

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS**

### **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN, CONTROL, MANIOBRA Y SEÑALIZACIÓN PARA EL LTEE-ESFOT**

#### **3 MÓDULOS EN LAS MESAS DE TRABAJO**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO  
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO SUPERIOR  
EN ELECTROMECAÁNICA**

**CHIGUANO BORJA JORGE ANÍBAL**

**DIRECTOR: PABLO ANDRÉS PROAÑO CHAMORRO**

**DMQ, Enero 2022**

## **CERTIFICACIONES**

Yo, JORGE ANÍBAL CHIGUANO BORJA declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.



---

**CHIGUANO BORJA JORGE ANÍBAL**

**Jorge.chiguano@epn.edu.ec**

**jachiguanoborja@hotmail.com**

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por JORGE ANÍBAL CHIGUANO BORJA, bajo mi supervisión.



---

**Pablo Andrés Proaño Chamorro**

**DIRECTOR**

**pablo.proano@epn.edu.ec**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el (los) producto(s) resultante(s) del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

JORGE ANÍBAL CHIGUANO BORJA

## **DEDICATORIA**

Este proyecto se lo dedico a mi familia más cercana, allegados a mi hogar, mi madre Lourdes y mis hermanos que depositaron su confianza en mí.

A mis profesores de la universidad que siempre me apoyaron, aconsejaron y me motivaron para enfrentar las dificultades que se presentaba en la carrera con el fin de cumplir el objetivo principal que es culminar los estudios.

A mi padre José Chiguano, que en paz descanse, quien fue siempre mi motivación de estudio y su sueño fue siempre que yo culmine mis estudios en la universidad. Porque es lo único que nuestros padres nos pueden dejar en la vida que es la educación.

## **AGRADECIMIENTO**

Un agradecimiento a mi madre y mis hermanos quienes hicieron posible que yo culminara mis estudios en la universidad y que me brindaron su apoyo necesario para que yo no renuncie, aunque todo se vea difícil o perdido.

A los ingenieros de la universidad que me ayudaron a solventar un problema que se me presento en la carrera les agradezco mucho, porque ahora me siento orgulloso de mi, de saber que siempre existe una segunda oportunidad y hay que aprovechar.

A mi persona que pude obtener sabiduría y paciencia para poder culminar este proyecto de titulación, mi esfuerzo, dedicación y trabajo me permitió el día a día seguir adelante para poder cerrar un ciclo más de la vida.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

|   |      |
|---|------|
| ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL .....  | 1    |
| CERTIFICACIONES .....   | I    |
| DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....  | II   |
| DEDICATORIA .....   | III  |
| AGRADECIMIENTO .....  | IV   |
| ÍNDICE DE CONTENIDO .....   | V    |
| RESUMEN .....   | VII  |
| ABSTRACT .....  | VIII |
| 1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO .....                                     | 1    |
| 1.1 Objetivo General .....  | 1    |
| 1.2 Objetivos Específicos .....   | 1    |
| 1.3 Alcance .....   | 1    |
| 1.4 Marco teórico .....   | 2    |
| Revisión Bibliográfica de Trabajos Similares .....                                  | 3    |
| 2 METODOLOGÍA .....   | 4    |
| 2.1 Estudio de carga y requerimientos de laboratorio .....                          | 4    |
| 2.1.1 Estudio de carga de las mesas de trabajo .....                                | 4    |
| 2.1.2 Dimensionamiento del cable de alimentación para las mesas de trabajo .....    | 7    |
| 2.1.3 Dimensionamiento de la protección eléctrica para los módulos de trabajo ..... | 11   |
| 2.1.4 Descripción de los elementos que constituyen el módulo .....                  | 12   |
| 2.2 Implementar el sistema eléctrico del módulo .....                               | 15   |
| 2.3 Implementación de los módulos .....   | 20   |
| 2.4 Elaborar un manual de mantenimiento .....                                       | 22   |
| 3 RESULTADOS .....  | 25   |
| 3.1 Pruebas y Análisis de Resultados .....  | 27   |
| Caída de tensión .....  | 27   |
| Prueba de voltímetros .....   | 29   |

|  |    |
|--|----|
| Prueba de cortocircuito .....  | 30 |
| Prueba de continuidad .....  | 31 |
| 4 CONCLUSIONES.....  | 34 |
| 5 RECOMENDACIONES .....  | 35 |
| 6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....   | 36 |
| 7 ANEXOS.....  | 38 |
| Anexo I. Reporte de Similitud Generado por Turnitin.....                           | 39 |
| Anexo II. Certificado de Funcionamiento de Trabajo de Integración curricular ..... | 40 |
| Anexo III. Diagrama de control del tablero y de los módulos de trabajo.....        | 41 |
| Anexo VI. Diagrama unifilar y alimentación de los módulos .....                    | 42 |
| ANEXO V, Diagrama unifilar de los módulos de trabajo. ....                         | 43 |
| ANEXO VI. Diagrama de montaje de los elementos que conforman los módulos.....      | 44 |

## RESUMEN

El presente proyecto consiste en la implementación de 3 módulos de trabajo para el Laboratorio de Tecnología Eléctrica y Electrónica (LTEE) del aula 23 B. El objetivo principal de este proyecto es mejorar la seguridad y protección de los estudiantes al momento de realizar sus prácticas y proyectos técnicos.

En la sección uno se describe el componente desarrollado, donde se especifica la cantidad de módulos que se construirán, el propósito y para que se está diseñando e implementado los módulos, los fundamentos teóricos de las normas NEC y los objetivos que se establecieron para la implementación.

En la sección dos se describe el tipo de metodología utilizada para la implementación de los módulos de trabajo, se realiza una breve descripción de las posibles cargas que se conectarán, el dimensionamiento del cable de alimentación para las mesas, la selección de la protección y los elementos que constituyen al módulo.

Además, se describe la instalación de los materiales y elementos utilizados para la construcción de los módulos de trabajo, con la elaboración de una tabla describiendo un manual de mantenimiento preventivo y correctivo.

En la sección tres se describe y se muestran los análisis de resultados y las pruebas realizadas a los módulos de trabajo para garantizar un correcto funcionamiento del proyecto.

En la sección cuatro y cinco se describen las conclusiones y recomendaciones en base a los análisis de resultados que se presentaron al implementar el proyecto.

**PALABRAS CLAVE:** Módulo de trabajo, protección de baja tensión.



## **ABSTRACT**

This project consists of the implementation of 3 work modules for the Electrical and Electronic Technology Laboratory (LTEE) in classroom 23 B. The main objective of this project is to improve the safety and protection of students when carrying out their practices and technical projects.

Section one describes the developed component, specifying the number of modules to be built, the purpose and for which the modules are being designed and implemented, the theoretical foundations of the NEC standards and the objectives that were established for the implementation.

Section two describes the type of methodology used for the implementation of the work modules, a brief description of the possible loads that will be connected, the dimensioning of the power cable for the tables, the selection of the protection and the elements that make up the module.

In addition, the installation of the materials and elements used for the construction of the work modules is described, with the elaboration of a table describing a preventive and corrective maintenance manual.

Section three describes and shows the analysis of results and the tests carried out on the work modules to guarantee the correct functioning of the project.

Section four and five describe the conclusions and recommendations based on the analysis of results that were presented when implementing the project.

**KEYWORDS:** Work module, low voltage protection

# **1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO**

En el presente proyecto se implementan 3 módulos de trabajo para el Laboratorio de Tecnología Eléctrica y Electrónica (LTEE).

Los módulos de trabajo se construyeron con madera y para poder realizar su mantenimiento preventivo y correctivo a los módulos estos cuentan con una tapa para poder trabajar dentro de ellos.

Los módulos de trabajo se implementaron para que los estudiantes al momento de realizar sus prácticas y proyectos técnicos tengan una seguridad y protección al momento de trabajar con voltajes y corrientes. Cada módulo cuenta con elementos de medición, de protección y elementos maniobra.

Cada módulo está diseñado para la conexión de generadores de señales, fuentes de voltajes, osciloscopio, motor de inducción, ordenadores portátiles entre otras cargas posibles. Se instaló protecciones eléctricas, un sistema de señalización, paro de emergencia y tomas corrientes que se encuentran aterrizados a tierra, toma corriente con puertos de USB para la alimentación de dispositivos electrónicos.

## **1.1 Objetivo General**

Se implementará 3 módulos de trabajo para el laboratorio de Tecnología Eléctrica y Electrónica (LTEE).

## **1.2 Objetivos Específicos**

1. Realizar un estudio de carga y requerimientos del laboratorio.
2. Implementar el sistema eléctrico del módulo.
3. Implementar los módulos de trabajo.
4. Elaborar un manual de mantenimiento.

## **1.3 Alcance**

Se realizó la implementación de 3 módulos en las mesas de trabajo que suministran la energía para dar paso al funcionamiento a las diferentes cargas. Esta parte del proyecto cuenta con el dimensionamiento del conductor de alimentación, la protección y la implementación de los módulos de trabajo.

Cada módulo tiene los siguientes elementos:

- Un tomacorriente con conexión a tierra, para la conexión de equipos sensibles.
- Dos tomacorrientes sin conexión a tierra para la conexión de equipos que actualmente usan un adaptador para que sus referencias no se unan.
- Tomas de conexión de 5 (V<sub>DC</sub>) tipo USB.
- Medidor indicador de voltaje y corriente.
- Un botón de paro para la protección de los equipos y estudiantes.
- Un interruptor termomagnético de protección dimensionado a partir de un estudio de carga previamente realizado.

## **1.4 Marco teórico**

### **Norma Ecuatoriana de la construcción (NEC)**

Esta norma establece las especificaciones técnicas y requisitos mínimos que deben cumplirse en el diseño y ejecución de instalaciones eléctricas. Con la elaboración de este documento se pretende prevenir, minimizar o eliminar los riesgos de origen eléctrico, al ofrecer condiciones de seguridad para las personas, [1].

### **Campo de aplicación**

Esta norma se aplica a las instalaciones eléctricas interiores residenciales en bajo voltaje, en edificaciones nuevas, ampliaciones o modificaciones de instalaciones eléctricas existentes, de tal manera que las instalaciones cuenten con la protección indispensable contra:

- Choques eléctricos
- Efectos térmicos
- Sobrecorrientes
- Corrientes de falla
- Sobrevoltajes.

