

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DIDACTICO DE ENTRENAMIENTO PARA ARMADO DE TABLEROS ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN

IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO 2 DE ENTRENAMIENTO DE TABLERO ELÉCTRICO

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

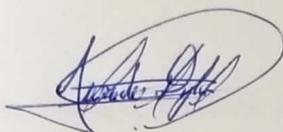
DYLAN ALEJANDRO JURADO VALENZUELA

DIRECTOR: ABRAHAM ISMAEL LOJA ROMERO

DMQ, febrero 2023

CERTIFICACIONES

Yo, Dylan Alejandro Jurado Valenzuela 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.

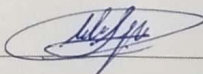


Dylan Alejandro Jurado Valenzuela

dylan.jurado@epn.edu.ec

dylanjurado@hotmail.com

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por Dylan Alejandro Jurado Valenzuela, bajo mi supervisión.



Abraham Ismael Loja Romero

DIRECTOR

abraham.loja@epn.edu.ec

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

A través de la presente declaración, afirmo que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el producto resultante 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 me corresponde a mí que he 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.

Dylan Alejandro Jurado Valenzuela

DEDICATORIA

Este documento se lo dedico a mi familia.

A mi madre Olga y mi padre Luis, quienes me han apoyado de forma incondicional todo este tiempo y me han enseñado a no darme por vencido a lo largo de mi vida. Gracias por ser los mejores padres.

A mi hermano Michael por su apoyo durante el desarrollo de este proyecto y su compañía incondicional en esta etapa universitaria.

A mi pareja Zarina por todo su apoyo incondicional y emocional todo este tiempo en la universidad, la persona que me guío con todos sus consejos y no permitir que me rindiera en la vida.

A mi director de tesis al Ing. Abraham Loja por su guía durante la carrera y en el desarrollo de esta tesis.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a mis padres, a mi hermano y abuelitos por brindarme todo su apoyo en esta etapa académica.

A mi pareja, por su compañía y apoyo incondicional durante mi etapa universitaria.

Al Ing. Francisco Jarrín y Susana Goyes por brindarme sus conocimientos, apoyo y guía en el área eléctrica industrial, formación profesional y crecimiento personal.

Al Ing. Abraham Loja por su asesoría y orientación frente a mis dudas sobre la construcción y redacción del proyecto.

Agradezco a todos los docentes de la carrera de Electromecánica de la ESFOT por brindarme los conocimientos necesarios.

Por último, también quiero agradecer a PoliEleKtric por darme la oportunidad de mejorar mi experiencia laboral y brindarme el apoyo necesario durante la carrera y desarrollo del tablero eléctrico.

ÍNDICE DE CONTENIDO

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.....	2
1.4 Marco teórico.....	2
Dimensionamiento de Protecciones Termomagnéticas.....	2
Dimensionamiento de Relays y Contactores.....	3
Dimensionamiento del Tablero Eléctrico	3
Dimensionamiento de Cables	4
Normas de Instalaciones Eléctricas (NEC)	4
Normas NEC de Instalaciones Electromecánicas:	4
Revisión Bibliográfica de Trabajos Similares	5
2 METODOLOGÍA.....	6
2.1 Dimensionar un Tablero Eléctrico	6
2.2 Elaborar Diagramas de Control.....	8
2.3 Implementar el Tablero Eléctrico en el Laboratorio LTI-IE	16
Trazado guía en Gabinete eléctrico	16
Perforación de Panel Externo e Interno del Gabinete.	19
Montado de todos los elementos eléctricos	20
Armado de circuitos en Tablero Didáctico.....	21

2.4	Realizar Pruebas de Funcionamiento	23
	Pruebas de continuidad	23
3	RESULTADOS	26
3.1	Pruebas y Análisis de Resultados.....	29
	Elaboración de un Manual de Uso y Mantenimiento	33
	Manual de uso y mantenimiento para Tablero Eléctrico.....	33
	Pruebas de funcionamiento del Tablero Eléctrico	34
4	Conclusiones	35
5	Recomendaciones	37
6	Referencias bibliograficas.....	39
7	ANEXOS.....	40
	Anexo I. Reporte de Similitud Generado por Turnitin	40
	Anexo li. Certificado de Funcionamiento de Trabajo de Integración curricular	41
	Anexo iil. FACTURA DE ELEMENTOS COMPRADOS	42
	ANEXO Iv. LISTA ELEMENTOS DONADOS POR POLIELEKTRIC.....	43

RESUMEN

En este documento se presenta EL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO N° 2 DE ENTRENAMIENTO PARA EL ARMADO DE TABLEROS ELÉCTRICOS, el cual fue instalado en el Laboratorio de Tecnología Industrial de Instalaciones Eléctricas (LTI-IE) de la ESFOT.

Este documento se encuentra dividido en 3 partes principales, en la primera se describe el componente desarrollado, en esta parte se detalla todo el contenido para implementar el tablero y los objetivos a cumplir para lograr ejecutar el tema propuesto.

Para la segunda parte, se presenta la metodología aplicada para el cumplimiento de cada objetivo planteado, para ello también se consideró los criterios presentados por la Norma Ecuatoriana de la construcción (NEC) y por la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC por sus siglas en inglés). En este apartado se enuncian: el proceso para dimensionar los elementos que forman parte del tablero eléctrico, los diseños y la elaboración de distintos diagramas de control, fuerza y la construcción del tablero eléctrico.

En la última parte, se presentan todos los circuitos implementados en el tablero de control, los resultados obtenidos de las distintas pruebas realizadas, presentación de manual de uso, mantenimiento y funcionamiento del tablero eléctrico; finalizando con las conclusiones y recomendaciones que brindan un apoyo al entendimiento del tablero y para el desarrollo de proyectos orientados a la rama de control industrial.

PALABRAS CLAVE: Control, tablero, entrenamiento, IEC, potencia, maniobra.

ABSTRACT

This document presents the design and implementation of the training module no. 2 for the assembly of electrical panels, which was installed in the Industrial Technology Laboratory of Electrical Installations (LTI-IE) of the ESFOT.

This document is divided in 3 parts, the first part describes the developed component and details the entire process carried out to implement the board and the objectives to achieve the proposed theme.

In the second part was present the methodology applied for the fulfillment of each objective, for it was also considered the criteria presented by the Ecuadorian Construction Standard (NEC) and by the International Electrotechnical Commission (IEC). This section explains the process for dimensioning the elements of electric board, the designs and elaboration of different power and control diagrams and the construction of the electric board.

In the last part, the circuits implemented in the control board were present, the results obtained from the different tests carried out, presentation of manual of use, maintenance and operation of the electric board. Finally, the conclusions and recommendations presents provide support to the understanding of the industrial control and automation.

KEYWORDS: Control, board, training, IEC, power, maneuver

1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO

Para el desarrollo del tablero eléctrico se implementaron cinco secciones, cada una de ellas se describe brevemente a continuación:

La primera sección corresponde al dimensionamiento del gabinete eléctrico, en donde se tomó en cuenta las especificaciones de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), todo esto depende del tamaño de los elementos de protección y maniobra a montar en el tablero. Una vez obtenidos todos los datos se suman las áreas y se aplica un dimensionamiento de 25% más al total obtenido como lo indica también la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC).

A continuación, se desarrollaron cinco circuitos de control con base en los elementos disponibles, estos circuitos fueron realizados con ayuda del software CAdESIMU. En este programa se diseñaron los mandos de encendido y apagado desde varios puestos, mando memorizado con interruptor, mando bloqueo parcial, bloqueo total y mando interbloqueado.

Las últimas etapas corresponden a la implementación del tablero, es decir, construcción del tablero eléctrico y armado de los circuitos, se continua con pruebas de funcionamiento y estado de los elementos, con sus respectivas evidencias en fotografía y video. En la sección final se implementa un manual de uso y mantenimiento del tablero didáctico.

El presente proyecto brinda a los estudiantes la experiencia necesaria para armar tableros eléctricos, observar la jerarquía de los elementos y posiblemente reducir accidentes generados por cortocircuitos.

1.1 Objetivo General

Construir un módulo didáctico de entrenamiento para armado de tableros eléctricos de baja tensión.

