias cajas octagonales y rectangulares metálicas, se llegó a utilizar la herramienta del desarmador estrella para asegurar cada equipo. Además, se comienza a realizar el armazón del circuito de iluminación en el tablero de dimensiones 244x122 mts, como se muestra en la figura 57.

**Figura 57**

*Conector americano de 1/2" en caja octagonal*



*Nota.* Asegurar los equipos del circuito de iluminación

Durante el proceso de construcción del armazón y la designación de los tomacorrientes GFCI, tomacorrientes de 3 puntos y tomacorrientes para cargas especiales, se emplean eficazmente conectores americanos 1/2". Estos conectores facilitan la fijación de las cajas rectangulares metálicas y se emplean uniones de 1/2" con el propósito de conectar dos tramos de tubo conduit. Cada componente se asegura utilizando un destornillador de estrella, como se muestra en la figura 58.

**Figura 58**

*Armazón de tomacorriente*



Una vez finalizado la construcción del armazón de cada circuito independiente de iluminación, tomacorrientes y conexión a tierra, se procede a realizar perforaciones en el tablón utilizando el equipo de un taladro, asegurando una posición adecuada de los componentes. Posteriormente, se monta el centro de carga, junto con las cajas octagonales y rectangulares metálicas, utilizando abrazadera de  $\frac{1}{2}$ " para fijar los tubos conduit EMT  $\frac{1}{2}$ ". Este procedimiento es una instalación segura de los componentes eléctricos de acuerdo con las regulaciones y estándares, como nos muestra en las figuras 59, 60 y 61.

### **Figura 59**

*Perforación en el tablero*



*Nota.* Se utilizó un taladro con su respectiva broca de madera, para la realización de los agujeros en el tablón.

### **Figura 60**

*Distribución de cargas*



*Nota.* Se utilizó tornillos y rodajas con una llave 10 para sujetar el centro de carga en el tablón.

**Figura 61**

Aseguración de los equipos

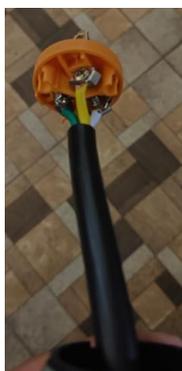


*Nota.* Para sujetar cada equipo se utilizó el desarmador estrella y se atornilla con tornillos de cabeza grande de ½”.

Una vez asegurados los equipos a implementar en su lugar designado, se procede a realiza la conexión al centro de carga, utilizando un cable tipo concéntrico de 12 AWG conforme a la norma NTE INEN 2345. Este cable se selecciona debido a su excelente conductividad y resistencia a altas temperaturas de hasta 105°C, además de su alta resistencia a la humedad. Se conectará a un enchufe de 3 patas, permitiendo así la alimentación de energía eléctrica de un tomacorriente de 110 V, para el funcionamiento de los diferentes circuitos independientes, como se muestra en la figura 61.

**Figura 62**

*Conexión de enchufe de 110 V*



Se procede a realiza la conexión a tierra al centro de carga, utilizando un cable THHN de calibre #8 AWG de color verde, en conforme a la norma NTE INEN 2345. Este cable será introducido a través del tubo Biex de 1/2", estableciendo contacto con la varilla de cobre copperweld 5/8" mediante un conector de la misma dimensión, Esta configuración asegura una conexión segura que proporcionará la derivación necesaria para los distintos circuitos, como se muestra en la figura 63.

### **Figura 63**

*Conexión a la barrilla a tierra*



Una vez completada la fijación de los equipos, se procedió con el cableado correspondiente para iluminación, los tomacorrientes de la cocina, los tomacorrientes de los cuartos, el tomacorriente destinado a cargas especial y el tomacorriente para la estufa. En conforme con la norma NTE INEN 2345, se empleó cable del tipo THHN. Se utilizaron diferentes calibres de cable para cada circuito, conforme a las especificaciones de iluminación y tomacorrientes. Este proceso implica el uso de conductores eléctricos apropiados y la instalación de equipos eléctricos conforme a la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC), como se muestran en las siguientes figuras 64, 65, 66 y 67.

**Figura 64**

*Cableado de iluminación*



*Nota.* Utilización de cable THHN calibre #12 AWG

**Figura 65**

*Cableado de tomacorrientes 110 V*



*Nota.* Utilización de cable THHN calibre #14 AWG,

**Figura 66**

*Cableado de tomacorrientes cargas especiales*



*Nota.* Utilización de cable THHN calibre #10 AWG

**Figura 67**

*Cableado de tomacorrientes (Estufa 220 V)*



*Nota.* Utilización de cable THHN calibre #8 AWG

Una vez completado el cableado de cada circuito, se procede a la instalación de los interruptores termomagnéticos enchufables de Square D en el centro de carga, seleccionados de acuerdo a las necesidades específicas del sistema. Estos dispositivos cumplen con la norma IEC 60898-1. Se incluye un interruptor Square D de 1 polo de 16 A para iluminación, dos interruptor Square D de 1 polo de 20 A para tomacorrientes de 110V, un interruptor Square D de 1 polo de 32 A para tomacorrientes de cargas especiales y un interruptor Square D de 2 polos de 50 A para tomacorrientes (estufa) Esta selección de los interruptores Square D garantiza una protección adecuada para cada circuito, previniendo sobrecargas y cortocircuitos, y asegurando un funcionamiento seguro y la protección de los usuarios, como se muestra en la figura 68.