El cumplimiento de las disposiciones indicadas en esta norma garantiza el uso de la energía eléctrica en forma segura, [1].

### **Principios generales para el Diseño de Instalaciones Eléctricas Residenciales**

La instalación eléctrica debe garantizar la salvaguardia de las personas y de los bienes contra los riesgos que puedan surgir por el uso de la electricidad, así como el cumplimiento de estándares de calidad y continuidad del servicio, [1].

### **Circuitos**

Los conductores de alimentadores y circuitos deben dimensionarse para soportar una corriente no menor a 125 % de la corriente de carga máxima a servir. Cada circuito debe disponer de su propio neutro o conductor conectado a tierra, [1].

### **Capacidad de corriente**

El calibre del conductor debe soportar por lo menos el 125 % del valor de la corriente de la protección del circuito, [1].

### **En circuitos de tomacorrientes**

Se deben considerar los siguientes aspectos:

El calibre del conductor del neutro debe ser igual al conductor de las fases.

En circuitos de tomacorrientes, se utiliza conductor de cobre aislado tipo THHN con una sección mínima de 4 (mm<sup>2</sup>) del calibre (12 AWG) para la fase y el neutro. Los tomacorrientes, de uso general, deben ser polarizados para la instalación del cable de protección a tierra, [1].

## **Revisión Bibliográfica de Trabajos Similares**

Los trabajos revisados fueron los siguientes:

- Implementación de un sistema de extracción de aire y cableado de las mesas de trabajo del laboratorio de instalaciones eléctricas del aula 33. Elaborado por Guamán Diana y Rodríguez Marlon. De este tema se revisó las pruebas de funcionamiento a las mesas.

## 2 METODOLOGÍA

El enfoque que se usa es de tipo cuantitativo, ya que para realizar la implementación de los módulos de trabajo se hace un análisis y un estudio eléctrico tanto para la selección de los conductores como para las protecciones eléctricas.

Haciendo un estudio de las cargas eléctricas que se conectarán a cada módulo y la longitud de los conductores eléctricos que existen entre el tablero de control hacia las mesas de trabajo. Mediante cálculos de dimensionamiento del calibre del conductor, como las protecciones eléctricas y se toma en cuenta la norma NEC, lo cual se refiere a todos los aspectos que debe considerar al momento de hacer una instalación eléctrica para que un proyecto funcione con seguridad.

Este proyecto es de tipo experimental, ya que al momento de realizar las pruebas de funcionamiento y análisis de resultados que se basa en llevar datos experimentales que permitan tomar decisiones que pueden cambiar o alterar al proyecto. Basándose en el estudio del problema que se busca solucionar.

### 2.1 Estudio de carga y requerimientos de laboratorio

#### 2.1.1 Estudio de carga de las mesas de trabajo

Para los módulos de trabajo se estima que se conectarán las siguientes cargas:

- Fuente de poder DC sencilla 420 (W).



**Figura 2.1** Fuente de poder DC sencilla

- Osciloscopio digital de 30 (W).



**Figura 2.2** Osciloscopio digital

- Generador de señales AC de 6 (W).



**Figura 2.3** Generador de señales AC

- Foco incandescente de 60 (W).



**Figura 2.4** Foco incandescente, [2]

- Computador portátil de 70 (W).



**Figura 2.5** Computador portátil, [3]

- Motor de inducción de 100 (W)



**Figura 2.6** Motor de inducción, [4].

Se realizó un estudio de las posibles cargas a conectar a los módulos de trabajo para el laboratorio de Tecnología Eléctrica y Electrónica (LTEE).

En la Tabla 2.1 se muestran las posibles cargas a conectar en los módulos de trabajo.

**Tabla 2.1** Las cargas posibles a conectar en los módulos de trabajo.

| Estudio de cargas      |          |                  |                    |
|------------------------|----------|------------------|--------------------|
| Cargas                 | Cantidad | Potencia en (W)  | Potencia total (W) |
| Fuente de poder (DC)   | 1        | 420              | 420                |
| Osciloscopio digital   | 1        | 30               | 30                 |
| Foco incandescente     | 1        | 60               | 60                 |
| Generador de funciones | 1        | 6                | 6                  |
| Computador portátil    | 1        | 70               | 70                 |
| Motor de inducción     | 1        | 100              | 100                |
|                        |          | <b>Total (W)</b> | <b>686</b>         |

### 2.1.2 Dimensionamiento del cable de alimentación para las mesas de trabajo.

Para el dimensionamiento, se debe usar la suma de las potencias de las cargas a conectar a los módulos de trabajo que se encuentran en la Tabla 2.1.

La potencia total es 686 (W). Se debe considerar un factor de sobre dimensionamiento por posibles expansiones de 10%. La potencia total es 754,6 (W).

Para el dimensionamiento de los conductores, estos deben soportar una potencia no menor al 125% de la corriente máxima, por lo cual, [1].

$$P_d = P_t \cdot f_s$$

#### Ecuación 2.1 Potencia de diseño.

Donde:

$P_d$ : Potencia de diseño.

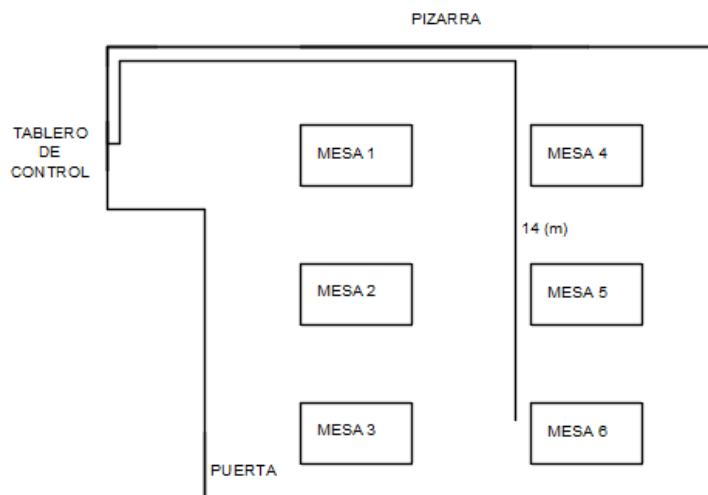
$P_t$ : Potencia de todas las cargas posibles: 754,6 (W).

$f_s$ : Factor de seguridad: 125 (%).

Usando la Ecuación 2.1 se obtiene:

$$P_d = 943,25 \text{ (W)}$$

Analizando las distancias mediante planos y mediciones realizadas en el laboratorio, se determinó que desde el tablero de control hasta la mesa de trabajo más lejana existe una distancia de 14 (m). Como se muestra en la Figura 2.7.



**Figura 2.7** Distancia de la mesa más leja hacia el tablero.



La tensión nominal es de 124 ( $V_{AC}$ ) y considerando la caída máxima de voltaje permitida por la norma NEC, la cual es de 3% para cargas, se tiene un voltaje de 120,8 ( $V_{AC}$ ) en los módulos, [1].

Para determinar la corriente existente en este circuito se utiliza la siguiente ecuación.

$$I = \frac{P_d}{V \cdot f_p}$$

**Ecuación 2.2** corriente de cable

Donde:

$P_d$ : Potencia de diseño: 943,25 (W).

V: Voltaje considerando la variación del 3%: 120,8 ( $V_{AC}$ )

$f_p$ : Factor de potencia: 0,85

I: Corriente del cable.

Usando la Ecuación 2.2 se obtiene:

$$I = 9,23 \text{ (A)}$$

La Ecuación 2.3 se muestra la caída de voltaje en el cable.

$$V_c = V_{nom} - V_{carga}$$

**Ecuación 2.3** Caída de voltaje en el cable

Donde:

$V_{nom}$ : Voltaje medido en el tablero general: 124 ( $V_{AC}$ )

$V_{carga}$ : Voltaje en la mesa de trabajo: 120,28 ( $V_{AC}$ )

$V_c$ : Voltaje en el conductor.

Usando la Ecuación 2.3 se obtiene:

$$V_c = 3,72 \text{ (V)}$$

La Ecuación 2.4 se muestra el cálculo de la resistencia del conductor.

$$R_c = \frac{V_c}{I}$$

**Ecuación 2.4** Resistencia del conductor.

Donde:

$V_C$ : Voltaje en el conductor: 3,72 (V)

$I$ : Corriente del sistema: 9,23 (A).

$R_C$ : Resistencia del conductor.

Usando la Ecuación 2.4, se obtiene:

$$R_C = 0,403(\Omega)$$

El valor obtenido en la Ecuación 2.4 es el valor de la resistencia del conductor en todo el circuito, por lo que es necesario dividir dicho valor para 2, ya que se debe considerar el cable para fase y neutro, se obtiene el siguiente valor de la resistencia  $R_{FN}$ :

$$R_{FN} = 0,202 (\Omega)$$

Para determinar el área del conductor se debe considerar el valor obtenido en la Ecuación 2.4 de la división.

La Ecuación 2.5 se muestra el área del conductor.

$$A = \frac{l \cdot \rho}{R_{FN}}$$

#### **Ecuación 2.5** Área del conductor

Donde:

$l$ : Distancia del tablero a la mesa más lejana: 14 (m).

$R_{FN}$ : Resistencia del conductor fase y neutro. 0,202 ( $\Omega$ ).

$\rho$ : Resistividad del cobre:  $1.72 \times 10^{-8}$  ( $\Omega m$ )

Usando la Ecuación 2.5 se obtiene:

$$A = 1,194 (\text{mm}^2)$$

Al obtener el valor del área del conductor, se utilizó la Tabla 2.2 para la selección del conductor en (AWG).