1.2 Objetivos Específicos

1. Dimensionar un tablero eléctrico
2. Elaborar diagramas de control
3. Implementar el tablero eléctrico en el laboratorio de LTI-IE
4. Realizar pruebas de funcionamiento

5. Elaborar un manual de uso y mantenimiento.

1.3 Alcance

La implementación del tablero eléctrico de baja tensión es adecuada para presentar a los estudiantes de la ESFOT los elementos básicos con los cuales se podrían encontrar en instalaciones eléctricas de nivel industrial, para lo cual se construye un tablero desmontable con la finalidad de que el estudiante obtenga experiencia en la lectura de diagramas eléctricos, selección adecuada de dispositivos de protección y control; además, de los distintos elementos de maniobra. También, adquirir la habilidad necesaria para la detección y corrección de fallas eléctricas, mecánicas, así como también la forma correcta para el montaje de los elementos en un tablero eléctrico, para ello el tablero de control cuenta con un total de 21 elementos, de los cuales se tiene: 1 disyuntor trifásico, 2 contactores con sus respectivos bloques de contactos auxiliares, 3 Relés, 6 luces piloto, 3 pulsadores de marcha, 3 pulsadores de paro, 1 pulsador hongo de emergencia, 1 interruptor y 1 selector de fases.

1.4 Marco teórico

Dimensionamiento de Protecciones Termomagnéticas

El correcto dimensionamiento de los elementos de protección, garantiza la seguridad de las personas, la integridad de la instalación y las máquinas. Para ello se identifica la tensión de la red, corriente máxima en el circuito, y corriente que circulará en caso de cortocircuito. Dependiendo de las aplicaciones se escoge la categoría del interruptor para proteger adecuadamente el circuito. Aplicando la Ecuación 1.1 se escoge el elemento correcto. [1]

$$I_n < I_p < I_{c_{m\acute{a}x}}$$

Ecuación 1.1 Ecuación para selección de termomagnéticos.

En donde:

I_n : corriente nominal.

I_p : corriente del termomagnético.

$I_{c_{m\acute{a}x}}$: corriente máxima.

Para obtener el $I_{c_{m\acute{a}x}}$ se aplica la Ecuación 1.2 Ecuación para calcular corriente máxima. siguiente:

$$I_{c_{\text{máx}}} = I_n \cdot 1.25$$

Ecuación 1.2 Ecuación para calcular corriente máxima.

La corriente máxima se revisa en catálogos comerciales y se selecciona el termomagnético que cumpla con todos los requisitos.

Dimensionamiento de Relays y Contactores

El dimensionamiento de contactores se realiza con la corriente nominal y la corriente seleccionada para el termomagnético, aplicando la Ecuación 1.3 se escoge el contactor adecuado.

$$I_n < I_p < I_{\text{contactor}}$$

Ecuación 1.3 Ecuación para seleccionar contactores y relays.

En donde:

$I_{\text{contactor}}$: corriente escogida del contactor.

I_p : corriente del termomagnético

Dimensionamiento del Tablero Eléctrico

Un correcto dimensionamiento se realiza con todos los elementos a montar y se considera que el área ocupada, por todos estos no supere el 40% del área total del tablero o gabinete eléctrico. Para ello se aplica la Ecuación 1.4: [2]

$$A_{T_e} \leq 40\% A_{T_G}$$

Ecuación 1.4 Ecuación para seleccionar gabinete eléctrico.

$$A_{T_e} = \Sigma A_{\text{elementos}} \cdot 1.7$$

Ecuación 1.5 Ecuación para área total ocupada por elementos.

En donde:

A_{T_e} : Área total que ocupa todos los elementos

A_{T_G} : Área total del gabinete eléctrico

$A_{\text{elementos}}$: Área de cada elemento a montar.

Dimensionamiento de Cables

Para la selección del calibre correcto se considera los elementos a conectar en el tablero, tanto elementos de maniobra como de potencia, de los elementos se obtiene la corriente nominal que fluirá a través de los conductores eléctricos, los datos se obtienen al aplicar la Ecuación 1.6: [3]

$$I_n = \frac{P(\omega)}{\sqrt{3} * V * fp}$$

Ecuación 1.6 Ecuación para calcular corriente nominal.

Donde:

I_n : Corriente Nominal

P: Potencia eléctrica

V: Voltaje de línea

fp: Factor de potencia

Los datos se obtienen de la carga más grande que se conectará al circuito de control.

Para seleccionar el cable adecuadamente se sobredimensiona la corriente de cable usando la Ecuación 1.7 por seguridad, posteriormente se compara este valor con la tabla de conductores eléctricos comerciales y se verifica que el cable soportará la carga. [4]

$$I_{\text{Cable}} = I_n * 1.25$$

Ecuación 1.7 Ecuación para sobredimensionar la corriente del cable.

Normas de Instalaciones Eléctricas (NEC)

Los temas usados de la norma fueron:

- Tablas de comparación entre AWG y Área del Cable.

Normas NEC de Instalaciones Electromecánicas:

Los temas usados de la norma fueron:

- Dimensionamiento de contactores y guardamotores.
- Dimensionamiento de tablero eléctrico.

Revisión Bibliográfica de Trabajos Similares

El trabajo revisado fue el siguiente:

“Implementación de módulos de entrenamiento en armado de tableros eléctricos para el LTI-IE-ESFOT” elaborado por Walter Esteban Pusda Cadena, [5]. De este tema se revisó el dimensionamiento del tablero y la selección de conductores eléctricos.

2 METODOLOGÍA

El diseño y construcción del Módulo Didáctico para la Construcción de Tableros Eléctricos para el laboratorio LTI empleó el método inductivo enfocado a la investigación cuantitativa, esto debido a la recopilación y análisis de datos que se realizaron con la finalidad de obtener resultados y conclusiones generales; para llegar a ello se tomaron distintos datos de placa de los elementos; y por medio de cálculos se obtuvo los valores necesarios para el desarrollo del proyecto. También se empleó una investigación descriptiva, pues se enfoca en brindar mayor claridad al problema planteado mediante la recopilación de datos e información que permitan dar explicaciones claras sobre el proyecto. Para conseguir este resultado se realizó distintas consultas sobre los elementos a montar en el tablero eléctrico. [6]

Con toda la información recopilada se desarrolló los siguientes objetivos:

2.1 Dimensionar un Tablero Eléctrico

Dimensionamiento de cables

Para el dimensionamiento de cables tanto para control como para potencia, se consideró las características de los motores del laboratorio LTI-IE y se aplicó la Ecuación 1.6 con los datos de placa del motor, en donde:

$$P : 559.5 \text{ (KW)}$$

$$V : 220 \text{ (V)}$$

$$fp : 0.77$$

Por lo tanto, se obtiene que:

$$I_n = 1.91 \text{ (A)}$$

Se sobredimensiona el valor de la corriente nominal aplicando la Ecuación 1.2, y se obtiene:

$$I_{\text{cable}} = 2.39 \text{ (A)}$$

Para la selección del cable se considera la NEC en donde:

El cable para el circuito de control se consideró un AWG 18, el cual soporta una corriente máxima de 10 (A). Y para la sección de potencia se considera a los motores como cargas especiales, por lo cual, el cable recomendado por la norma NEC es AWG 10; el cual soporta una corriente máxima de 40 (A).

Dimensionamiento de protecciones termomagnéticas.

Para el correcto dimensionamiento de las protecciones, se considera la corriente nominal de la carga más significativa y se aplica la Ecuación 1.1, en donde:

$$I_n : 1.91 \text{ (A)}$$
$$I_{c_{\text{máx}}} : 2.39 \text{ (A)}$$

Por lo tanto, se considera un termomagnético C10 de 3 polos, dejando un margen de conexión para cargas que requieran más potencia.

Dimensionamiento de contactores

El dimensionamiento de los contactores se consideran los valores de corriente nominal y la corriente del termomagnético, con estos datos se aplica la Ecuación 1.3 en donde:

$$I_n : 1.91 \text{ (A) corriente}$$
$$I_{c_{\text{máx}}} : 2.39 \text{ (A) corriente}$$

Por lo tanto, se considera contactores AC-3 trifásico de 18A, el cual soporta cargas que requieran más potencia.

Dimensionamiento del tablero

El tablero o gabinete eléctrico debe ser seleccionando según los requerimientos establecidos por la norma NEC. Para ello se considera el área ocupada por todos los elementos a montar y se aplica la Ecuación 1.5 en donde:

$$\Sigma A_{\text{elementos}} : 544.5 \text{ (A) cm}^2$$

Por lo tanto, se obtiene que:

$$A_{T_e} = 816.75 \text{ (cm}^2\text{)}$$

El área total de los elementos A_{T_e} no debe exceder el 40% del área del tablero eléctrico, por lo que, se sobredimensiona a un área total de:

$$A_{T_G} = 2400 \text{ (cm}^2\text{)}$$

Con base en todos los cálculos realizados para el dimensionamiento del tablero, se escogió un gabinete de 60x40x20 cm.