### **Figura 68**

*Colocación de los interruptores termomagnético en el centro de carga*



*Nota.* Insertación de los interruptores termomagnético en el centro de carga de 110/220 V.

Después de la instalación de los interruptores termomagnético, se procedió a retirar la cubierta de los cables THHN utilizando un alicate. Además, se empleó un desarmador estrella para asegurar los cables tanto en los interruptores termomagnéticos como en las borneras de neutro y tierra, como se muestra en la figura 69.

**Figura 69**

*Conexión de los interruptores termomagnético al centro de carga*



Después de completar el cableado de iluminación, se procedió a realizar las diferentes derivaciones de 5 tipos que contendrán los circuitos de iluminación. Estos equipos se conectarán con sus respectivas derivaciones y conexiones de interruptor simple, interruptor con sensor de movimiento, interruptor conmutado e interruptor doble. Esto permite una adaptación versátil a diversas necesidades y preferencias de los usuarios. Además, se garantiza el cumplimiento de la Normativa Ecuatoriana de Construcción (NEC), que se requiere el uso de capuchones en las derivaciones, como se muestra en la figura 70.

**Figura 70**

*Colocación de capuchones*



*Nota.* Se debe hacer presión para que se aseguren los cables.

Siguiendo las normas establecidas NTE INEN 2345, se procedió a utilizar las derivaciones de la línea de fase, neutro y tierra de acuerdo a las especificaciones requeridas. Se empleó el cable THHN de calibre #14 AWG, donde el conductor de línea de fase (Rojo) que se conecta directamente al interruptor simple, cumpliendo con la normativa IEC 60669-1. El conductor de retorno (Negro) que se conecta a la boquilla de porcelana, mientras que el conductor neutro (Blanco) se conecta directamente a la boquilla, como se muestra en la figura 71.

### **Figura 71**

*Conexión de circuito de iluminación cuarto*



Siguiendo con el cumplimiento de la normativa NTE INEN 2345, se procedió a utilizar la derivación de la línea de fase, neutro y tierra utilizando cable THHN de calibre #14 AWG. La conexión se realizó mediante un empalme de tipo T, donde se estará integrado los cables de línea de fase (Rojo), retorno (Negro) y neutro (Blanco). Este se enlazará con un interruptor de sensor de movimiento que cumple con la normativa IEC 60669-1, el cual contiene cables de retorno (Rojo), línea de fase (Café) y neutro (Azul). El cable de línea de retorno (Negro) se conectó a la boquilla de porcelana y tanto como el cable de neutro (Blanco), como nos muestra en la figura 72.

**Figura 72**

*Circuito de iluminación con sensor de movimiento 180 grados*



Siguiendo el cumplimiento con la normativa NTE INEN 2345, se empleó el cable THHN de calibre #14 AWG para la conexión de los dos conmutadores de 3 vías, ambos cumplen con la normativa IEC 60669-1. Se conectan entre los dos conmutadores utilizando dos cables de (Color verde) realizando un puente. La línea de fase (Rojo) se conecta a uno de los conmutadores, mientras que el retorno (Negro) se conecta con la boquilla de porcelana. Por último, la línea de neutro (Blanco) a la boquilla de porcelana, como se muestra en la figura 73.

**Figura 73**

*Circuito de iluminación de gradas*



De acuerdo con la normativa NTE INEN 2345, se procedió a utilizar el cable THHN calibre #14 AWG para la conexión de un interruptor doble cumpliendo con la normativa IEC 60669-1. La línea de fase (Rojo) ingresa al interruptor doble, mientras que dos líneas de retorno (Negro) se derivan para conectarse a las respectivas boquillas de porcelana. Por otro lado, las dos líneas de neutro (Blanco) se conectan también a las boquillas de porcelana correspondiente, tal como se muestra en la figura 74.

### **Figura 74**

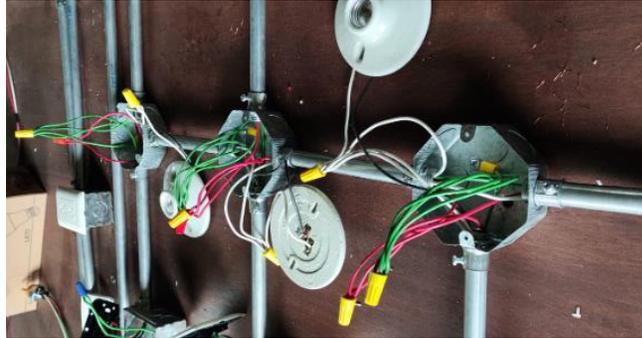
*Circuito de iluminación de sala*



Luego de finalizar la conexión de los equipos destinados a cada circuito de iluminación, es necesario realizar las conexiones de puesto a tierra en las distintas cajas metálicas. Para ello, se utilizan terminales aislados tipo ojo en conjunto con cable THHN calibre #14 AWG. Estos terminales se fijan firmemente a la parte metálicas de las cajas octagonales y rectangulares mediante tornillos, asegurando de esta manera la seguridad de los usuarios, como se indica en la figura 75.

**Figura 75**

*Puesto a tierra a cajas octagonales metálicas*



Se inicia la conexión de los cables de los tomacorrientes de 3 puntas, los tomacorrientes GFCI, los tomacorrientes de cargas especiales y los tomacorrientes para estufas, todos ellos conforman con la normativa IEC 60884-1. Tras la derivación de los cables THHN, se requiere el uso de capuchones para garantizar la seguridad. Así mismo, se emplea terminales aislados tipo ojo para la fijación de estos cables, dicho terminales se aseguran en las cajas rectangulares para proporcionar un aislamiento contra cortocircuitos y falsos contactos, asegurando la seguridad de los usuarios, como se muestra en la figura 76.