**Tabla 2.2** Calibre AWG según el área del conductor

| Calibre AWG (kcmil) | Sección nominal ( $mm^2$ ) | Diámetro del conductor aprox. (mm) | Espesor aislación. (mm) | Diámetro exterior aprox. (mm) | Peso total aprox. (kg/km) |
|---------------------|----------------------------|------------------------------------|-------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| 14                  | 2,08                       | 1,9                                | 0,38                    | 3                             | 26                        |
| 12                  | 3,31                       | 2,4                                | 0,51                    | 3,5                           | 38                        |
| 10                  | 5,26                       | 2,7                                | 0,51                    | 4                             | 61                        |
| 8                   | 8,37                       | 3,3                                | 0,76                    | 5,3                           | 99                        |
| 6                   | 13,3                       | 4,2                                | 0,76                    | 6,2                           | 147                       |
| 4                   | 21,2                       | 5,2                                | 10,2                    | 7,8                           | 236                       |
| 2                   | 33,6                       | 7,7                                | 1,02                    | 10,4                          | 372                       |
| 1                   | 42,4                       | 8,6                                | 1,27                    | 11,9                          | 474                       |
| 1/0                 | 53,5                       | 9,9                                | 1,27                    | 13,2                          | 586                       |
| 2/0                 | 67,4                       | 10,8                               | 1,27                    | 14,2                          | 701                       |
| 3/0                 | 85                         | 12,4                               | 1,27                    | 15,8                          | 892                       |
| 4/0                 | 107                        | 14                                 | 1,27                    | 17,4                          | 1119                      |

Se selecciona el cable AWG 14, debido a que este tiene el área más cercana a la sección del conductor dimensionado. En la Tabla 2.3 se muestra el código de colores para los conductores según la norma (NEC).

**Tabla 2.3** Código de colores para los conductores de las mesas de trabajo, [1].

| CÓDIGO DE COLORES |                                  |
|-------------------|----------------------------------|
| CONDUCTOR         | COLOR                            |
| Neutro            | Blanco                           |
| Tierra            | Verde, verde con franja amarilla |
| Fase              | Rojo, azul, negro.               |

Se utiliza un cable flexible THHN # 14 AWG para alimentar los módulos de las mesas de trabajo. En la Figura 2.8 se muestra el cable a utilizar y en la Tabla 2.4, se observa la descripción del tipo de cable seleccionado.



**Figura 2.8** Cable flexible THHN # 14 AWG, [5].

**Tabla 2.4** Descripción del cable flexible THHN # 14 AWG

| Elemento       | Descripción                     |
|----------------|---------------------------------|
| ULTRAFLEX THHN | - CONELSA THHN # 14 AWG 600 (V) |

### 2.1.3 Dimensionamiento de la protección eléctrica para los módulos de trabajo.

Con el calibre del cable seleccionado, se verifica en la Tabla 2.5 la corriente máxima que soporta el conductor.

**Tabla 2.5** Amperaje según el calibre del conductor, [6].

| Amperaje de cable de cobre |          |
|----------------------------|----------|
| Tipo de aislante           | THHN     |
| Temperatura de trabajo     | 90 (°C)  |
| Calibre del cable          | 14 (AWG) |
| Corriente máxima           | 25 (A)   |

La Tabla 2.5 se muestra que la corriente máxima que soporta el calibre del cable 14 AWG es de 25 (A), la corriente del elemento de protección debe estar entre la corriente calculada del cable con sobredimensionamiento y la corriente máxima que soporta el cable.

En base el manual Schneider Elctric se selecciona un interruptor termomagnético de 10 (A) como se muestra en la Tabla 2.6.

**Tabla 2.6** Selección de interruptor iC60N, [7].

| Número de polos | Corriente nominal en (A) | Numero de referencia |
|-----------------|--------------------------|----------------------|
| 1               | 6                        | A9F74106             |
| 1               | 10                       | A9F74110             |
| 1               | 16                       | A9F74116             |

La Tabla 2.7 se muestra la corriente de protección eléctrica para los módulos de trabajo.

**Tabla 2.7** Corriente de protección

| I del cable (A) | I de la protección del interruptor termomagnético (A) | I que soporta el cable (A) |
|-----------------|---|----------------------------|
| 9.23            | 10  | 25                         |

En la Tabla 2.8 se observa la ficha técnica del interruptor termomagnético.

**Tabla 2.8** Ficha técnica del interruptor termomagnético Schneider, [8].

|                            |  |
|----------------------------|--|
| Características            | A9F74110<br>Interruptor termomagnético Riel Acti 9 iC60N |
| Aplicación del dispositivo | Distribución   |
| Tipo de producto           | Interruptor automático en miniatura                      |
| Numero de polos protegido  | 1P   |
| Corriente nominal          | 10 (A)   |
| Alimentación               | 110-220 (V <sub>AC</sub> )                               |
| Código de curva            | C  |
| Frecuencia de red          | 50-60 (Hz)   |

#### **2.1.4 Descripción de los elementos que constituyen el módulo.**

A continuación, se muestran los elementos a montar en los módulos de trabajo para el laboratorio de Tecnología Eléctrica y Electrónica (LTEE).

- Toma corriente doble

Para cada módulo de trabajo se cuentan con 2 unidades de este tipo de elemento, sin conexión a tierra para poder conectar los equipos como generadores de señales,

osciloscopio entre otros aparatos que sea necesario utilizar. En la Figura 2.9 se muestra el tomacorriente doble y en la Tabla 2. 9 se observa la descripción del elemento.



**Figura 2.9** Tomacorriente doble, [9].

**Tabla 2. 9** Descripción del tomacorriente, [9].

| Elemento            | Descripción   |
|---------------------|---|
| Tomacorriente doble | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tensión Nominal: 125 / 250 (V<sub>AC</sub>)</li> <li>- Corriente Nominal: 15 (A)</li> <li>- Marca: VETO</li> </ul> |

- Tomacorriente con puerto USB

Para cada módulo de trabajo se cuenta con un tomacorriente con dos puertos USB, donde la salida es de 5 (V<sub>DC</sub>) de. Donde se conectarán dispositivos electrónicos que trabajen con el voltaje ya mencionado. En la Figura 2.10 se muestra el tomacorriente con dos puertos USB y en la Tabla 2.10 se observa la descripción del elemento.



**Figura 2.10** Tomacorriente con puerto USB, [10].

**Tabla 2.10** Descripción del tomacorriente con dos puertos USB.

| Elemento                     | Descripción   |
|------------------------------|---|
| Tomacorriente con puerto USB | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tensión Nominal: 127 (V<sub>AC</sub>)</li> <li>- Corriente Nominal: 16 (A)</li> <li>- 2 puertos USB 5 (V<sub>DC</sub>) 1 a 2,1 (A)</li> <li>- Contacto aterrizado</li> <li>- Marca: Volteck</li> </ul> |

- Pulsador de paro de emergencia

Para cada módulo de trabajo se cuenta con un pulsador de paro de emergencia tipo hongo, donde su función principal será la de interrumpir el suministro de energía eléctrica en caso de una emergencia. En la Figura 2.11 se muestra el pulsador y en la Tabla 2.11 se observa la descripción del elemento de maniobra.



**Figura 2.11** Pulsador de paro de emergencia tipo hongo, [11].

**Tabla 2.11** Descripción del pulsador de paro de emergencia tipo hongo, [11].

| Elemento                                  | Descripción  |
|---|--|
| Pulsador de paro de emergencia tipo hongo | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Parada de Emergencia".</li> <li>- Tipo PULSADOR</li> <li>- Lugar de uso ambientes interiores.</li> <li>- Marca: SCHNEIDER</li> <li>- Contacto NC</li> </ul> |

- Amperímetro y voltímetro

Para cada módulo de trabajo se cuenta con un amperímetro de color rojo y un voltímetro de color verde, donde su función principal es de medir la cantidad de voltaje y corriente que suministra el módulo. En la Figura 2.12 se muestra el

amperímetro y voltímetro. En la Tabla 2.12 se observa la descripción de los elementos.



**Figura 2.12** Amperímetro y voltímetro, [12].

**Tabla 2.12** Descripción del amperímetro y voltímetro.

| Elemento                          | Descripción   |
|-----------------------------------|---|
| Amperímetro y voltímetro digital. | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tamaño de la instalación: 22 (mm)</li> <li>- Rango actual: 0 a 100 (A)</li> <li>- Rango de medición: 50 a 500 (V<sub>AC</sub>)</li> <li>- Voltaje de entrada: 60 a 500 (V<sub>AC</sub>)</li> <li>- Temperatura de trabajo: 0 a 50 (°C)</li> <li>- Modelo: multímetro Digital Square</li> </ul> |

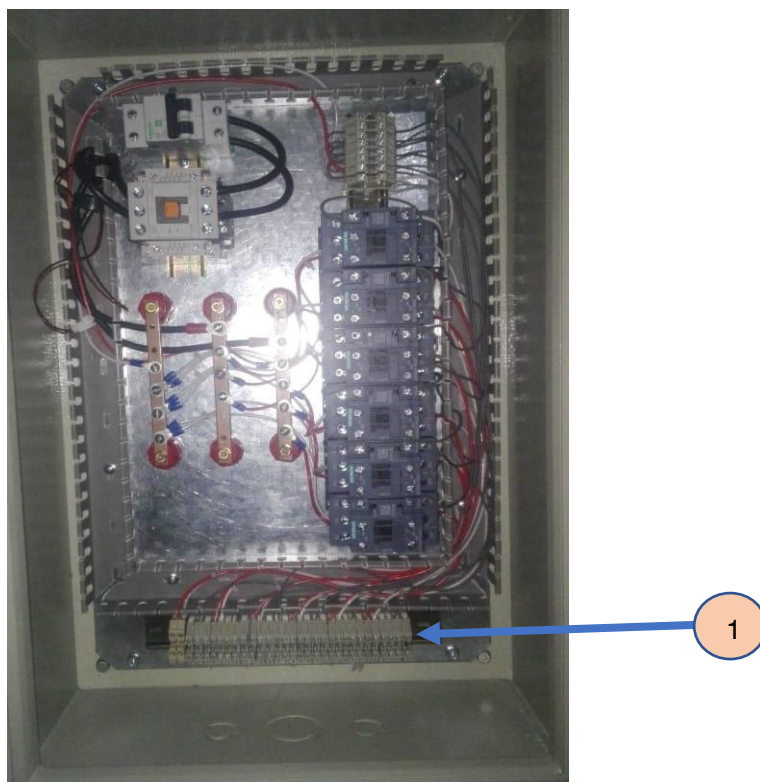
## 2.2 Implementar el sistema eléctrico del módulo

Para la implementación del sistema eléctrico de los módulos de trabajo se parte de dos fases eléctricas que son: (R y S) que presenta el tablero de control realizado por otro tesista que complementa la construcción del laboratorio de Tecnología Eléctrica y Electrónica (LTEE).