2.2 Elaborar Diagramas de Control

Se realizaron diversos diagramas de control y potencia en el programa CAdESIMU, considerando los elementos disponibles en el tablero eléctrico se propuso 5 mandos distintos para controlar 1 y 2 motores trifásicos. Gracias al software de diseño se verificó el funcionamiento de cada uno de ellos antes del armado final.

El programa CAdESIMU utiliza simbología estandarizada internacional aprobada por la ISO e IEC.

Diagrama para Mando Encendido desde Varios Puestos

Se diseñó el diagrama de control y potencia para el mando de encendido y apagado de un motor trifásico desde varios puestos el cual se puede observar en la Figura 2.1 y para ello se utilizó el software CAdESIMU.

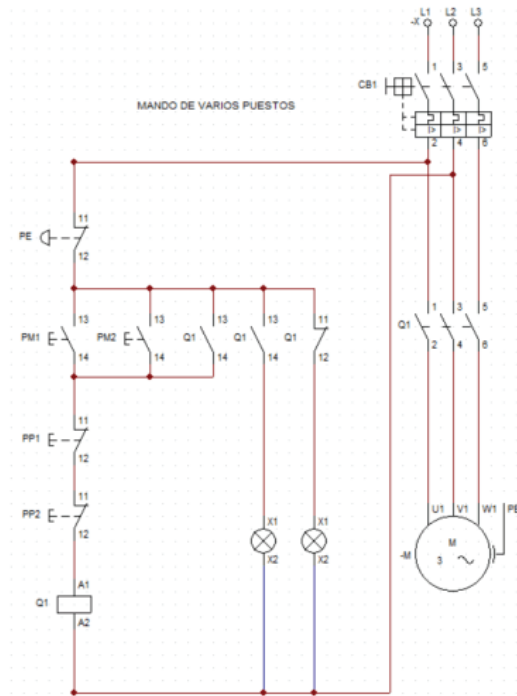


Figura 2.1 Mando Encendido y Apagado desde Varios Puestos.

Para el circuito de control y potencia se utilizó los elementos de la Tabla 2.1:

Tabla 2.1 Elementos utilizados para circuito de mando desde varios puestos.

Cantidad	Elementos
1	Protección Termomagnética
1	Pulsador de Emergencia
2	Pulsadores NO
2	Pulsadores NC
2	Luz piloto Verde
2	Luz piloto Rojo
1	Contactador
1	Motor trifásico

A continuación, se presenta la simulación del circuito (ver Figura 2.2) en funcionamiento con un estado representativo:

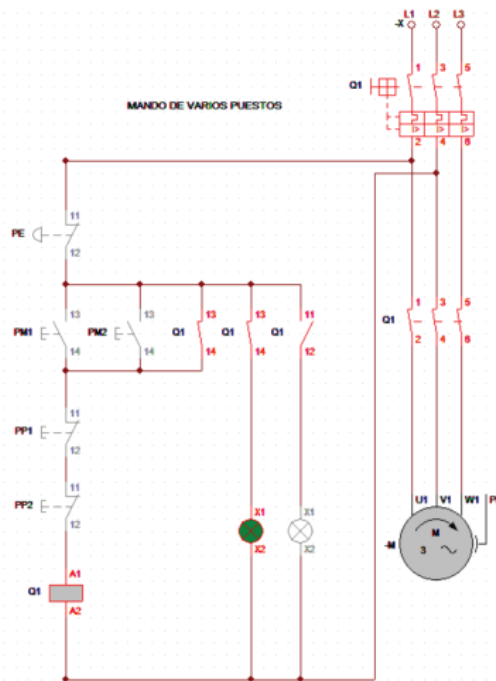


Figura 2.2 Simulación Encendido y Apagado desde Varios Puestos.

Diagrama para Mando Memorizado

El diseño del diagrama de control y potencia del Mando Memorizado para controlar un motor trifásico se puede observar en la Figura 2.3.

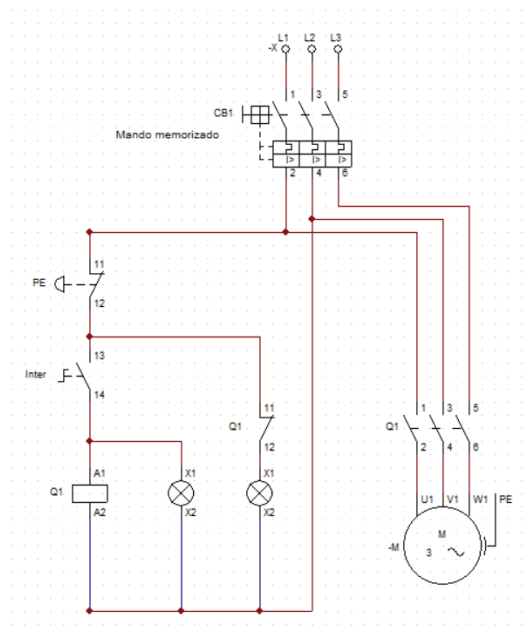


Figura 2.3 Mando Memorizado con Interruptor.

Para el diseño de los circuitos se empleó los elementos de la Tabla 2.2:

Tabla 2.2 Elementos utilizados para Mando Memorizado con Interruptor.

Cantidad	Elementos
1	Protección Termomagnética
1	Pulsador de Emergencia
1	Interruptor 2 posiciones
1	Luz piloto Verde
1	Luz piloto Rojo
1	Contactador
1	Motor trifásico

La simulación del funcionamiento para este circuito se presenta en la Figura 2.4 el cual presenta la condición de encendido con el interruptor y el motor en funcionamiento.

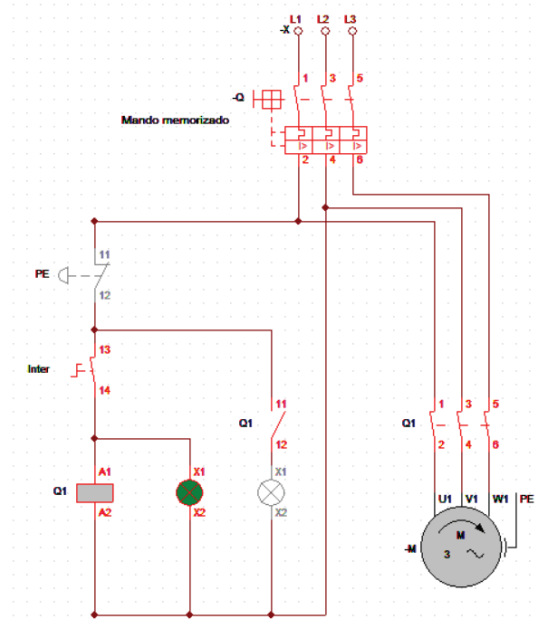


Figura 2.4 Simulación en estado de encendido de motor con interruptor.

Diagrama para Mando Bloqueo Parcial

El diseño del diagrama de control y potencia del Mando Bloqueo Parcial para controlar dos motores trifásicos se puede observar en la Figura 2.5.

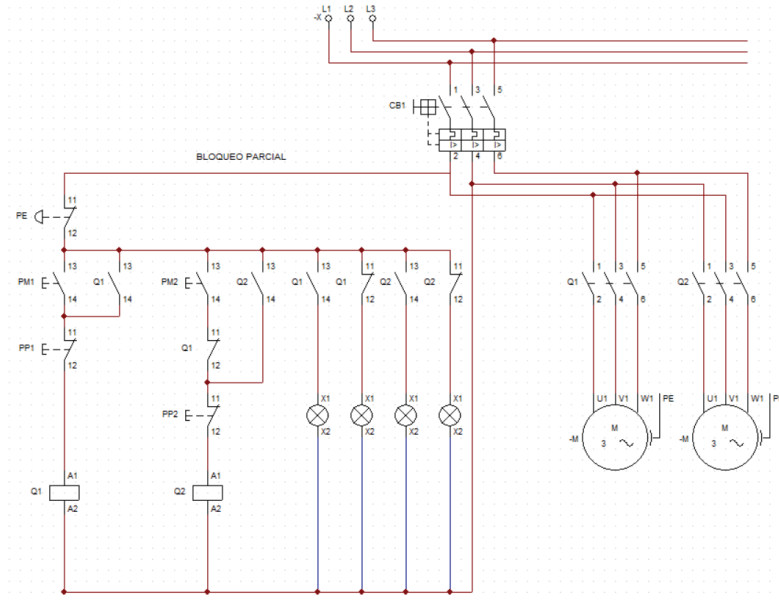


Figura 2.5 Mando Bloqueo Parcial.