**Figura 76**

*Colocación de capuchones*



Siguiendo con la normativa NTE INEN 2345, se procedió a emplear el cable THHN calibre #12 AWG seleccionado por su óptima conductividad y su capacidad para resistir altas temperaturas de hasta 90°C. Este cable se utiliza para la conexión de los tomacorrientes de 3 puntas de 110V, en cumplimiento con la normativa IEC 60884-1. Tras realizar las derivaciones con los cables THHN, se utiliza un alicate para retirar la cubierta del cable. Posteriormente, se introducen los cables de línea (fase), neutro (blanco) y tierra (verde) en el tomacorriente, se utilizó el destornillador para asegurar el tomacorriente, como se muestra en la figura 77.

### **Figura 77**

*Circuito de tomacorrientes de 3 puntas*



*Nota.* Conectado al interruptor termomagnético Square D de 1 polos de 20 A.

Siguiendo con los estándares de la normativa NTE INEN 2345, se empleó el cable THHN calibre #12 AWG para la conexión de los tomacorrientes GFCI, cumpliendo con la normativa IEC 60884-1. Una vez realizadas las derivaciones con los cables THHN, se utilizó un alicate para retirar el revestimiento del cable de línea de fase (Rojo), neutro (Blanco) y tierra

(Verde). Posteriormente, se empleó un destornillador estrella para conectar los tomacorrientes GFCI de 125-240 V, asegurando así su instalación, como se muestra en la figura 78.

### Figura 78

*Circuito de tomacorrientes GFCI*



*Nota.* Conectado al interruptor termomagnético Square D de 1 polos de 20 A.

De acuerdo con la normativa NTE INEN 2345, se optó por emplear el cable THHN de calibre #10 AWG, por su excelente conductividad y su capacidad para soportar altas temperaturas de hasta 90°C, para realizar la conexión de los tomacorrientes cargas especiales como la (ducha eléctrica), cumpliendo con la normativa IEC 60884-1. Después de realizar las derivaciones de los cables THHN, que comprenden los conductores de línea (negro), neutro (blanco) y tierra (verde), se utilizó un destornillador estrella para llevar a cabo la conexión al tomacorriente marca Veto, tal como se detalla en la figura 79.

**Figura 79**

*Circuito de tomacorrientes (carga especial)*



*Nota.* Conectado al interruptor termomagnético Square D de 1 polos de 32 A.

Siguiendo con la normativa NTE INEN 2345, se seleccionó el cable THHN de calibre #6 AWG por su conductividad óptima y su capacidad para resistir altas temperaturas de hasta 90°C, para llevar a cabo la conexión de los tomacorrientes destinados a la estufa, cumpliendo con la normativa IEC 60884-1. La conexión para este tomacorriente implica la entrada de dos fases de líneas (color rojo y negro), así como el conductor neutro (blanco), asegurando de manera adecuada el tomacorriente, tal como se muestra en la figura 80.

**Figura 80**

*Circuito de tomacorriente (Estufa 220 V)*

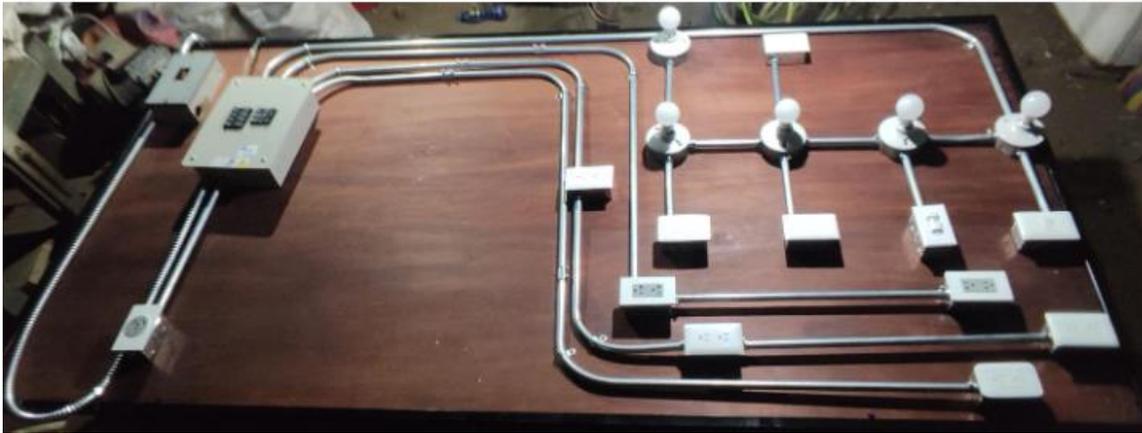


*Nota.* Conectado al interruptor termomagnético Square D de 2 polos de 50 A.

Al concluir las distintas conexiones, que incluye el centro de carga, los circuitos de iluminación, los tomacorrientes GFCI destinados a la cocina y refrigeradora, los tomacorrientes de 3 puntos de 110V para las áreas de sala y cuartos, así como los tomacorrientes destinados a cargas especiales (ducha eléctrica), y finalmente los tomacorrientes de 240V para la estufa, como se indica en la figura 81.