En la Figura 2.13, en la parte inferior del tablero existen 30 borneras de donde partirá el sistema eléctrico para alimentar los seis módulos de trabajo (ver en el indicador 1).

Para la división de las treinta borneras se consideró seis grupos de cinco elementos respectivamente, donde cada grupo consta de una fase, un neutro, una tierra y la alimentación del pulsador de paro de emergencia con su respectivo retorno.





**Figura 2.13** Borneras industriales

#### **Instalación de la canaleta**

Para realizar la acometida eléctrica se utilizan dos canaletas de plástico de 32 x 40 (mm), basándose en el catálogo Dexson creada por Schneider Elctric. Como se muestra en la Figura 2.14 y en la Tabla 2.13 se observa las dimensiones y la cantidad de cables AWG que pueden contener cada una.



**Figura 2.14** Canaleta 40 x 25 (mm) sin división, [13].

**Tabla 2.13** Dimensiones de las canaletas por cantidad de cables AWG, [14].

| ALTURA<br>(mm) | DIMENSIONES<br>(mm) | Cantidad de cables que acepta según tipo |        |        |        |
|----------------|---------------------|--|--------|--------|--------|
|                |                     | 12AWG                                    | 14 AWG | 16 AWG | 18 AWG |
| 20             | 20X20               | 8  | 9      | 15     | 17     |
| 25             | 25X25               | 9  | 11     | 20     | 20     |
|                | 40X25               | 17                                       | 28     | 35     | 49     |
| 40             | 40X40               | 35                                       | 49     | 71     | 77     |
|                | 60X40               | 66                                       | 81     | 120    | 749    |

En la Tabla 2.13 se observa que la dimensión de 40 x 25 (mm), la cantidad de cables que acepta según el tipo es de veintiocho cables 14 AWG. Para alimentar con la energía eléctrica a los seis módulos de trabajo con las fases, neutros y tierras se utilizan en total de dieciocho cables AWG número 14, tomando en cuenta que está dentro del rango de los veintiocho cables que acepta la canaleta con dimensión mencionada.

Tomando en cuenta que para la alimentación del pulsador se utiliza un cable número 20 AWG utilizado en la construcción del tablero de control.

Para la instalación de la canaleta por donde va a ir el cableado se observa en la Figura 2.15 los pasos recomendados a seguir para instalar la canaleta de una forma más segura y firme.



**Figura 2.15** Instalación de canaletas, [14].

1. Se fija la canaleta en el lugar exacto.
2. Se asegura la canaleta con tornillos.
3. Se coloca accesorios como: T, codos o algún otro conector de canaletas.
4. Se fija los accesorios.
5. Se asegura los accesorios con tornillos.
6. Se coloca la tapa de las canaletas y accesorios.

Para realizar la canalización que van por el piso hacia los módulos de trabajo se utilizan cuatro canaletas de piso 60 x 13 (mm), sin adhesivo como se muestra en la Figura 2.16. Para la instalación de este tipo de canaleta se debe seguir los mismos pasos recomendados en la Figura 2.15.



**Figura 2.16** Canaleta de piso de 60 x 13 (mm), [15].

Para realizar la canaletización desde el piso hacia las mesas donde estarán ubicados los módulos de trabajo se utilizan tres canaletas de 32 x 12 (mm), seleccionado de la Tabla 2.13, se muestra que la cantidad de cables que puede llevar la canaleta de 32 x 12 (mm) es de ocho cables número 14 AWG. Para este caso se utilizará cinco cables para cada mesa, considerando uno para la fase, para el neutro y para la tierra, con dos cables del número 20 AWG para el pulsador de paro de emergencia. En la Figura 2.17 se muestra la canaleta a utilizar.

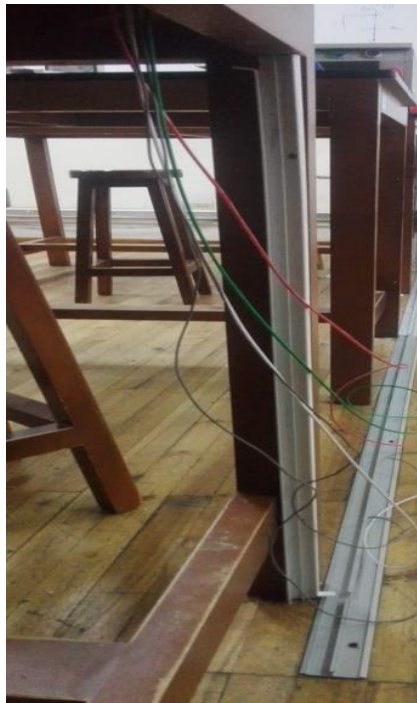


**Figura 2.17** Canaleta 32 x 12 (mm), [12].

### **Cableado eléctrico en las mesas**

Se procede hacer el montaje del cableado eléctrico donde se distribuye en dos grupos según la ubicación de las mesas (1,2,3) trabajando con la fase R y el otro grupo de mesas (4,5,6) trabajando con la fase S.

Cada grupo contiene nueve conductores del cable número 14 AWG, considerando una fase, un neutro y una tierra para cada módulo de trabajo y seis cables del número 20 AWG. En la Figura 2.18 se muestra el cableado de las mesas donde estarán ubicados los módulos de trabajo.



**Figura 2.18** cableado de las mesas

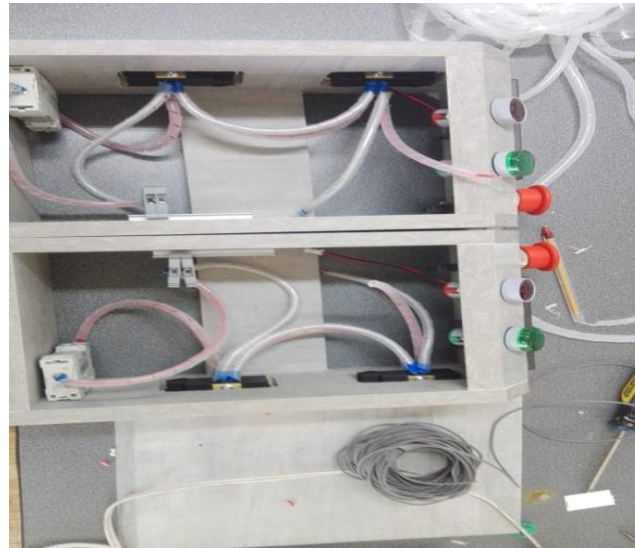
### **Cableado eléctrico en los módulos de trabajo**

Después de tener la distribución eléctrica en las mesas trabajo, se procede a realizar la implementación de las tomas corrientes, el toma con el puerto de USB, el pulsador de paro de emergencia, el amperímetro, el voltímetro e interruptor termomagnético en cada módulo.

En Figura 2.19 se muestra la implementación del cableado eléctrico del módulo de trabajo partiendo desde una bornera industrial que está ubicada en un riel din de 10 (cm), utilizando el cable de color rojo para la respectiva fase, el blanco para el neutro y

el verde para la tierra. Para tener mayor seguridad en los cables se ha empleado una espiral transparente para agruparlos.

Para mayor seguridad o fijación correcta en los terminales del alambre que van ubicados en las ranuras de los elementos se utiliza un terminal tipo pin como se observa en la Figura 2.20.



**Figura 2.19** Implementación del sistema eléctrico del módulo de trabajo



**Figura 2.20** terminal tipo pin, [16].

### **2.3 Implementación de los módulos**

En la Figura 2.21 se muestran los módulos de trabajo implementados en cada mesa, con sus respectivos elementos ya mencionados en la sección 2.1.4. Cada módulo tiene su prueba de funcionamiento y análisis de resultados que se describe en la sección 3.1.



**Figura 2.21** Módulos implementados en el laboratorio.

Para fijar o empotrar el módulo de trabajo a la mesa se utiliza dos tornillos de madera de 14 (mm), por cada módulo como se muestra en la Figura 2.22.



**Figura 2.22** Tornillo de madera de 14 (mm), [17].

## 2.4 Elaborar un manual de mantenimiento

A continuación, se presenta la Tabla 2.14 donde se especifica las actividades, descripción y observaciones del mantenimiento que se debe realizar a los módulos de trabajo.

**Tabla 2.14** Manual de mantenimiento para los módulos de trabajo.

|                     | Actividad  | Descripción actividad   | Periodo de tiempo | Observaciones  |
|---------------------|--|---|-------------------|--|
| Módulos de trabajos | Ajuste de tornillos de los elementos y de los módulos que están fijados a la mesa. | Revisión del correcto ajuste de todos los tornillos de los elementos, riel din, interruptor termomagnético etc. | Seis meses        | Comprobar que el interruptor termomagnético de 10 (A) se encuentre desenergizado. Para hacer el ajuste de los tornillos.   |
|                     | Revisión del interruptor termomagnético.   | Revisión del correcto funcionamiento del interruptor termomagnético.  | Seis meses        | Comprobar que el interruptor termomagnético del tablero de control se encuentre desenergizado para poder revisar el interruptor termomagnético del módulo de 10 (A). si el interruptor termomagnético no se encuentra funcionando correctamente cambiarlo por uno nuevo. Preferiblemente hacer el cambio |

|  | Actividad  | Descripción actividad  | Periodo de tiempo | Observaciones   |
|--|--|--|-------------------|---|
|  |  |  |                   | por marcas conocidas como Schneider o Siemens.  |
|  | Revisión del recubrimiento de los conductores presentes en los módulos de trabajo.       | Comprobación de que los conductores que estén en buen estado, sin corrosión sin humedad.   | Seis meses        | Comprobar que el interruptor termomagnético de 10 (A) se encuentre desenergizado de igual manera con más seguridad el interruptor termomagnético del tablero de control.  |
|  | Revisión de cables desde la borneras industriales de control hasta las mesas de trabajo. | Revisión de conductores en buen estado, sin corrosión o deterioro, pruebas de continuidad. | 6 meses           | Comprobar que interruptor termomagnético del tablero de control se encuentre desenergizado. Tener un multímetro para realizar la respectiva prueba de continuidad, si el valor de continuidad es mayor a 2 ( $\Omega$ ) es posible el cable se encuentre en mal estado. |



|  | Actividad                                   | Descripción actividad   | Periodo de tiempo | Observaciones  |
|--|---|---|-------------------|--|
|  | Revisión del pulsador de paro de emergencia | Revisión que el des enclavamiento del pulsador sea el correcto. | 6 meses           | Comprobar que el interruptor termomagnético del módulo se encuentre desenergizado. Si el pulsador no se encuentra funcionando correctamente cambiar el resorte interno que poseen o cambiarlo por uno nuevo. |

### 3 RESULTADOS

A continuación, en la Figura 3.1 se muestra el proyecto finalizado con sus respectivos nombres a cada elemento que componen el módulo de trabajo, con su simbología eléctrica.