Para el diseño de los circuitos se empleó los elementos de la

Tabla 2.3:

Tabla 2.3 Elementos utilizados para Mando Bloqueo Parcial.

Cantidad	Elementos
1	Protección Termomagnética
1	Pulsador de Emergencia
2	Pulsadores NO
2	Pulsadores NC
2	Luz piloto Verde
2	Luz piloto Rojo
2	Contactores
2	Motors trifásicos

En la Figura 2.6 se presenta la simulación del circuito en donde el motor número 2 no se apaga a pesar de que se encienda el motor número 1.

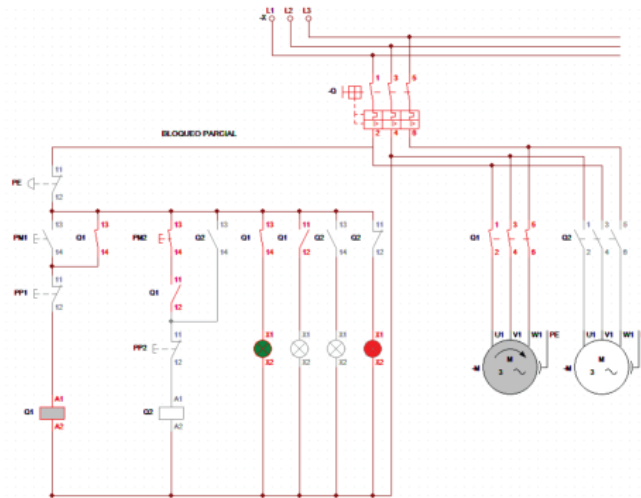


Figura 2.6 Simulación de funcionamiento con bloqueo parcial.

Diagrama para Mando Bloqueo Total

Se diseñó el diagrama de control y potencia para el Mando de Bloqueo Total de dos motores trifásicos el cual se puede observar en la Figura 2.7.

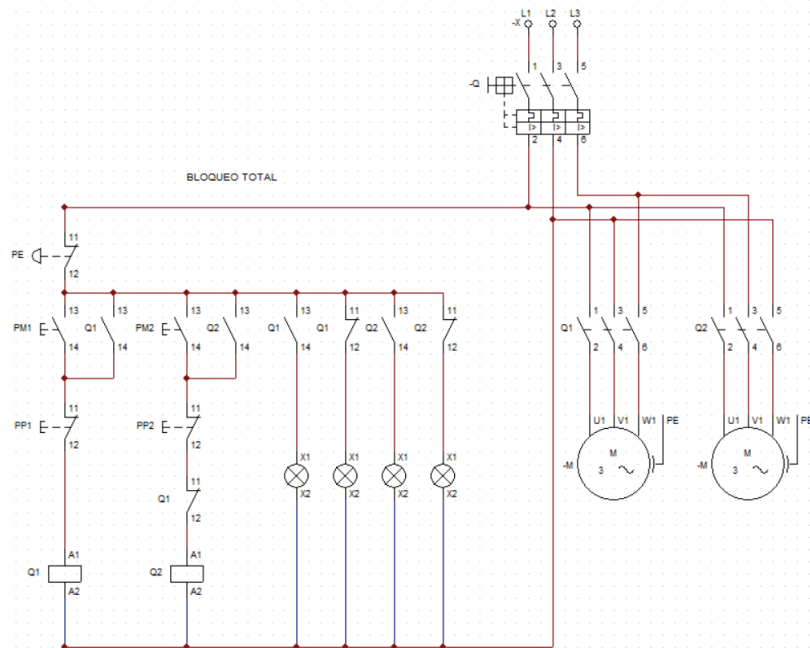


Figura 2.7 Mando Bloqueo Total.

Para el circuito de control y potencia se utilizó los elementos de la Tabla 2.4:

Tabla 2.4 Elementos utilizados para diseño de Mando Bloqueo Total.

Cantidad	Elementos
1	Protección Termomagnética
1	Pulsador de Emergencia
2	Pulsadores NO
2	Pulsadores NC
2	Luz piloto Verde
2	Luz piloto Rojo
2	Contactador
2	Motor trifásico

En la Figura 2.8 se observa la simulación del circuito en donde el motor número 2 solo enciende cuando el motor 1 este apagado y en caso de encenderse y el motor 2 este encendido, este automáticamente se apaga.

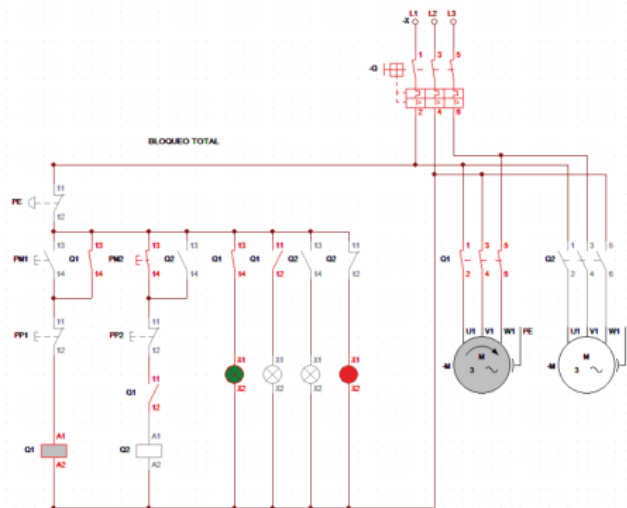


Figura 2.8 Simulación de funcionamiento con bloqueo total.

Diagrama para Mando Interbloqueado

Para el diseño del diagrama de control y potencia para el Mando Interbloqueado de un motor trifásico el cual se puede observar en la Figura 2.9.

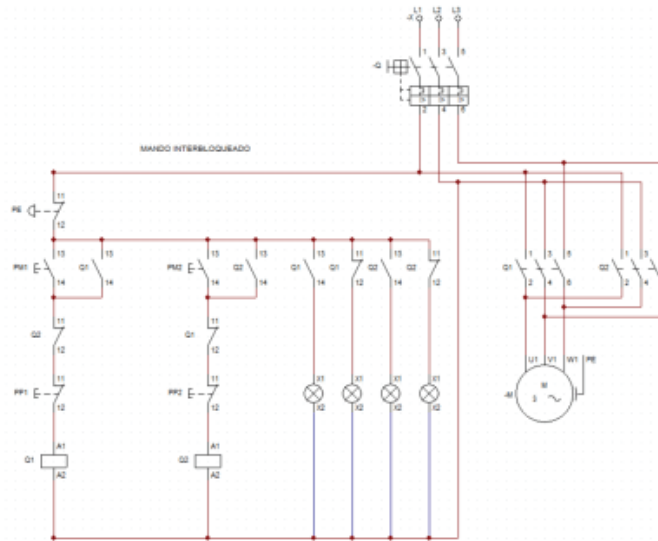


Figura 2.9 Mando Interbloqueado.

Para el circuito de control y potencia se utilizó los elementos de la Tabla 2.5:

Tabla 2.5 Elementos utilizados para diseño del Mando Interbloqueado.

Cantidad	Elementos
1	Protección Termomagnética
1	Pulsador de Emergencia
2	Pulsadores NO
2	Pulsadores NC
2	Luz piloto Verde
2	Luz piloto Rojo
2	Contactores
1	Motor trifásico

En la Figura 2.10 se observa la simulación del circuito Intebloqueado, en donde solo se enciende un motor a la vez y el siguiente se mantendrá bloqueado hasta que cambie de estado el motor encendido.