**Figura 81**

*Distribución del tablero eléctrico*

**Prueba de verificación de red eléctrica**

Se verifica la operatividad de las cinco derivaciones de iluminación, con sus respectivos interruptores, para asegurar el correcto funcionamiento y la actividad de las luces en cada circuito empleado, como se muestra en las siguientes figuras 82, 83, 84 y 85.

**Figura 82**

*Prueba de iluminación de cuarto*



**Figura 83**

*Prueba de iluminación con sensor de movimiento*

**Figura 84**

*Prueba de iluminación de gradas*



**Figura 85**

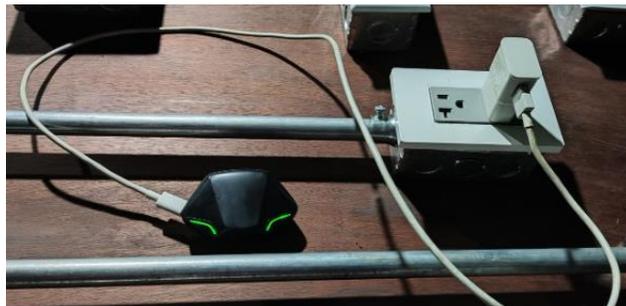
*Prueba de iluminación de sala*



Se verifica el funcionamiento de cada circuito de tomacorrientes, llevando a cabo pruebas de su correcta conductividad eléctrica en los diversos equipos conectados, tal como se muestra en las figuras 86, 87, 88 y 89.

**Figura 86**

*Pruebas de carga de tomacorrientes GFCI*



**Figura 87**

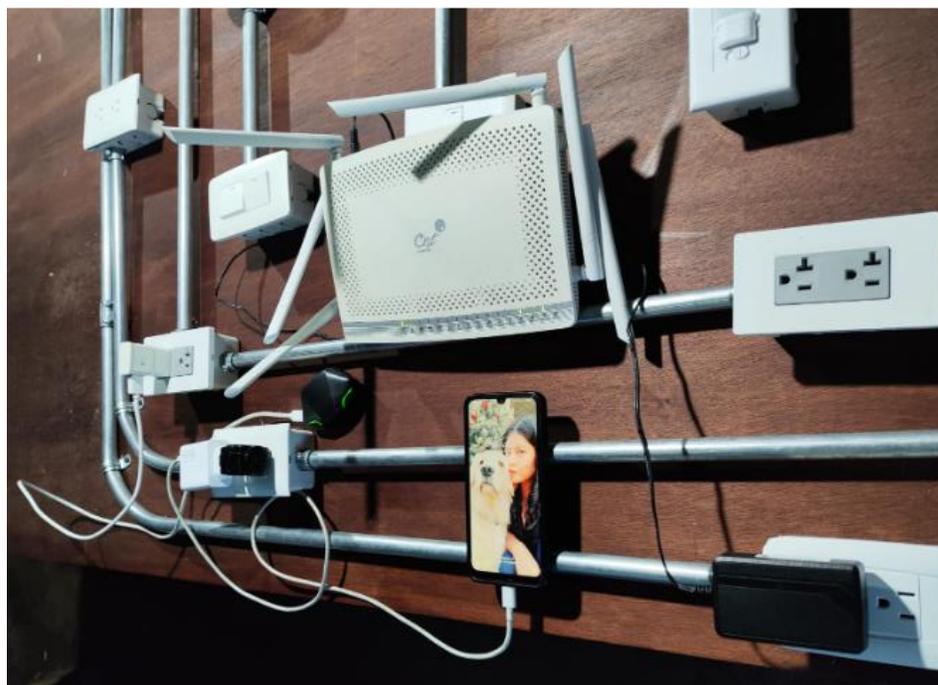
*Prueba de carga de tomacorriente 110 V*