En la figura 3.2 se muestran los principales elementos de cada módulo de trabajo del Laboratorio de Tecnología Eléctrica y Electrónica (LTEE).

Los tres módulos están contruidos para la protección de los estudiantes cuando realicen prácticas de electricidad y electrónica. Para la implementación de los tres módulos (4,5 y 6) estos están alimentados con energía eléctrica de la fase S.



Figura 3.1 Módulos de trabajo.

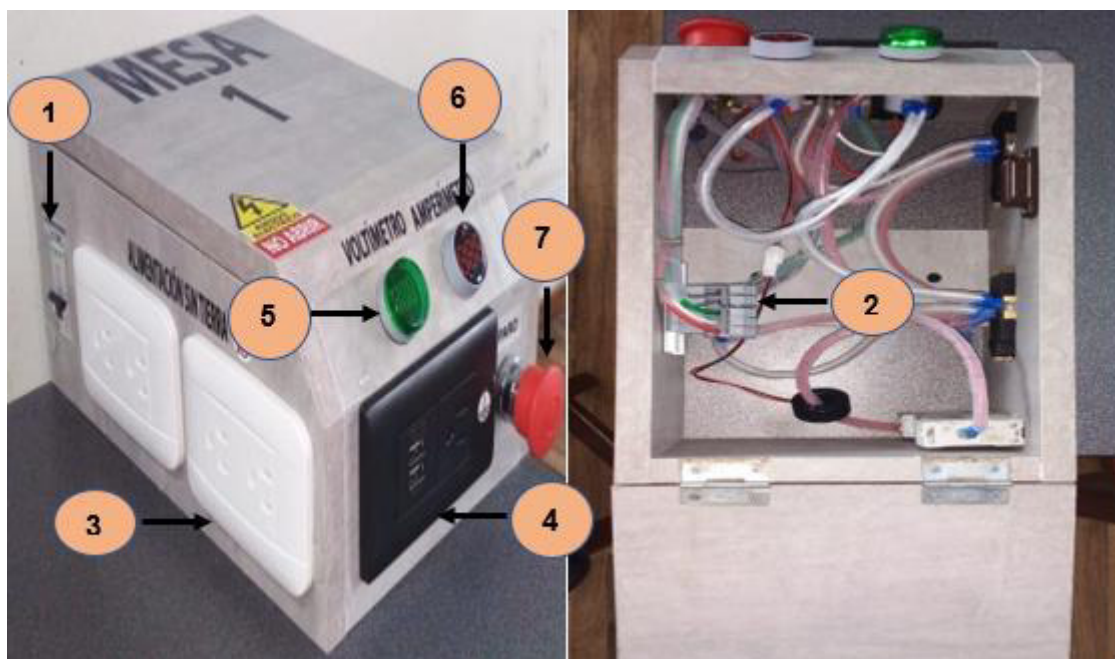


Figura 3. 2 Elementos que componen el módulo de trabajo.

1. Interruptor termomagnético de 10 (A).
2. Borneras industriales.
3. Tomas corrientes de 125 (V<sub>AC</sub>)
4. Toma corriente con dos puertos USB de 125 (V<sub>AC</sub>) y 5 (V<sub>DC</sub>).
5. Luz piloto led verde con voltímetro.
6. Luz piloto led rojo con amperímetro.
7. Pulsador de paro tipo hongo.

Como una evidencia de la implementación del módulo de trabajo se presenta un video de su funcionamiento y de la forma correcta de hacer su mantenimiento ya sea preventivo o correctivo.

En la Figura 3.3 se muestra el código QR del enlace del video de su funcionamiento



**Figura 3.3** Código QR del enlace del video de su funcionamiento.

**Enlace:** <https://www.youtube.com/watch?v=qj4rYqL9rBE>

En la Figura 3.4 se muestra el video instructivo como hacer el mantenimiento preventivo o correctivo a los módulos de trabajo siguiendo una serie de pasos y recomendaciones.



**Figura 3.4** Código QR del video instructivo de mantenimiento

**Enlace:** <https://www.youtube.com/watch?v=cp-z1CFwSt0>

### **3.1 Pruebas y Análisis de Resultados**

Para la comprobación del funcionamiento de los módulos de trabajo se realizan cuatro pruebas:

- Caída de tensión.
- Funcionamiento de voltímetros.
- Corto circuito.
- Continuidad.

#### **Caída de tensión**

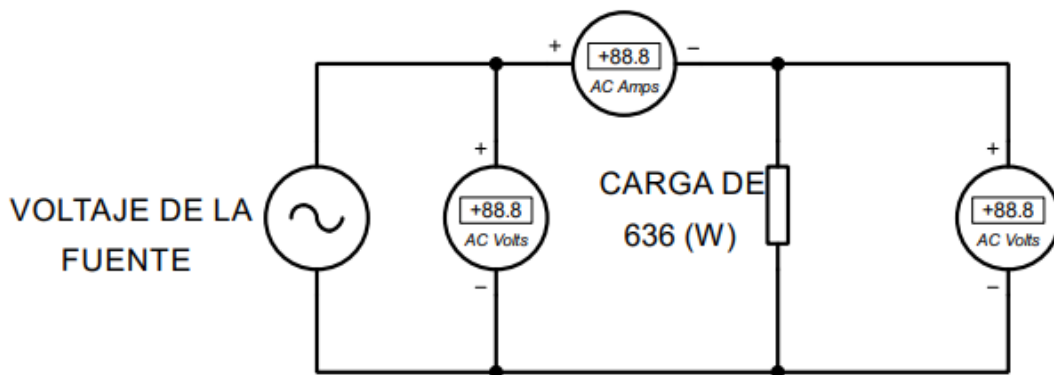
El objetivo principal de esta prueba es verificar que no exista una excesiva caída de tensión en los módulos de trabajo por el efecto de la longitud, resistividad del cable conductor que lleva la energía eléctrica a los módulos. Para esta prueba se considera que la variación de voltaje este dentro del margen de tolerancia admisible de 3%.

En esta prueba se conectó todas las cargas posibles llegando a una potencia de 636 (W) como se muestra en la Figura 3.5, un valor muy similar a la potencia total estimada al realizar la suma de las cargas de la Tabla 2.1.



**Figura 3.5** Prueba de caída de tensión con una potencia total de 636 (W).

A continuación, se presenta un circuito a seguir para hacer la prueba de caída de tensión como se observa en la Figura 3.6.



**Figura 3.6** Circuito de prueba de caída de tensión.

El voltaje de la fuente es el valor medido en el módulo por el instrumento de medicación calibrado de una pinza de la marca fluke 323 e igual manera para el voltaje de la carga.

Para el cálculo de la caída de tensión se utiliza la Ecuación 3.1

$$R_V = \frac{V_f - V_c}{V_f} \cdot 100\%$$

**Ecuación 3.1** caída de tensión.

Utilizando la Ecuación 3.1 se obtiene el siguiente resultado.

Donde:

$V_f$ : Voltaje de la fuente: 124,7 (V).

$V_c$ : Voltaje de la carga: 123,1 (V).

R<sub>v</sub>: Caída de tensión.

Por lo tanto:

$$R_v = 1,28 \%$$

En la Tabla 3.1 se muestran los resultados de la prueba de caída de tensión realizada a cada módulo de trabajo.

**Tabla 3.1** Prueba de caída de tensión a cada módulo de trabajo.

| Módulos De trabajo | Voltaje de la fuente V <sub>i</sub> (V) | Voltaje de carga V <sub>c</sub> (V) | Caída de tensión R <sub>v</sub> (%) |
|--------------------|---|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Módulo 1           | 125,6                                   | 124,1                               | 1,19                                |
| Módulo 2           | 125,7                                   | 123,7                               | 1,59                                |
| Módulo 3           | 125,7                                   | 123,6                               | 1,69                                |
| Módulo 4           | 124,9                                   | 123,5                               | 1,12                                |
| Módulo 5           | 124,8                                   | 123,5                               | 1,04                                |
| Módulo 6           | 124,7                                   | 123,1                               | 1,28                                |

Como se observa en la Tabla 3.1 los valores obtenidos de la prueba de caída tensión se encuentran dentro del rango que establece la norma NEC, donde se especifica que la caída de tensión debe estar dentro de un margen de tolerancia del 3%.

### Prueba de voltímetros

El objetivo de realizar esta prueba es verificar cual es el error de medición en voltaje en los módulos de trabajo utilizando un instrumento de medición calibrado.

Para realizar esta prueba se utiliza el voltímetro que se encuentra instalado en el módulo de trabajo y se hace una comparación con los instrumentos de medición calibrados de la pinza fluke 323 para calcular el porcentaje de error que se muestra en la Ecuación 3.2.

$$E = \frac{|V_{mlt} - V_m|}{V_{mlt}} \cdot 100$$

**Ecuación 3.2** Error de porcentaje en voltaje.

Donde:

V<sub>m</sub>: Voltaje del módulo: 124 (V).

$V_{mit}$ : Voltaje del multímetro calibrado de la marca fluke: 125,1 (V).

E: Error de medición.

Por lo tanto:

$$E = 0,88 (\%)$$

En la

Tabla 3.2 se muestran los datos de los voltímetros de los módulos de trabajo y los datos de un instrumento de medición calibrado de la marca fluke, con el respectivo porcentaje de error.