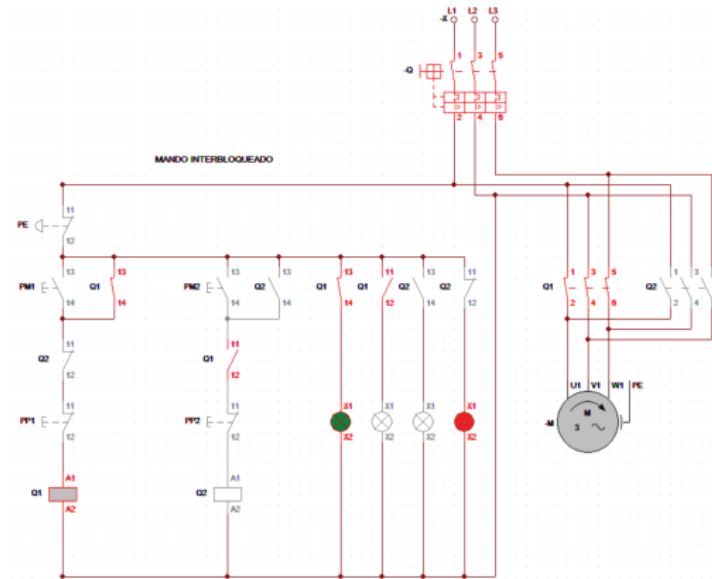


Figura 2.10 Simulación de funcionamiento con Interbloqueo.

2.3 Implementar el Tablero Eléctrico en el Laboratorio LTI-IE

En este apartado se presenta toda la construcción del tablero eléctrico, desde el trazado de cuadrículas para ubicar cada elemento, hasta el montaje final con todas las conexiones para cada circuito mencionado anteriormente.

Trazado guía en Gabinete eléctrico

Para distribuir adecuadamente todos los elementos en el panel frontal del gabinete eléctrico, se trazó un bosquejo en AutoCAD en donde se ubicó los elementos como: luces piloto, pulsadores, selectores e interruptores. De tal forma que se encuentren separadas por secciones y según la función que cumplan. Siguiendo estos lineamientos se puede observar en la Figura 2.11; se colocaron 2 filas de 3 luces piloto, 2 filas de 3 pulsadores, 1 fila para 1 selector y 1 interruptor y en la última fila se agrega un pulsador tipo hongo para emergencia.

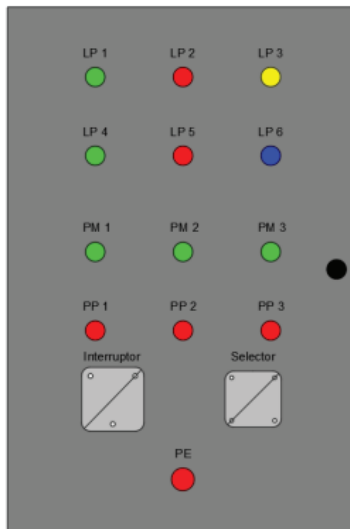


Figura 2.11 Bosquejo para ubicación de elementos en Gabinete Eléctrico.

Una vez decidida la distribución de los elementos en el panel frontal, se realiza la cuadrícula siguiendo las medidas propuestas en el bosquejo del gabinete como se ve en la Figura 2.12



Figura 2.12 Trazo de cuadrícula en Gabinete Eléctrico.

Por otra parte, también fue necesario realizar el margen en el panel interno según las dimensiones de las canaletas y los pedazos de riel Din que se van a instalar en este panel, dejando los espacios adecuados para la instalación de cables según sea necesario.

La canaleta y riel Din se cortaron según las dimensiones establecidas para el margen y la ubicación de los elementos como contactores, termomagnéticos y relays. En la Figura 2.13 y Figura 2.14 se presenta el procedimiento de corte de canaleta y riel Din para

luego verificar que estos queden perfectamente ubicados en el panel interno del gabinete eléctrico como se muestra en la Figura 2.15.



Figura 2.13 Corte canaleta para panel interno.



Figura 2.14 Corte Riel Din para montar elementos.



Figura 2.15 Comprobación Canaleta y Riel Din del panel interno.

Una vez verificado que todos estos elementos fueron ubicados correctamente, se procede a señalarlos y continuar con la siguiente fase.

Perforación de Panel Externo e Interno del Gabinete.

Para los orificios de sujeción y montaje de los elementos eléctricos se los realizó utilizando brocas para metal y una broca de tipo escalonada también llamada Sacabocados (ver Figura 2.16) el cual realiza orificios con una medida deseada estandarizada.



Figura 2.16 Broca sacabocados escalonada. [7]

Una vez señalados los puntos a perforar, se asegura el tablero y el panel interno para evitar movimiento innecesario y se generen accidentes al momento de perforar. Con ello en mente se perforan todos los orificios externos (ver Figura 2.17) e internos (ver Figura 2.18) del gabinete y se lima los filos cortantes (ver Figura 2.19), dejando limpio toda el área.



Figura 2.17 Perforación de panel delantero.



Figura 2.18 Perforación de panel interno.



Figura 2.19 Eliminación de filos cortantes con lima.

Montado de todos los elementos eléctricos

El montaje de todos los elementos se realiza siguiendo la Figura 2.11 para el panel frontal del gabinete y asegurando todos los elementos de manera adecuada, así como se muestra en la Figura 2.20.



Figura 2.20 Montado y asegurado de elementos en panel frontal.

Una vez instalados los elementos frontales, se pasa a los elementos y placa internos del gabinete eléctrico, estos fueron fijados y asegurados con los propios elementos del gabinete y las propiedades de construcción de los elementos y bases de sujeción. En la Figura 2.21 se muestra el montaje del panel interno con canaletas y rieles Din sujetos.



Figura 2.21 Montado y asegurado de panel interno.

A continuación, se montó los elementos restantes en el riel Din siguiendo un orden, el cual es: primera fila se colocan elementos de protección, segunda fila contactores y relays y en la última fila se colocan elementos extras como borneras y terminales. Obteniendo así el tablero final que se puede observar en la Figura 2.22.



Figura 2.22 Panel interno finalizado.

Armado de circuitos en Tablero Didáctico

En el tablero eléctrico se realizaron 5 circuitos eléctricos independientes, los cuales fueron mencionados anteriormente y en este apartado se pone en práctica el funcionamiento real de cada uno. Todos los mandos propuestos poseen su circuito de

control y de potencia los cuales fueron conectados según los diagramas multifilares correspondientes.

Como se puede ver, en la Figura 2.23 el cableado de los circuitos debe encontrarse dentro de las canaletas y tener la longitud suficiente para que no lleguen a tensarse y posteriormente se puedan romper; esto sobre todo cuando se conectan los elementos internos con los externos como se presenta en la Figura 2.24.



Figura 2.23 Cableado dentro de canaletas.



Figura 2.24 Cableado no templado.

El funcionamiento y armado de cada circuito se presenta en el vídeo 1 que se encuentra en el apartado “Elaborar un Manual de Uso y Mantenimiento”.

2.4 Realizar Pruebas de Funcionamiento

Para verificar el estado de todos los elementos eléctricos, se realizó varias pruebas de funcionamiento a cada circuito implementado en el módulo didáctico. Entre estas pruebas se tienen: continuidad, medición de voltaje a la salida de cada elemento y medición de corriente en los cables de alimentación del tablero y de los motores.

Pruebas de continuidad

Para los circuitos mostrados en las Figuras: 2.1, 2.3, 2.5, 2.7 y 2.9 se verificó que todas las conexiones se encuentren montadas correctamente, esto con ayuda de un multímetro con la función de continuidad seleccionada, todos los datos obtenidos parten desde la línea de alimentación hasta las salidas de los contactores con destino a los motores, con estos ítems establecidos se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 2.6 Prueba de continuidad para mando Encendido desde Varios Puestos.

Continuidad				
Sección		RS	ST	TR
Alimentador		OK	OK	OK
Interruptor termomagnético (3 polos)		OK	NA	NA
C. Control	Bobina del contactor	OK	NA	NA
	Pulsador 1 (NO)	OK	NA	NA
	Pulsador 2 (NO)	OK	NA	NA
	Pulsador 3 (NC)	NA	OK	NA
	Pulsador 4 (NC)	NA	OK	NA
	Paro de emergencia	NA	OK	NA
C. Potencia	Contactador (contactos de potencia)	OK	OK	OK

Tabla 2.7 Prueba de continuidad para mando Memorizado.

Continuidad				
Sección		RS	ST	TR
Alimentador		OK	OK	OK
Interruptor termomagnético (3 polos)		OK	NA	NA
C. Control	Bobina del contactor	OK	NA	NA
	Interruptor	OK	NA	NA

	Paro de emergencia	NA	OK	NA
C. Potencia	Contactador (contactos de potencia)	OK	OK	OK

Tabla 2.8 Prueba de continuidad para mandos: Bloqueo Parcial, Total e Interbloqueo.