**Figura 88**

*Prueba de tomacorriente (carga especial)*

**Figura 89**

*Pruebas en conjunto de los tomacorrientes*

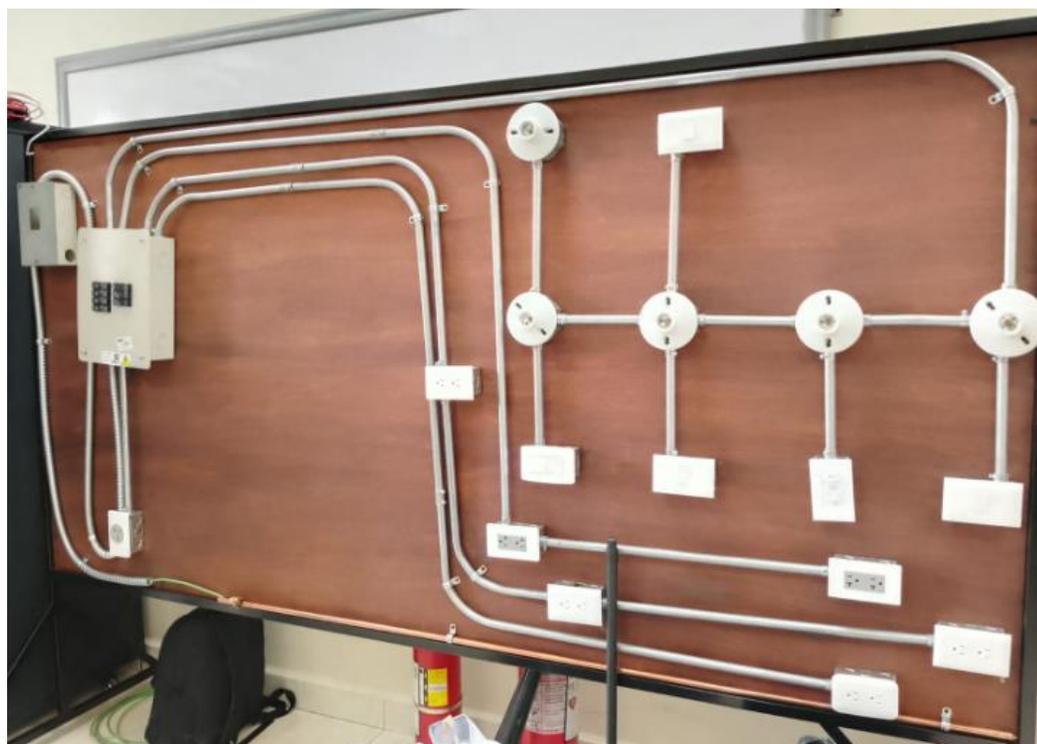


## Implementación en el laboratorio

El tablero de instalación eléctrica se ha instalado en el laboratorio de Redes y Telecomunicaciones de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE – Sede Latacunga. Posterior a la instalación, se procede a etiquetar cada componente utilizado en el módulo y en cada circuito, siguiendo las regulaciones por la norma ANSI Z535.4 7.3 y la normativa NECC5, que define estándares de colores y etiquetas para la identificación de voltajes eléctricos. Este proceso garantiza la correcta identificación y seguridad en el manejo de la instalación, como se muestra en la figura 91.

### Figura 90

*Instalación del módulo didáctico en el Laboratorio de Redes y Telecomunicaciones*



**Figura 91**

*Etiquetado en el módulo didáctico de instalaciones eléctricas*



**Prueba de la implementación de la red eléctrica en el laboratorio de Redes y Telecomunicaciones**

Se lleva a cabo las pruebas en el laboratorio de Redes y Telecomunicaciones, bajo la supervisión del Ing. David Rivas PhD, responsable del área, se realizan pruebas de verificación de los diferentes circuitos de iluminación, tal como se muestra en la figura 92. Así mismo, se lleva a cabo la medición de voltajes en los tomacorrientes utilizando un multímetro digital, para verificar los valores en Vac de cada tomacorriente, como se muestra en la tabla 93. Estas pruebas tienen como objetivo verificar el correcto funcionamiento de la implementación del módulo de instalación eléctricas.

**Figura 92***Pruebas de todos los circuitos de iluminación***Tabla 15***Pruebas de valores de los tomacorrientes*

	Fase / Neutro (Vac)	Fase / Tierra (Vac)	Neutro / Tierra (Vac)
C3 Tomacorriente Cocina	122.4	122.4	0 - 0.040
C3 Tomacorriente Refrigeradora	122.4	122.4	0 - 0.050
C5 Tomacorriente Sala	122.3	122.3	0 - 0.080
C5 Tomacorriente Cuarto 1	122.3	122.3	0 - 0.060
C5 Tomacorriente Cuarto 2	122.2	122.2	0 - 0.040
C7 Tomacorriente Cargas especiales	122.4	122.4	0 - 0.050

## Capítulo IV

### Conclusiones y recomendaciones

#### Conclusiones

- Se realizó una investigación bibliográfica sobre las normativas pertinentes, en donde se identificó la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC), y otras regulaciones para la selección de equipos, la normativa IEC 61493-3 para protección de centros de cargas, la normativa IEC 60898-1 para protección de interruptores termomagnético, la normativa NTE INEN 2345 para requisitos de cables de aislamiento, la normativa IEC 60669-1 interruptores y conmutadores, y la normativa IEC 60884-1 para tomacorrientes. Estas normativas de las instalaciones eléctricas residenciales son fundamental para garantizar la seguridad, por lo tanto, se optó para trabajar con estos estándares establecidos.
- Se ejecutó un análisis de los materiales necesarios para una instalación eléctrica residencial, se identificó elementos esenciales como centros de carga, tubo conduit EMT 1/2", conectores y uniones de 1/2", interruptores termomagnético, interruptores simples y dobles, interruptores con sensor de movimiento, conmutadores simples y tomacorrientes. Cada uno cumplen con las normativas específicas requeridas para la instalación del módulo didáctico de instalaciones eléctricas.
- Una vez implementado el sistema de la red eléctrica, se llevó a realizar pruebas pertinentes para identificar los diversos funcionamientos y formas de manipulación de cada componente de baja tensión. Además, se elaboró un manual de instrucciones detallado para los estudiantes de Tecnología Superior en Redes y Telecomunicaciones, para garantizar una manipulación segura y eficiente del módulo.

## Recomendaciones

- Se sugiere la utilización del material didáctico por parte de los estudiantes de Tecnología Superior en Redes y Telecomunicaciones, así como el empleo del manual para su correcta manipulación. Esto les permitirá obtener conocimientos sobre la correcta instalación eléctrica y garantizar un aprendizaje efectivo y seguro
- Previo a un aumento de nuevos equipos electrónicos al módulo, es fundamental interrumpir el suministro de energía para garantizar que los circuitos no estén energizados. Esto ayuda a prevenir posibles fallos eléctricos y a proteger la integridad del usuario. Además, se debe utilizar equipos de seguridad necesarios para evitar cualquier riesgo durante el proceso.
- Es fundamental realizar mantenimiento periódico del módulo didáctico para garantizar su óptimo funcionamiento.