**Tabla 3.2** Prueba de funcionamiento de voltímetros

| Módulos De trabajo | Voltímetro calibrado $V_m(V)$ | Voltímetro del Módulo $V_i(V)$ | Porcentaje de error (%) |
|--------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| Módulo 1           | 125,1                         | 124                            | 0,88                    |
| Módulo 2           | 125                           | 125                            | 0                       |
| Módulo 3           | 125,1                         | 125                            | 0,07                    |
| Módulo 4           | 123,8                         | 124                            | 0,16                    |
| Módulo 5           | 123,6                         | 123                            | 0,48                    |
| Módulo 6           | 123,7                         | 123                            | 0,56                    |

El porcentaje de error es mínimo en cada módulo de trabajo, se considera que los instrumentos de medición que se encuentran instalados en los módulos tienen valores muy similares a un voltímetro calibrado de la marca fluke 323 certificado.

### **Prueba de cortocircuito**

Para esta prueba el objetivo principal es:

- Verificar que la protección reaccione.
- Verificar que la protección del tablero no reaccione.
- Verificar que no exista descargas eléctricas elementos internos del módulo.

Para hacer esta prueba se provoca intencionalmente un cortocircuito en el módulo juntando la fase y el neutro como se muestra en la Figura 3.7.



**Figura 3.7** Prueba de cortocircuito

Para esta prueba se realizan a los 6 modelos de trabajo como se muestra en la Tabla 3.3.

**Tabla 3.3** Resultados de la prueba de corto circuito.

| Módulos De trabajo | Termomagnético Conmuta | Termomagnético del tablero no conmuta | No existe descarga en los elementos |
|--------------------|------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Módulo 1           | Aprueba                | Aprueba                               | Aprueba                             |
| Módulo 2           | Aprueba                | Aprueba                               | Aprueba                             |
| Módulo 3           | Aprueba                | Aprueba                               | Aprueba                             |
| Módulo 4           | Aprueba                | Aprueba                               | Aprueba                             |
| Módulo 5           | Aprueba                | Aprueba                               | Aprueba                             |
| Módulo 6           | Aprueba                | Aprueba                               | Aprueba                             |

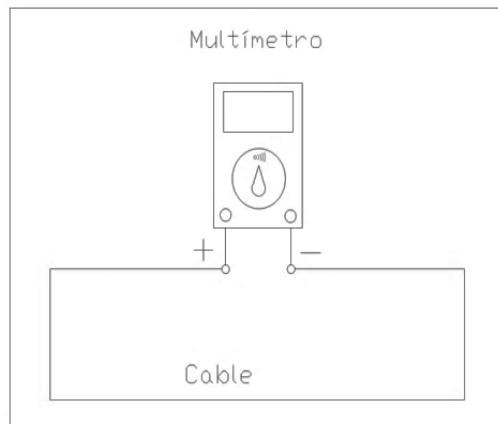
Para esta prueba se considera que todos los interruptores termomagnéticos se encuentran en un correcto funcionamiento.

### **Prueba de continuidad**

Para esta prueba el objetivo principal es comprobar el estado que se encuentra el cable que alimenta con energía eléctrica a los módulos de trabajo y al pulsador de paro de emergencia. Como por ejemplo que no exista daños internos como rupturas a lo largo de los conductores, de las conexiones y de las borneras.

Para realizar esta prueba se debe seguir el siguiente ejemplo que se muestra en la Figura 3.8.





**Figura 3.8** Prueba de continuidad.

Para realizar esta prueba se utiliza un multímetro en la opción de continuidad como se muestra en la Figura 3.9, la punta del multímetro de color rojo se sitúa en un lado del cable y la otra punta en el otro extremo del conductor, se observa si el valor de la resistencia es menor a dos ohmios la prueba se considera valida, por lo tanto, los cables se encuentran en buen estado.



**Figura 3.9** Multímetro en uso en continuidad, [18].

En la Tabla 3.4 se muestran los valores obtenidos a realizar la prueba de continuidad a los cables que alimentan con energía a los módulos de trabajo de cada mesa.

**Tabla 3.4** Resultados de la prueba de continuidad a los módulos de trabajo.

| Módulos  | Fase<br>( $\Omega$ ) | Neutro<br>( $\Omega$ ) | Tierra<br>( $\Omega$ ) | Cable 1<br>pulsador<br>Emergencia<br>( $\Omega$ ) | Cable 2<br>Pulsador<br>Emergencia<br>( $\Omega$ ) |
|----------|----------------------|------------------------|------------------------|---|---|
| Módulo 1 | 1,1                  | 0,9                    | 0,8                    | 1,1   | 1,1   |
| Módulo 2 | 1,1                  | 1                      | 0,9                    | 1,2   | 1,5   |
| Módulo 3 | 1,5                  | 1,4                    | 1,5                    | 1,7   | 1,7   |
| Módulo 4 | 1,4                  | 1,3                    | 1,4                    | 1,5   | 1,5   |
| Módulo 5 | 1,6                  | 1,6                    | 1,4                    | 1,5   | 1,8   |
| Módulo 6 | 1                    | 1                      | 1                      | 1   | 1   |

Los resultados que se muestran en la Tabla 3.4 son valores menores a dos ohmios en cada cable, por lo tanto, se considera que los cables se encuentran en un buen estado y no existe algún daño o problema interno en el conductor.

## 4 CONCLUSIONES

- Se construyeron tres módulos para las mesas de trabajo del área de Electrónica de Potencia del Laboratorio de tecnología Eléctrica y Electrónica, los módulos permitirán a los estudiantes de la ESFOT realizar sus prácticas y proyectos de titulación con equipos y protecciones que les brindan energía de forma controlada y segura.
- Se realizó un estudio de las cargas a conectar con un sobredimensionamiento del cableado para los módulos de trabajo, de esta forma se asegura alargar la vida útil de cada elemento que forma parte del módulo.
- Para el dimensionamiento y selección de los conductores se inició con un sobredimensionamiento de la potencia en las cargas, para que de esta forma no existan sobre calentamientos provocados por el efecto joule, y estos puedan ocasionar accidentes eléctricos.
- Para la canalización de paredes y piso se basó en el uso correcto de normas y guías que presenta el fabricante Schneider en el manual Dexson, la selección de la canaleta se realizó mediante el número de cables que pasan por ella.
- La caída de tensión en el cableado de los módulos de trabajo es bajo y se encuentra dentro del rango que especifica la norma de NEC, el cual es de 3%, esto asegura que los equipos funcionen de manera correcta y se eviten averías en los elementos del laboratorio.
- Las pruebas de continuidad y cortocircuito a las que se sometieron los módulos del laboratorio fueron exitosas y demuestran la robustez con la que se construyó el sistema de control y distribución de energía.
- Cada prueba que se realizó a los módulos de trabajo tiene como meta asegurar el cumplimiento de los objetivos del proyecto, los cuales se pueden resumir en el buen funcionamiento del sistema de distribución y control de la energía en conjunto con la seguridad para realizar prácticas de laboratorio.
- La simbología eléctrica y señalización que se implementó en los módulos de trabajo son necesarios para los operarios que trabajen con el sistema implementado, para de esta manera no se ocasionen fallas o accidentes eléctricos.
- El costo aproximado del proyecto fue de 500 (USD), los cuales se invirtieron en la adquisición de todos los elementos de maniobra, señalización, medición y la construcción de los módulos de trabajo.

## 5 RECOMENDACIONES

- Para realizar una instalación eléctrica confiable que cumpla todas normas de seguridad y de construcción se debe trabajar usando normativas que brinden una guía y los parámetros necesarios para el diseño y la implementación de los diferentes sistemas que componen las instalaciones.
- Para la selección de un elemento de protección se debe trabajar con catálogos de marcas reconocidas y de fabricante reconocidos como Schneider o Siemens, para de esta forma tener una garantía de los productos que fueron elaborados siguiendo parámetros y normativas internacionales.
- Para la construcción de este tipo de proyectos es recomendable trabajar con un material de madera, ya que no es un buen conductor de la energía eléctrica y es más seguro para los operarios del sistema.
- Cuando se levante la tapa del módulo de trabajo, tiene que ser únicamente para la ejecución del mantenimiento preventivo o correctivo de este, o en caso de que se presente una falla en algún elemento o cable de alimentación.
- Para realizar el mantenimiento se debe desenergizar el tablero de control para mayor seguridad para el operario.
- Es muy importante revisar el estado del cableado de las mesas que van desde el tablero hacia las mesas, para observar si no se presenta un recalentamiento en los conductores cuando se conecten elementos o maquinas que superen la potencia total estimada.

## 6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Ing. Adrián David Sandoya Unamuno, “NEC Norma ecuatoriana de la construcción Instalaciones Eléctricas,” <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/NEC-SB-IE-Final.pdf>, 2021.
- [2] Rozhas, “Foco Incandescente,” <https://gruporozhas.com/product/foco-incandescente-100w/>, 2021.
- [3] Sukasa, “Computador portátil,” <https://www.sukasa.com/laptops/50620-dell-laptop-inspiron-15-core-i7-8550-8gb-2tb-con-4gb-de-video-y-windows-10-156-3370-70-1337000070023.html>, 2022.
- [4] “Grainger México,” <https://www.grainger.com.mx/Todas-las-Categor%C3%ADas-de-productos/Motores-y-Transmisi%C3%B3n-de-Fuerza/Motores-de-Prop%C3%B3sito-General/Motores-de-Arranque-con-Capacitor/Motor-Monof-,Ab-,HP-1-4,127-220V,Arm-57/p/4YCM0>, 2021.
- [5] Eecol Electric, “Cable Domiciliario 14Awg,” <https://eecol.cl/conductores-electricos/817-cable-domiciliario-14awg-verde-600v-thhn-rollo-de-100-metros.html>, 2021.
- [6] Electro cables, “Ficha técnica THHN #14AWG,” <https://www.electrocable.com/uploads/catficha/ficha-tecnica-thhn-unilay-14.pdf>, 2021.
- [7] Schneider, “Interruptor automático iC60N,” <https://www.nalelectricos.com.co/archivos/schneider-administracion-de-energia.pdf>, 2021.
- [8] Schneider, “Ficha técnica del interruptor termomagnético IC60N,” [https://euroelectrica.com.mx/descargas/Acti-9-iC60\\_A9F74110.pdf](https://euroelectrica.com.mx/descargas/Acti-9-iC60_A9F74110.pdf), 2021.
- [9] Veto, “Veto,” <https://vetolectric.com/producto/tomacorriente-doble-amer-2pe-plata/>, 2021.
- [10] Veto, “Kime veto,” <https://kieme.store/plura/575-mixto-usb-tomacorriente-amer-2pe-negro.html>, 2021.
- [11] Orientalele, “Interruptor de parada de emergencia tipo hongo,” <http://m.orientalele.org/switch/push-button-switch/xb2-mushroom->