Continuidad				
Sección		RS	ST	TR
Alimentador		OK	OK	OK
Interruptor termomagnético (3 polos)		OK	NA	NA
C. Control	Bobina de contactor 1	OK	NA	NA
	Bobina de contactor 2	OK	NA	NA
	Pulsador 1 (NO)	OK	NA	NA
	Pulsador 2 (NO)	OK	NA	NA
	Pulsador 3 (NC)	NA	OK	NA
	Pulsador 4 (NC)	NA	OK	NA
	Paro de emergencia	NA	OK	NA
C. Potencia	Contactador 1 (contactos de potencia)	OK	OK	OK
	Contactador 2 (contactos de potencia)	OK	OK	OK

Una vez comprobado que los circuitos están funcionando adecuadamente, se pasa a las siguientes 2 pruebas y se registra todos los datos que arroje el multímetro con las funciones de voltaje y corriente. Los datos registrados de cada circuito se presentan en las tablas ubicadas en la sección de RESULTADOS.

Las funciones utilizadas para estas pruebas se muestran en la Figura 2.25:



Figura 2.25 Multímetro con función para medir continuidad, voltaje y corriente.

3 RESULTADOS

A continuación, se presenta el tablero eléctrico finalizado, ver Figura 3.1; en la Figura 3.2 se muestran todos los elementos que constituyen el módulo didáctico de entrenamiento N° 2.

Este tablero fue instalado en el laboratorio LTI para Instalaciones Eléctricas, el cual permite realizar diversos circuitos de control además de los planteados en este documento.



Figura 3.1 Tablero entregable para laboratorio de LTI-IE.

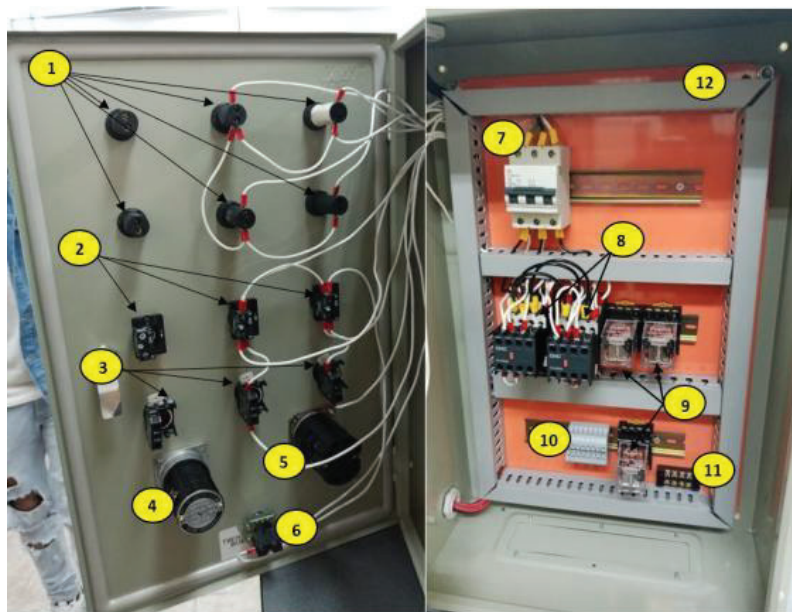


Figura 3.2 Elementos del tablero entregable para laboratorio de LTI-IE.

Descripción de la Figura 3.2:

1. Luces Piloto indicadores (127/220V).
2. Pulsadores de Marcha.
3. Pulsadores de Paro.
4. Selector de Fase.
5. Interruptor de potencia (15A).
6. Pulsador Hongo.
7. Breaker PTC YCB2-63 (Térmico-Magnético).
8. Contactor CNC D18 (220V)
9. Relays (110V).
10. Borneras Industriales.
11. Bornera para N y Tierra.
12. Canaleta Ranurada.

A continuación, se presentan los circuitos implementados en el tablero eléctrico tanto de control como de potencia y una representación del proceso de armado, ver Figura 3.3:



Figura 3.3 Armado de circuitos en tablero eléctrico.

En la Figura 3.4 se observa el circuito para encender y apagar 1 motor desde varios puestos, para ello se utilizó 2 pulsadores de marcha y 2 de paro para simular esta acción en el mismo tablero eléctrico.



Figura 3.4 Implementación de mando desde varios puestos.

En la Figura 3.5 se observa el uso de 1 motor el cual se enciende y apaga utilizando 1 interruptor en el circuito de control, sin embargo, el interruptor de potencia presente en el tablero eléctrico también puede encender el motor directamente sin requerir de contactores. Además, se tiene dos luces piloto indicadores de estado.



Figura 3.5 Implementación de mando memorizado.

En la Figura 3.6 se representa 2 tipos de circuitos: el primer mando utiliza 2 motores para los cuales encienden y apagan según las condiciones planteadas para un mando de bloqueo parcial, es decir, el motor número 2 enciende solo si el motor número 1 se encuentra apagado y en caso de encenderse, el motor 2 no deja de funcionar. Y el segundo mando representa la configuración para un mando de bloqueo total para 2 motores, este mando permite que el motor N°2 encienda siempre y cuando el motor 1 se encuentre apagado, pero si cambia de estado el motor N°1, el motor N°2 se apaga inmediatamente.



Figura 3.6 Implementación de mando bloqueo parcial y total.

Por último, en la Figura 3.7 se presenta el mando interbloqueado, para el cual se utilizó un motor que cumple con la condición de encendido en sentido horario cuando se presiona S1 y encendido en sentido antihorario cuando se presiona el pulsador S2, este mando solo permite el encendido del motor en un sentido y no ambos al mismo tiempo.



Figura 3.7 Implementación de mando interbloqueado.

3.1 Pruebas y Análisis de Resultados

Una vez realizadas todas las pruebas de medición de voltaje y corriente para cada circuito implementado en el módulo didáctico N°2 se obtuvo los siguientes datos:

Pruebas de voltaje:

Una vez verificadas las conexiones de los 5 circuitos correspondientes a los diagramas de las Figuras: 2.1, 2.3, 2.5, 2.7 y 2.9 se midió voltaje, con ayuda del multímetro, en cada línea de todos los elementos que conforman los circuitos mencionados, los datos se presentan desde la tabla 3.1 hasta la tabla 3.10.

Tabla 3.1 Prueba de voltaje para mando desde varios puestos, circuito de control.

Voltaje [V]	
Sección	RS
Alimentador	219.6
Interruptor termomagnético	219.5
Bobina de contactor	219.8
Pulsador 1 (NO)	219.8
Pulsador 2 (NO)	219.8
Pulsador 3 (NC)	0
Pulsador 4 (NC)	0
Paro de emergencia	0

Tabla 3.2 Prueba de voltaje para mando desde varios puestos, circuito de potencia.

Voltaje [V]			
Sección	RS	ST	TR
Alimentador	219.6	218.8	220.1
Interruptor termomagnético (3 polos)	219.5	218.8	220.0
Contactador (contactos de potencia)	219.7	218.8	220.4

Tabla 3.3 Prueba de voltaje para mando memorizado, circuito de control.

Voltaje [V]	
Sección	RS
Alimentador	217.4
Interruptor termomagnético	217.4
Bobina de contactor	217.4
Interruptor	217.8
Paro de emergencia	0

Tabla 3.4 Prueba de voltaje para mando memorizado, circuito de potencia.

Voltaje [V]			
Sección	RS	ST	TR
Alimentador	217.4	218.8	216.8
Interruptor termomagnético (3 polos)	217.4	218.8	216.8
Contactador (contactos de potencia)	217.2	218.3	216.2

Tabla 3.5 Prueba de voltaje para mando bloqueo parcial, circuito de control.

Voltaje [V]	
Sección	RS
Alimentador	216.1
Interruptor termomagnético	216.1
Bobina de contactor 1	215.7
Bobina de contactor 2	215.7
Pulsador 1 (NO)	216.0
Pulsador 2 (NO)	216.2
Pulsador 3 (NC)	0
Pulsador 4 (NC)	0
Paro de emergencia	0

Tabla 3.6 Prueba de voltaje para mando bloqueo parcial, circuito de potencia.

Voltaje [V]			
Sección	RS	ST	TR
Alimentador	216.1	215.2	216.1
Interruptor termomagnético (3 polos)	216.1	215.2	216.1
Contactador 1 (contactos de potencia)	215.6	214.8	215.5
Contactador 2 (contactos de potencia)	215.8	214.8	215.6

Tabla 3.7 Prueba de voltaje para mando bloqueo total, circuito de control.