## Bibliografía

- Alcantarilla, L. (13 de Mayo de 2022). *Corriente eléctrica*. Obtenido de <https://grupo-jarama.com/blog/corriente-electrica-definicion-tipos>
- Aralux. (2022). *Instalaciones eléctricas*. Obtenido de <https://aralux.es/todo-sobre-instalaciones-electricas/>
- Aruquipa, D. M. (s.f.). *Circuito Mixto*. Obtenido de <https://www.udocz.com/apuntes/301085/circuito-mixto>
- Aselcom. (25 de Febrero de 2023). *Sistemas de alimentación ininterumpida*. Obtenido de <https://aselcom.com/blog/actualidad/sistemas-de-alimentacion-ininterrumpida-para-que-sirve-tipos-de-sai>
- Cabrera, L. (23 de Julio de 2016). *Slideshare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/LadyCabrera3/historia-de-la-universidad-de-las-fuerzas-armadas-espe>
- Cesi Energy. (15 de Noviembre de 2022). *Medidores eléctricos*. Obtenido de <https://cesienergy.com/medidores-electricos-definicion-y-clasificacion/#:~:text=Medidor%20bif%C3%A1sico%20trifilar%3A%20Se%20utiliza,tres%20fases%20y%20cuatro%20hilos.>
- CGC Advanced technology. (15 de Agosto de 2022). *Generadores eléctricos*. Obtenido de <https://cgcweb.cl/blogs/noticias/generadores-electricos-para-respaldar-antenas-de-celular-en-lugares-remotos>
- Cidecame. (s.f.). *Circuito paralelo*. Obtenido de [http://cidecame.uaeh.edu.mx/lcc/mapa/proyecto/libro16/24\\_ley\\_de\\_ohm\\_ley\\_de\\_joule.html](http://cidecame.uaeh.edu.mx/lcc/mapa/proyecto/libro16/24_ley_de_ohm_ley_de_joule.html)

- CNEL EP. (Agosto de 2020). *Manual para la instalación de la acometida*. Obtenido de <https://www.cnelep.gob.ec/wp-content/uploads/2020/08/MN-COM-AC-001-Manual-de-instalaciones-acometida-y-sistema-de-medici%C3%B3n-CNEL-EP-vf.pdf>
- Comparadorluz. (11 de Noviembre de 2021). *Interruptor Diferencial (ID)*. Obtenido de <https://comparadorluz.com/faq/interruptor-diferencial>
- ConceptoABC. (s.f.). *Circuito en serie*. Obtenido de <https://conceptoabc.com/circuito-en-serie/>
- DeMaquinasyHerramientas. (04 de Febrero de 2011). *Introducción al multímetro*. Obtenido de <https://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-de-medicion/multimetro>
- Dintek. (13 de Junio de 2023). *Conexión a tierra en un sistema de telecomunicaciones*. Obtenido de <https://es.dintek.com.tw/index.php/articles-2/grounding-and-bonding-within-a-telecommunications-system>
- Eléctricos JS. (2020). *Medidor bifásico trifilar JS-109002*. Obtenido de <https://electricosjs.com.co/medidor-electronico-bifasico-trifilar-2x120v208v-60hz/>
- Electro Servimos. (2020). *Medidor Monofásico Trifilar C1EH2*. Obtenido de <https://electroservimos.co/equipos-medicion/2525-c1eh2-contadormedidor-electrico-monofasico-trifilar-240v-5-60a-calibrado-epm-lcd-hiking.html>
- ELECTRÓNICAONLINE. (s.f.). *Circuito Eléctrico en Serie*. Obtenido de <https://electronicaonline.net/circuito-electrico/circuito-en-serie/>
- Endesa. (s.f.). *Historia de la electricidad*. Obtenido de <https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/historia-de-la-electricidad>
- Enel. (27 de Abril de 2023). *Cuáles son los tipos de redes eléctricas*. Obtenido de <https://www.enel.com.co/es/historias/a202304-cuales-son-los-tipos-de-redes-electricas.html>
- Energy5. (27 de Diciembre de 2023). *Tipos de medidores eléctricos*. Obtenido de <https://energy5.com/es/los-diferentes-tipos-de-medidores-el233ctricos>

Energyeducation.ca. (s.f.). *Red eléctrica*. Obtenido de

[https://energyeducation.ca/Enciclopedia\\_de\\_Energia/index.php/Red\\_el%C3%A9ctrica](https://energyeducation.ca/Enciclopedia_de_Energia/index.php/Red_el%C3%A9ctrica)

Esc Digital. (15 de Julio de 2020). *Cade Simu*. Obtenido de [https://miescapedigital.com/cade-](https://miescapedigital.com/cade-simu-el-mejor-programa-para-la-simulacion-de-circuitos/)

[simu-el-mejor-programa-para-la-simulacion-de-circuitos/](https://miescapedigital.com/cade-simu-el-mejor-programa-para-la-simulacion-de-circuitos/)

Espacio Honduras. (2023). *Instrumentos de medición eléctrica*. Obtenido de

<https://www.espaciohonduras.net/instalaciones-electricas/instrumentos-de-medicion-electrica>

Esquivel Valencia, S. X., & Miranda Guamán, C. E. (Marzo de 2022). *Repositorio utc*. Obtenido

de <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8463/1/UTC-PIM-000423.pdf>

Esquivel, S., & Miranda, C. (Marzo de 2022). *Repositorio UTC*. Obtenido de

<https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8463/1/UTC-PIM-000423.pdf>

Euroinnova. (s.f.). *Qué son las telecomunicaciones*. Obtenido de

[https://www.euroinnova.ec/blog/que-son-las-](https://www.euroinnova.ec/blog/que-son-las-telecomunicaciones#:~:text=Las%20telecomunicaciones%20es%20la%20trasmisi%C3%B3n,de%20telecomunicaciones%20mediante%20se%C3%B1ales%20el%C3%A9ctricas.)