*emergency-stop-switch.html#:~:text=La%20serie%20de%20botones%20pulsadores,y%20con%20fines%20de%20enclavamiento., 2021.*

- [12] Mazcr.com, “Voltímetro y amperímetro 22mm 220 (V) Ac,” <https://mazcr.com/medidores-de-panel/9999124-voltimetro-22mm-panel-220v-ac20-500v.html>, 2021.
- [13] Schneider, “catálogo Dexson creada por Schneider elctric. ,” <https://euroelectrica.com.mx/wp-content/uploads/2019/01/schneider-electric-dexson.pdf>, 2021.
- [14] Homecenter, “Instale canaletas para cables,” <https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/guias-de-compra/instale-canaletas-para-cables-en-su-hogar>, 2022.
- [15] Tecnit, “Canaleta plástica de piso Dexson ,” <http://tecnit.com.ec/producto/canaleta-plastica-de-piso-dexson-con-division-pvc-60-x-13-mm-gris/>, 2021.
- [16] Mtg energy, “Terminales pre-asilado,” <https://mtgenergy.com/web/terminales-pre-aislados/>, 2021.
- [17] el gran tlapalero, “Tornillo para madera 14 mm 2” ,” <https://www.elgrantlapalero.com/tornillo-para-madera-14-mm-x-2-1-2-veker.html>, 2021.
- [18] Fluke, “Probar continuidad,” <https://www.fluke.com/es-es/informacion/blog/multimetros-digitales/como-probar-la-continuidad>, 2022.

## **7 ANEXOS**

ANEXO I. Reporte de Similitud Generado por Turnitin

ANEXO II. Certificado de Funcionamiento de Trabajo de Integración Curricular.

ANEXO III. Diagrama de control del tablero y de los módulos de trabajo.

ANEXO IV. Diagrama unifilar y alimentación de los módulos.

ANEXO V. Diagrama unifilar de los módulos de trabajo.

ANEXO VI. Diagrama de montaje de los elementos de los módulos de trabajo

# ANEXO I. REPORTE DE SIMILITUD GENERADO POR TURNITIN

DMQ, 09 de febrero de 2022

Yo, Pablo Andrés Proaño Chamorro, como Director del presente Trabajo de Integración Curricular, certifico que el siguiente es el resultado de la evaluación de similitud realizado por la plataforma Turnitin, la cual ha sido realizada al documento desde el Resumen hasta el capítulo de conclusiones y recomendaciones, carátula incluida:

---

**Submission date:** 09-Feb-2022 12:43AM (UTC-0500)  
**Submission ID:** 1758318083  
**File name:** Trabajo\_UIC\_Electromec\_nica\_CHIGUANO\_JORGE.pdf (2.1M)  
**Word count:** 6936  
**Character count:** 34847

## IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN, CONTROL, MANIOBRA Y SEÑALIZACIÓN PARA EL LTEE-ESFOT

### ORIGINALITY REPORT

|                  |                  |              |                |
|------------------|------------------|--------------|----------------|
| <b>12%</b>       | <b>11%</b>       | <b>2%</b>    | <b>5%</b>      |
| SIMILARITY INDEX | INTERNET SOURCES | PUBLICATIONS | STUDENT PAPERS |

### PRIMARY SOURCES

---

|                      |    |                 |           |
|----------------------|----|-----------------|-----------|
| Exclude quotes       | On | Exclude matches | < 1 words |
| Exclude bibliography | On |                 |           |

---



**DIRECTOR**

Ing. Pablo Andrés Proaño Chamorro., Msc.



## ANEXO II. CERTIFICADO DE FUNCIONAMIENTO DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

DMQ, 05 de enero de 2022

Yo, Pablo Andrés Proaño Chamorro, docente a tiempo completo de la Escuela Politécnica Nacional y como director de este trabajo de integración curricular, certifico que he constatado el correcto funcionamiento de *entregable de proyecto de titulación*, el cual fue implementado por el estudiante *Jorge Aníbal Chiguano Borja*.

El proyecto cumple con los requerimientos de diseño y parámetros necesarios para que los usuarios de la ESFOT puedan usar las instalaciones con seguridad para los equipos y las personas.



---

**DIRECTOR**

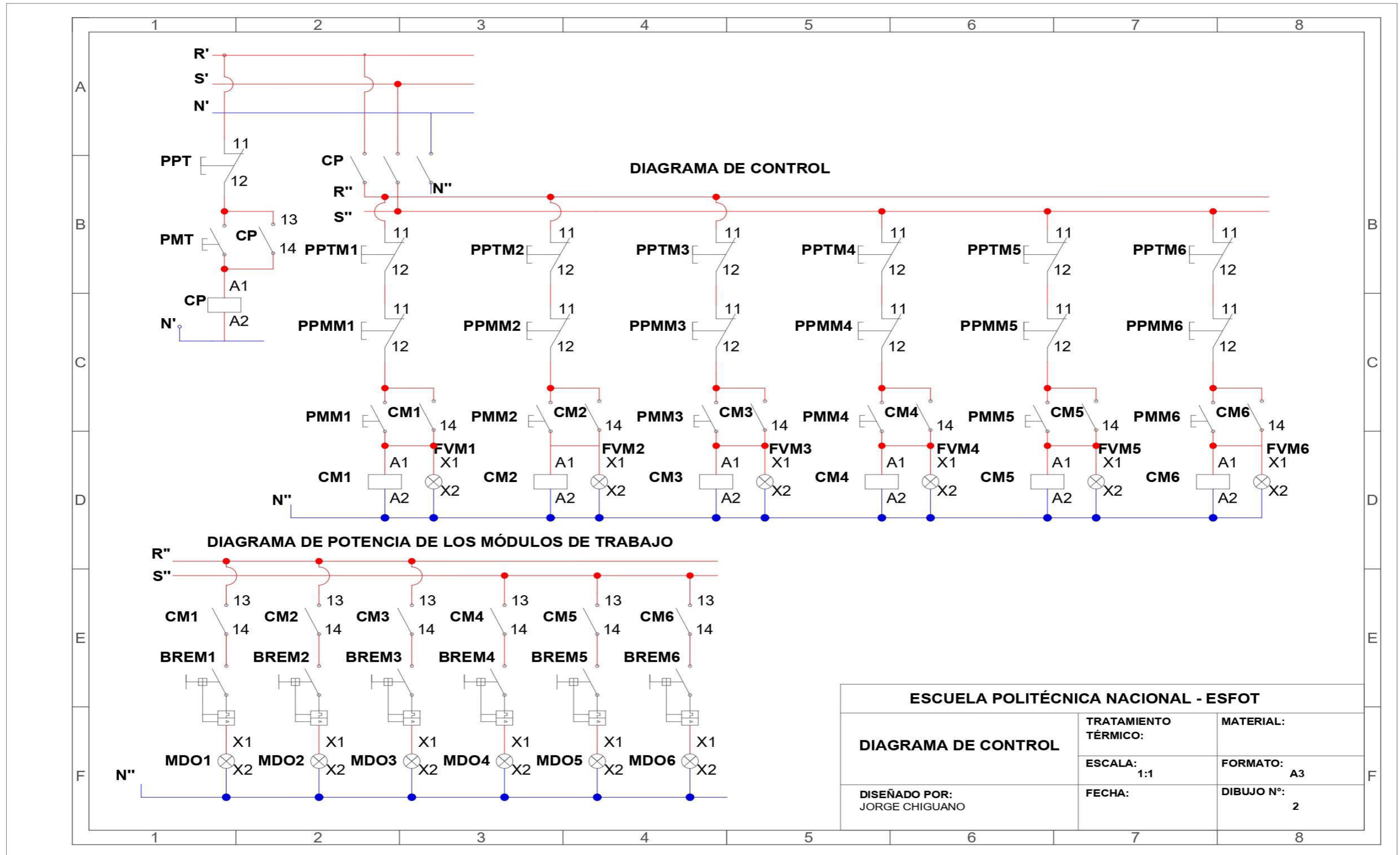
Ing. Pablo Andrés Proaño Chamorro., Msc.

---

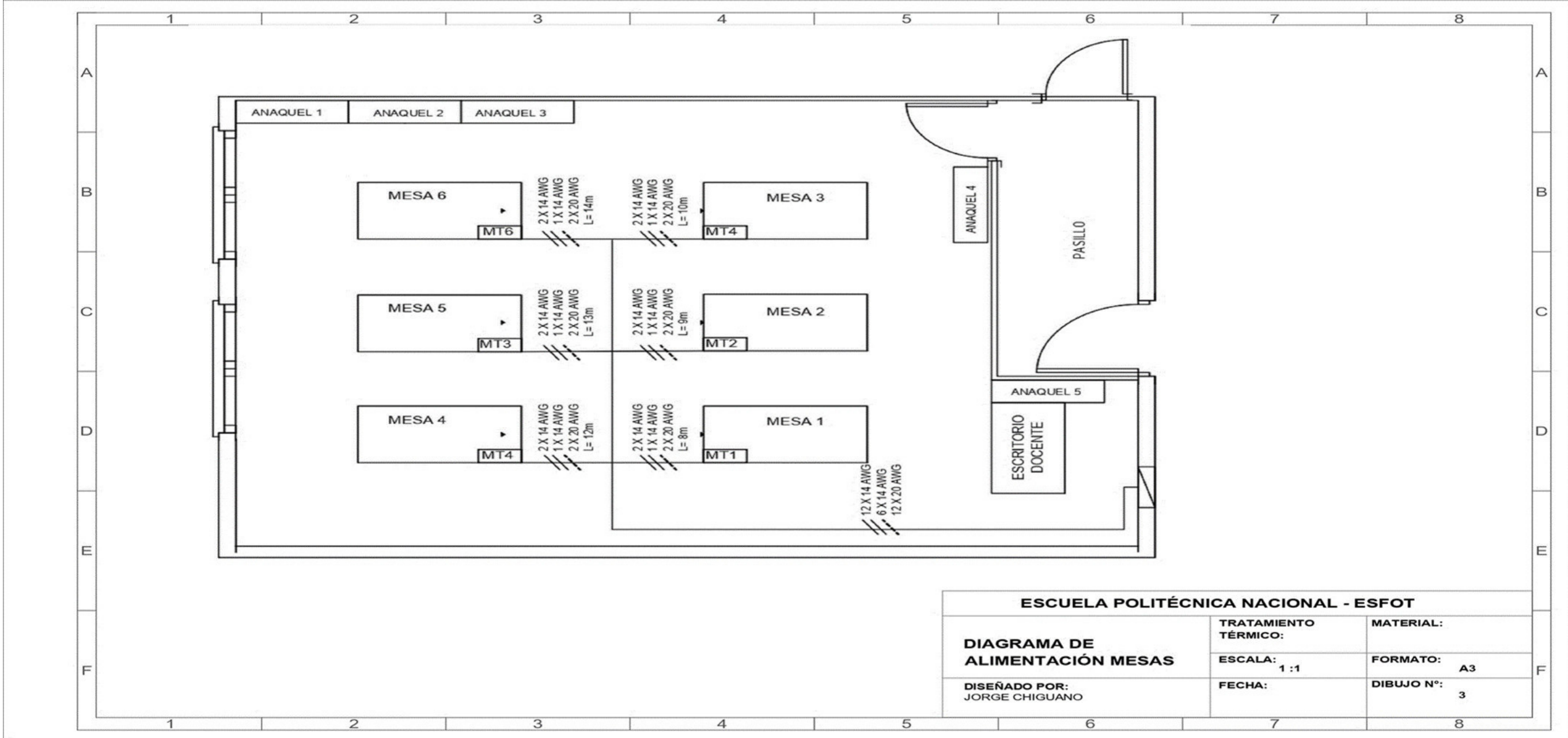
Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía | Edificio N. 21 | Área 7 | Oficina 28