Voltaje [V]	
Sección	RS
Alimentador	215.2
Interruptor termomagnético	215.1
Bobina de contactor 1	215.1
Bobina de contactor 2	215.2
Pulsador 1 (NO)	215.0
Pulsador 2 (NO)	215.3
Pulsador 3 (NC)	0
Pulsador 4 (NC)	0
Paro de emergencia	0

Tabla 3.8 Prueba de voltaje para mando bloqueo total, circuito de potencia.

Voltaje [V]			
Sección	RS	ST	TR
Alimentador	215.2	214.8	214.6
Interruptor termomagnético (3 polos)	215.1	214.1	215.1
Contactador 1 (contactos de potencia)	215.2	214.1	215.5
Contactador 2 (contactos de potencia)	215.3	214.1	215.5

Tabla 3.9 Prueba de voltaje para mando interbloqueado, circuito de control.

Voltaje [V]	
Sección	RS
Alimentador	215.6
Interruptor termomagnético	215.5
Bobina de contactador 1	215.5
Bobina de contactador 2	215.6
Pulsador 1 (NO)	215.6
Pulsador 2 (NO)	216.1
Pulsador 3 (NC)	0
Pulsador 4 (NC)	0
Paro de emergencia	0

Tabla 3.10 Prueba de voltaje para mando interbloqueado, circuito de potencia.

Voltaje [V]			
Sección	RS	ST	TR
Alimentador	215.6	215.1	215.8
Interruptor termomagnético (3 polos)	215.5	215.0	215.6
Contactador 1 (contactos de potencia)	216.1	215.3	216.1
Contactador 2 (contactos de potencia)	215.9	215.1	216.0

Pruebas de corriente

Finalmente se midió corriente con una pinza amperimétrica (multímetro apto para medir corriente sin ser invasivo) para verificar si se presenta algún daño o caída desde la

alimentación hasta las conexiones del motor. Los datos obtenidos para cada circuito se presentan en la Tabla 3.11:

Tabla 3.11 Prueba de corriente para cada mando implementado.

Corriente [A]															
Mando	Varios puestos			Memorizado			Bloqueo parcial			Bloqueo Total			Interbloqueado		
Sección Elemento	R	S	T	R	S T	T	R	S	T	R	S	T	R	S	T
Alimentador	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Motor 1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Motor 2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	NA	NA	NA

Elaboración de un Manual de Uso y Mantenimiento

Se realizó 2 videos explicativos, de los cuales: el primer video trata sobre el uso y el mantenimiento que se debe realizar al módulo didáctico de entrenamiento N° 2, ver figura 3.8, y el segundo video habla sobre los circuitos implementados en el tablero eléctrico, en este video se observa el funcionamiento de los motores según el circuito de control implementado, ver Figura 3.9.

Manual de uso y mantenimiento para Tablero Eléctrico



Figura 3.8 Código QR del video sobre uso y mantenimiento del eléctrico instalado en el laboratorio de LTI-IE.

Enlace: <https://youtu.be/Mc5PFaETpaA>

Pruebas de funcionamiento del Tablero Eléctrico



Figura 3.9 Código QR del video sobre pruebas y funcionamiento del tablero eléctrico instalado en el laboratorio de LTI-IE.

Enlace: https://youtu.be/L_kWf5dejfo

4 CONCLUSIONES

- Con base en los dimensionamientos realizados para elementos de protección, maniobra y conexiones, fue necesario adquirir el 59% de todos los elementos del tablero, mientras que el 41% restante de elementos, fueron donados por PoliEleKtric. Con todas las partes del tablero eléctrico ya en mano, se calculó el espacio interno ocupado total, el cual fue de 816.75 [cm²] y se investigó en un catálogo comercial de gabinetes eléctricos, que tablero es el más adecuado para albergar todos estos elementos y que el área ocupada no exceda el 40% del espacio disponible, con todas estas consideraciones se escogió un gabinete con dimensiones de 60x40x20cm.
- Los diagramas de control y de potencia elaborados con ayuda de CADeSIMU fueron desarrollados para un voltaje de 220V, el cual es el voltaje al que trabajan las bobinas de los contactores, sin embargo, se consideró que para ciertos circuitos en donde se necesita de Relays con conexión a neutro por las bobinas de estos elementos que trabajan a 110V.
- Los circuitos desarrollados en CADeSIMU con más elementos utilizados fueron los mandos de bloqueo parcial, total e interbloqueado, en donde se emplearon: 4 luminarias, 4 pulsadores, 1 Pulsador tipo Hongo, 1 Termomagnético trifásico y 2 contactores con sus bloques auxiliares respectivos, estos circuitos no sobrepasan el máximo de elementos disponibles en el tablero eléctrico.
- Las perforaciones realizadas al gabinete eléctrico fueron realizadas con una broca especial tipo escalonada con un diámetro máximo de 22mm estandarizado, además se aplicó continuamente refrigerante para evitar el sobrecalentamiento del área de perforación y también de la broca.
- Para el montado del selector de fases, primero se desarmó todo el dispositivo para verificar que el selector active las fases señaladas en la leyenda y no exista confusión en la configuración interna, gracias a ello se tiene que las opciones ST, RT y RN trabajan correctamente, mientras que la RS solo activa la fase R.
- La selección de borneras industriales consideró el calibre máximo de los cables que se podrán conectar en estos elementos y por seguridad se colocó borneras para calibre máximo AWG #10.
- Todos los elementos donados para el tablero eléctrico fueron revisados a profundidad para garantizar el correcto funcionamiento y estado físico; antes y después de montarlos en el tablero se realizaron diversas pruebas de ajuste en los terminales y de enclavamiento de las bobinas.

- Debido al tipo de terminales utilizados en los cables conductores, los cuales son tipo Y, solo se pudo colocar un máximo de dos cables por contacto independientemente del elemento que se conectó y del circuito que se implementó.
- El interruptor de potencia puede energizar directamente los motores disponibles en el laboratorio LTI, esto gracias a que su construcción es robusta y apta para manejar corrientes grandes de hasta un máximo de 15 A. Considerando que los motores son de máximo 0.75HP, esto no supone un gran esfuerzo para el interruptor.

5 RECOMENDACIONES

- Para realizar las perforaciones del tablero eléctrico se recomienda el uso de brocas construidas para realizar agujeros con diámetros estandarizados para tablero eléctricos, en caso de requerir comprar una de estas brocas se recomienda adquirir una que tenga diámetros mayores a 22mm, con esto se podrá realizar perforaciones para colocar prensa estopas adecuadas.
- Antes de seleccionar y comprar un gabinete eléctrico, primero se debe conocer el área total que van a ocupar todos los elementos y sobredimensionar esta área multiplicando por un mínimo de 1.75, de esta forma se asegura que el gabinete tendrá el espacio suficiente para albergar los componentes y quedará un espacio libre adecuado para manipular los componentes, así se evita comprar tableros extras por falta de espacio y sobre todo, porque estos gabinetes son de los más costosos que tiene el tablero eléctrico.
- Para la fijación de los distintos componentes del tablero, primero se debe observar la forma en la que fueron construidos y que acciones se pueden realizar sin que dañen el elemento eléctrico, por ejemplo: en el tablero se utilizó dos marcas de pulsadores, CNC y PTC, en donde la marca PTC poseen ranuras de sujeción y se requiere de un destornillador plano pequeño para separar el botón de la base, mientras que CNC posee una pestaña que presionando y moviendo a la izquierda o derecha se puede sujetar o soltar ambas partes, esto permite que el elementos se conserve en buenas condiciones.
- Una vez realizadas todas las perforaciones del tablero, se debe limpiar las limallas o residuos metálicos con guaipe o directamente inyectando aire a presión en el tablero, nunca intentar limpiar con la mano desnuda, pues estas partículas pueden adherirse a la piel y generar molestia o dolor.
- Para poder cotizar los elementos del tablero eléctrico, es recomendable investigar los nombres comerciales de cada componente a instalarse para evitar confusiones entre el estudiante y el proveedor, pues en el mundo comercial ciertos elementos pueden parecerse en nombre, pero, en características cambia de forma notoria. Este fue el caso para las barras de alimentación y las borneras de tierra y neutro.
- Para un mejor manejo del cable alimentador se recomienda colocar cable de tipo Sucre con la cantidad de conductores necesarios para las fases, neutro y tierra, pues al ser un cable robusto y con buena protección, se asegura la manipulación y preservación de los cables internos.