[telecomunicaciones#:~:text=Las%20telecomunicaciones%20es%20la%20trasmisi%C3%B3n,de%20telecomunicaciones%20mediante%20se%C3%B1ales%20el%C3%A9ctricas.](https://www.euroinnova.ec/blog/que-son-las-telecomunicaciones#:~:text=Las%20telecomunicaciones%20es%20la%20trasmisi%C3%B3n,de%20telecomunicaciones%20mediante%20se%C3%B1ales%20el%C3%A9ctricas.)

Facturaluz. (10 de Octubre de 2014). *Contador digital*. Obtenido de

<https://facturaluz.blogspot.com/2014/10/leyendo-el-nuevo-contador.html>

Faradayos. (Enero de 2014). *Tipos de tomacorrientes eléctricos*. Obtenido de

<https://www.faradayos.info/2014/01/tipos-tomacorrientes-nema-aplicacion.html>

González, E. (07 de Diciembre de 2023). *Solidworks*. Obtenido de

<https://www.esdesignbarcelona.com/actualidad/disenio-producto/solidworks-que-es-funcionalidades>

Gouveia, R. (18 de Febrero de 2022). *Ley de Ohm*. Obtenido de

<https://www.todamateria.com/ley-de-ohm/>

- Grondona, A. (s.f.). *Estados operativos de una instalación eléctrica*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/367253452/Cuales-Son-Los-Estados-Operativos-de-Una-Instalacion-Elctrica>
- Heredia, D. M. (Abril de 2013). *Medidores de energía y conexiones de medidores*. Obtenido de <https://core.ac.uk/reader/71397220>
- Hidrosolta. (07 de Septiembre de 2023). *Puesto a tierra*. Obtenido de <https://www.hidrosolta.com/post/puesta-a-tierra-que-es>
- Industrias GSL. (24 de Junio de 2022). *Qué es un circuito eléctrico*. Obtenido de <https://industriasgsl.com/blogs/blog/que-es-un-circuito-electrico>
- InstalacionElectrica.net. (s.f.). *Contador eléctrico*. Obtenido de <https://instalacionelectrica.net/elementos/contador-electrico/>
- Instrumentosdemedicion. (s.f.). *Fluke*. Obtenido de <https://instrumentosdemedicion.com.ec/product/multimetro-digital-industrial-resistente-fluke-87v-max-m8/>
- J.Delectricos. (30 de Marzo de 2020). *Medidor de energía eléctrica*. Obtenido de <https://jdelectricos.com.co/medidor-de-energia-electrica/>
- JD Electricos. (21 de Octubre de 2021). *Tipos de tomacorrientes*. Obtenido de <https://jdelectricos.com.co/tipos-de-tomacorrientes-y-aplicaciones/>
- Kin Energy. (01 de Junio de 2021). *Beneficios de un sistema de puesta a tierra*. Obtenido de <https://www.kin.energy/blogs/post/conoce-los-beneficios-de-un-sistema-de-puesta-a-tierra>
- Laedu.digital. (22 de Junio de 2021). *Medidores eléctricos*. Obtenido de <https://laedu.digital/2021/06/22/medidores-electricos-fundamentos-e-instalacion/>
- Lifeder. (s.f.). *Circuito eléctrico mixto*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/circuito-electrico-mixto/>

Marrón Mendoza, A. I. (26 de Agosto de 2021). *Repositorio ucsm* . Obtenido de

<https://repositorio.ucsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12920/11049/4L.0389.IM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Martín, D. (09 de Noviembre de 2020). *QElectroTech*. Obtenido de

[https://diocesanos.es/blogs/equipotic/2020/11/09/qelectrotech-crea-circuitos-electricos-electronicos-de-automatizacion-y-de-control/#:~:text=QElectroTech%20es%20una%20aplicaci%C3%B3n%20de,en%20viviendas%20\(asignaturas%20de%20Tecnolog%C3%ADa%20](https://diocesanos.es/blogs/equipotic/2020/11/09/qelectrotech-crea-circuitos-electricos-electronicos-de-automatizacion-y-de-control/#:~:text=QElectroTech%20es%20una%20aplicaci%C3%B3n%20de,en%20viviendas%20(asignaturas%20de%20Tecnolog%C3%ADa%20)

Masferreteria. (13 de Enero de 2022). *Interruptor eléctrico*. Obtenido de

<https://www.masferreteria.com/blog/un-interruptor-electrico-que-es-como-funciona-y-tipos-de-interruptores/>

Microscopio.pro. (s.f.). *Cuadro general de mando y protección*. Obtenido de

<https://www.microscopio.pro/cuadro-general-de-mando-y-proteccion-definicion-y-funciones-clave/>

MIDUVI. (16 de Marzo de 2018). *Instalaciones eléctricas*. Obtenido de

<https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/1.-NEC-SB-Instalaciones-Elctricas.pdf>