**Correo:** pablo.proano@epn.edu.ec | **Ext:** 2729

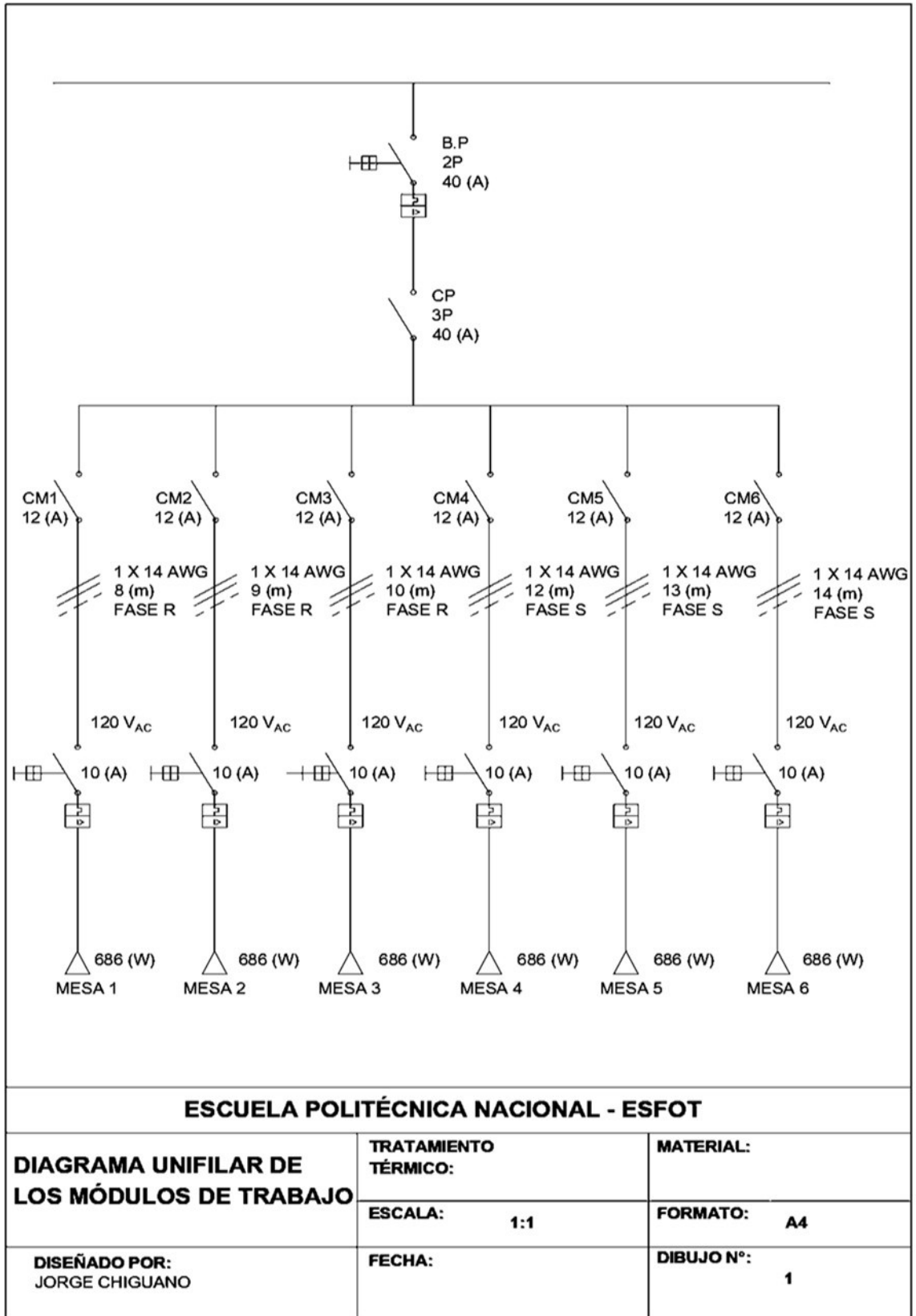
### ANEXO III. Diagrama de control del tablero y de los módulos de trabajo.



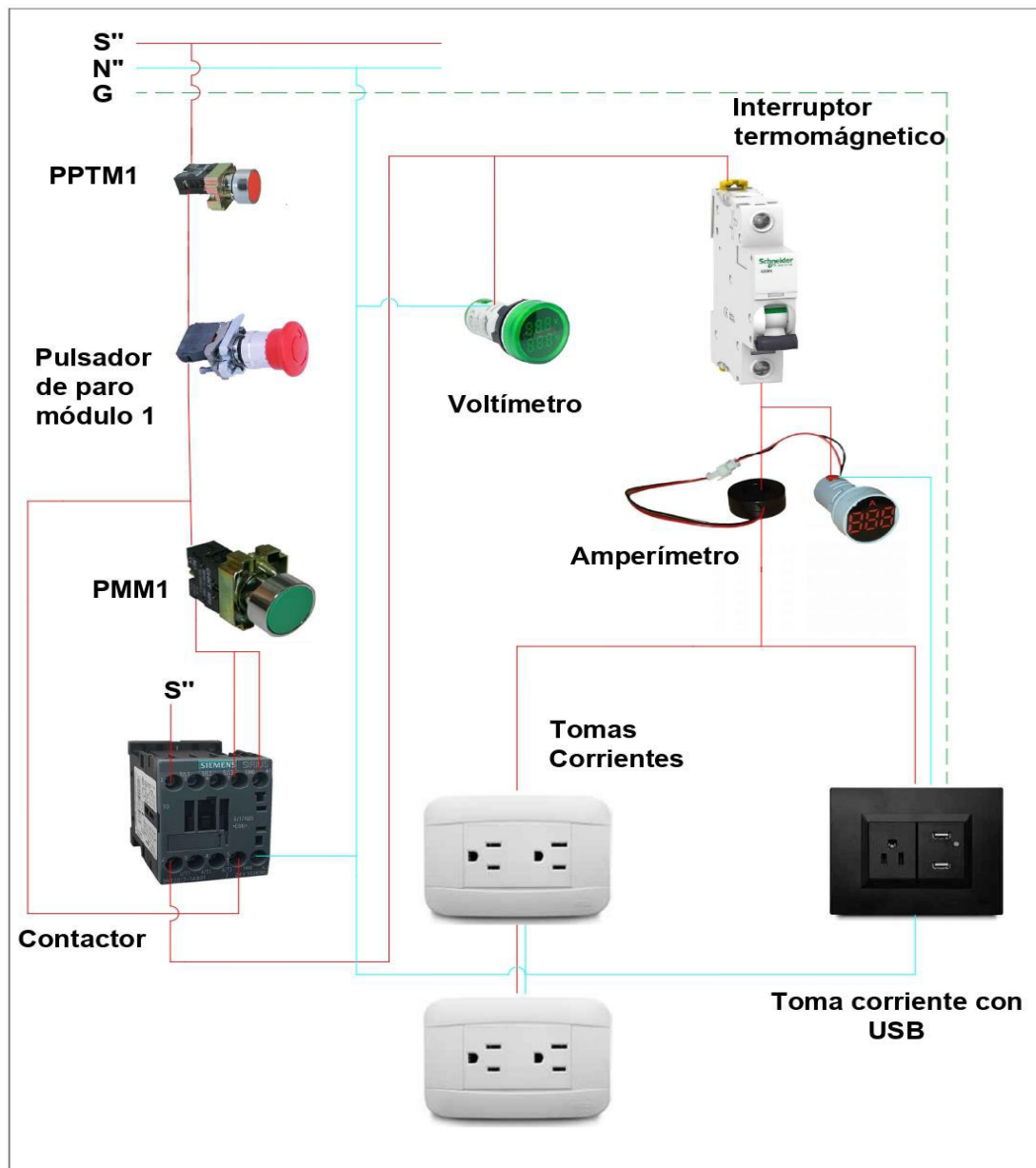
**ANEXO IV. Diagrama unifilar y alimentación de los módulos**



## ANEXO V, Diagrama unifilar de los módulos de trabajo.



**ANEXO VI. Diagrama de montaje de los elementos que conforman los módulos.**



**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - ESFOT**

|                                 |                      |              |
|---------------------------------|----------------------|--------------|
| <b>DIAGRAMA DE MOTNAJE</b>      | TRATAMIENTO TÉRMICO: | MATERIAL:    |
|                                 | ESCALA: 1:1          | FORMATO: A4  |
| DISEÑADO POR:<br>JORGE CHIGUANO | FECHA:               | DIBUJO N°: 4 |