- Para evitar que los cables internos queden sueltos, aquellos que conectan los elementos internos con los externos, se recomienda colocar espiral plástica para cable, este puede crear un solo canal por el cual atraviesen los cables y así también se evita colocar canaletas ranuradas adicionales, los cuales ocupan un espacio significativo en la puerta del gabinete.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] M. d. D. U. y. Vivienda, «habitatyvivienda.gob.ec,» MIDUVI, 28 Abril 2022. [En línea]. Available: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/NEC-SB-IE-Final.pdf>. [Último acceso: 08 Noviembre 2022].
- [2] C. E. Internacional, «Legrand,» Schneider Electric, Febrero 2008. [En línea]. Available: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://eduscol.education.fr/sti/sites/eduscol.education.fr.sti/files/ressources/pedagogiques/946/946-guia-instalaciones-electricas-2008-s.e.pdf>. [Último acceso: 14 Noviembre 2022].
- [3] I. E. d. Normalización, «INEN,» INEN, 2019. [En línea]. Available: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/CPE-19.pdf>. [Último acceso: 21 Noviembre 2022].
- [4] S. E. G. ASIPUELA, «IMPLEMENTACIÓN DE MÓDULOS DE ENTRENAMIENTO EN ARMADO DE TABLEROS ELÉCTRICOS PARA EL LTI-IE-ESFOT MÓDULO 2,» Repositorio EPN, Quito, 2021.
- [5] W. E. P. Cadena, «IMPLEMENTACIÓN DE MÓDULOS DE ENTRENAMIENTO EN ARMADO DE TABLERO ELÉCTRICO PARA EL LTI-IE-ESFOT,» Reposito EPN, Quito, 2021.
- [6] EnagoAcademy, «Enago,» 11 Septiembre 2022. [En línea]. Available: <https://www.enago.com/es/academy/choose-best-research-methodology/>. [Último acceso: 14 Noviembre 2022].
- [7] TRUPER, «TRUPER,» 11 Julio 2022. [En línea]. Available: <https://www.truper.com/juego-de-3-brocas-escalonadas-oxido-negro.html>. [Último acceso: 12 Diciembre 2022].

7 ANEXOS

ANEXO I. REPORTE DE SIMILITUD GENERADO POR TURNITIN

DMQ, 28 de febrero de 2023

Yo, Abraham Ismael Loja Romero, 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:

Fecha de entrega: 28-feb-2023 10:55a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2025312631

Nombre del archivo: Tesis_Dylan_Jurado.pdf (1.06M)

Total de palabras: 6273

Total de caracteres: 31671

Tesis_Dylan_Jurado

INFORME DE ORIGINALIDAD

10%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Escuela Politecnica Nacional

Trabajo del estudiante

5%

2

www.slideshare.net

Fuente de Internet

1%

3

repositorio.ulima.edu.pe

Fuente de Internet

1%

DIRECTOR

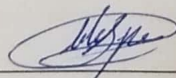
Ing. Abraham Ismael Loja Romero., Msc.

ANEXO II. CERTIFICADO DE FUNCIONAMIENTO DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

DMQ, 28 de febrero de 2022

Yo, Ing. Abraham Ismael Loja Romero, 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 DEL MÓDULO DIDACTICO DE ENTRENAMIENTO PARA ARMADO DE TABLEROS ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN, el cual fue implementado por el estudiante Dylan Alejandro Jurado Valenzuela.

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. Abraham Ismael Loja Romero., Msc.

Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía | Edificio N. 21 | Área 3 | Oficina 21

Correo: abraham.loja@epn.edu.ec | Ext:2726

ANEXO III. FACTURA DE ELEMENTOS COMPRADOS



RUC.: 1704103728001
 FACTURA N° 001-099-000020490
 NÚMERO DE AUTORIZACIÓN
 3110202201170410372800120010990000204900002049012

ING. FRANCISCO ROSENDO JARRIN JACOME
 Dir Matriz: Av. 10 de Agosto N57-47 y Borrero/Pana Norte
 Dir Sucursal:
 Telefono: 022406958
 Email: contabilidad@polielektric.com contacto@polielektric.com
 Obligado a llevar contabilidad: SI
 CONTRIBUYENTE RÉGIMEN RIMPE
 Agente de Retención Resolución N° NAC-DNCRASC20-00000001

AMBIENTE: PRODUCCIÓN
 EMISIÓN: NORMAL
 CLAVE DE ACCESO



INFORMACIÓN CLIENTE

Razón Social / Nombres y Apellidos: DYLAN ALEJANDRO JURADO VALENZUELA
 RUC / CI: 1753936473
 Fecha Emisión: 31/10/2022
 Guía Remisión:

Cod. Principal	Cod. Auxiliar	Cant	Descripción / Detalles Adicionales	Precio Unitario	Desuento	Precio Total
TP-8040/20		1.0	TABLERO METÁLICO TWIN BOX 80 X 40 X 20 CM IP65 IK09	80.41	8.04	72.37
LAY5-EA3311		3.0	PULSADOR PTC MARCHA VERDE PLASTICO XB2 22MM	2.00	0.60	5.40
ET80		1.0	ENCHUFE P/GALLINA 50AMP ROCKWELL 125V-250V 10-50R (35080)	6.48	0.65	5.83
EYTR7		1.0	ENCHUFE CAUCHO 3 PATAS 16AMP ELECTROCONTROL	1.10	0.11	0.99
CBL29		20.0	CABLE CUENCA FLEXIBLE #18 AWG	0.21	0.42	3.78
CBL26		10.0	CABLE CUENCA FLEXIBLE #12 AWG	0.66	0.66	5.94
RIEL-ACER-35		1.0	RIEL DIN-35 mm METAL SIMETRICA 1M CNC/CSC	1.96	0.20	1.76
C-4025		1.0	CANAleta RANURADA GRIS CNC 40X25 mm (2METROS)	5.00	0.50	4.50
LA-DN22		2.0	BLOQUE DE CONTACTOS 2NO + 2NC CNC (LA-DN22)	2.85	0.57	5.13
VF 5.5-5Y		25.0	TERMINAL "U" 12 - 10 AMAR # 10/5.3 mm CAMSCO	0.10	0.25	2.25
VF 1.25-3Y		25.0	TERMINAL "U" 22 - 18 ROJO # 6/3.7 mm CAMSCO	0.05	0.12	1.03
CBL52		5.0	CABLE SUCRE 3X10 AWG	3.44	1.72	15.48
JXB 2.5EN		8.0	BORNERA UNIVERSAL P/RIEL DIN #12 WKD 20AMP GRIS	0.65	0.52	4.68
AP 2.5		1.0	TAPA FINAL P/BORNERA L40/H31.5W1.5mm (JXB 2.5EN)	0.18	0.02	0.16
VF 1.25-3Y		50.0	TERMINAL "U" 22 - 18 ROJO # 6/3.7 mm CAMSCO	0.05	0.25	2.25
VF 5.5-5Y		25.0	TERMINAL "U" 12 - 10 AMAR # 10/5.3 mm CAMSCO	0.10	0.25	2.25
CE040010		1.0	TERMINAL PUNTERA #12 GRIS CSC/CNC (100U) (E4009)	4.10	0.41	3.69

INFORMACIÓN ADICIONAL

EMAIL: dylanjurado@hotmail.com
 DIRECCION: LLANO GRANDE
 TELEFONO: 0987594080
 REFERENCIA: ND
 CONTRIBUYENTE RÉGIMEN RIMPE: RIMPE

SUBTOTAL 12%	137.50
SUBTOTAL 0%	0.00
SUBTOTAL No objeto de IVA	0.00
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS	137.50
DESCUENTO	15.28
ICE	0.00
IVA 12%	16.40
VALOR TOTAL USD	154.00

Forma de Pago: OTROS CON UTILIZACION DEL SISTEMA FINANCIERO	Condiciones de Pago: 1 dias	Valor Total: 154.00
--	--------------------------------	------------------------

Recibí Conforme
 Nombre: _____
 Cédula / RUC: _____

Anexo III: Factura de elementos comprados.

ANEXO IV. LISTA ELEMENTOS DONADOS POR POLIELEKTRIC.

Anexo IIV: Listado de elementos donados.

Elementos	Cantidad
Luces piloto	6
Pulsadores de paro	3
Pulsador tipo Hongo	1
Selector (15A)	1
Selector de fases	1
Contactador AC-3 (18A)	2
Termomagnético C10 3 polos	1
Relays 11 pines (110V)	3
Base para Relays	3
Bornera N-PE	1