Morales, J. (21 de Diciembre de 2023). *Interruptor general automático (IGA)*. Obtenido de

<https://selectra.es/energia/info/que-es/interruptor-general-automatico>

OsakaElectronics. (09 de Noviembre de 2021). *Multímetros Digitales*. Obtenido de

<https://osakaelectronicsltda.com/blog/recomendaciones/que-es-un-multimetro-digital>

OttoDist. (s.f.). *Multímetro analógico-GMT312*. Obtenido de

<https://www.ottodist.com.mx/product/multimetro-analogico-gmt312/>

Pepeeenergy. (15 de Septiembre de 2020). *Partes de una instalación eléctrica*. Obtenido de

<https://www.pepeeenergy.com/blog/partes-instalacion-electrica/>

- Prodel. (2022). *Instalaciones eléctricas*. Obtenido de <https://www.prodel.es/subareas/instalaciones/>
- Repositorio tec. (s.f.). *La red eléctrica*. Obtenido de [https://repositorio.tec.mx/ortec/bitstream/handle/11285/632668/4\\_t1\\_s1\\_c12\\_html\\_contex\\_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.tec.mx/ortec/bitstream/handle/11285/632668/4_t1_s1_c12_html_contex_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Rer Energy Group. (2024). *Respaldo de energía UPS*. Obtenido de <https://rerenergygroup.com.mx/respaldo-de-energia-ups-cuales-son-sus-utilidades/>
- Resolucion ESPE-HCU-RES-2017-046. (Octubre de 2019). Obtenido de <https://hcu.espe.edu.ec/wp-content/uploads/2019/10/RESOLUCION-2017-046.pdf>
- Rualcana. (10 de Enero de 2019). *Contador eléctrico*. Obtenido de [https://rualcana.com/Gu%C3%ADa\\_de\\_usuario\\_contador\\_el%C3%A9ctrico\\_CERM](https://rualcana.com/Gu%C3%ADa_de_usuario_contador_el%C3%A9ctrico_CERM)
- SlidePlayer. (2023). *Medidor trifásico trifilar*. Obtenido de <https://slideplayer.es/slide/18143901/>
- Slideshare. (07 de Febrero de 2012). *Norma ANSI/TIA/EIA-607*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/neyneyney/norma-ansitiaeia607-11469888>
- Som Energia. (02 de Febrero de 2022). *Instalación eléctrica*. Obtenido de <https://es.support.somenergia.coop/article/1211-la-instalacion-electrica-la-acometida-y-la-caja-de-proteccion>
- Soto, S. (19 de Junio de 2023). *Interruptores automáticos (PIAs)*. Obtenido de <https://energia.roams.es/luz/pias/>
- Studocu. (2023). *Multímetro*. Obtenido de <https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-vasco-de-quiroya-ac/introduccion-a-la-mecatronica/multimetro-caracteristicas-y-funciones/9643696>
- Systems, A. (18 de Abril de 2022). *Acometida eléctrica*. Obtenido de <https://www.aronasystems.com/acometida-electrica-que-es-y-tipos/>
- Tecsa. (28 de Febrero de 2020). *Qué es un multímetro*. Obtenido de <https://www.tecsaagro.com.mx/blog/que-es-un-multimetro/>

- Tecun. (2023). *Medidor DDS994 Monofásico Bifilar*. Obtenido de <https://tecun.com/rt-portfolio/medidor-dds994-monofasico-bifilar/>
- Tecun. (2023). *Medidor Trifásico Tetrafilar DTS949*. Obtenido de <https://tecun.com/rt-portfolio/medidor-dts949-trifasico-tetrafilas/>
- Telcom. (21 de Septiembre de 2023). *Circuito eléctrico*. Obtenido de <https://telcomplus.org/circuito-electrico-o-red-electrica/>
- Top Cable. (16 de Septiembre de 2020). *Componentes de un cable eléctrico*. Obtenido de <https://www.topcable.com/blog-electric-cable/componentes-de-un-cable-electrico/>
- Top Cable. (10 de Marzo de 2020). *Tipos de cables eléctricos*. Obtenido de <https://www.topcable.com/blog-electric-cable/tipos-de-cables-electricos/>
- Torrente, P. (21 de Julio de 2022). *Empalmes eléctricos*. Obtenido de <https://www.wurth.es/blog/empalmes-electricos/>
- Total Energies. (15 de Noviembre de 2021). *Interruptor de control de potencia (ICP)*. Obtenido de <https://www.totalenergies.es/es/hogares/blog/eficiencia-ahorro/que-es-interruptor-de-control-de-potencia-icp>
- vcnvnv. (2021).
- Vertiv Group Corp. (2024). *Diferentes tipos de tecnologías de SAI*. Obtenido de <https://www.vertiv.com/es-emea/about/news-and-insights/articles/educational-articles/what-are-the-different-types-of-ups-systems/#:~:text=Los%20tres%20principales%20tipos%20de,gestiona%20el%20flujo%20de%20energ%C3%ADa.>
- Wikipedia. (25 de Octubre de 2023). *Red eléctrica*. Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Red\\_el%C3%A9ctrica](https://es.wikipedia.org/wiki/Red_el%C3%A9ctrica)
- Wikipedia. (14 de Febrero de 2024). *Sistema de alimentación ininterrumpida*. Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_de\\_alimentaci%C3%B3n\\_ininterrumpida](https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_alimentaci%C3%B3n_ininterrumpida)

**Anexos**