

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE 3 MÓDULOS DE
ENTRENAMIENTO DE CANALIZACIONES ELÉCTRICAS**

**INSTALACIÓN DE LOS COMPONENTES ELÉCTRICOS DE 3
MÓDULOS DE ENTRENAMIENTO DE CANALIZACIONES
ELÉCTRICAS**

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

JHOE STEVE QUEZADA JUMBO

DIRECTOR: ARACELY INÉS YANDÚN TORRES

DMQ, febrero 2024

CERTIFICACIONES

Yo, Jhoe Steve Quezada Jumbo 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.

Jhoe Steve Quezada Jumbo

jhoe.quezada@epn.edu.ec

jhoejumbo@gmail.com

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por Jhoe Steve Quezada Jumbo, bajo mi supervisión.

Aracely Inés Yandún Torres

DIRECTOR

aracely.yandun@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.

Jhoe Steve Quezada Jumbo

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mi familia, en especial a mis padres que me brindaron todo su apoyo y su guía a lo largo de mi vida académica como personal, a mis hermanos que fueron una ayuda para brindarme felicidad y enseñanzas. Además de mis amigos y compañeros que también fueron un gran aporte a mi formación como persona y también profesores que me dieron los conocimientos necesarios para formarme en ámbito académico.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a madre Rosa y mi padre Danny que tuvieron la paciencia y apoyo incondicional, emocional y económico para poder concluir con este proyecto de titulación, también a mis hermanos que fueron mi apoyo y compañía cuando lo necesitaba.

Igualmente agradezco a los encargados de los laboratorios en la ESFOT, tanto como los ingenieros como los pasantes que me dieron los materiales y elementos necesarios para el desarrollo del trabajo de titulación.

Por último, también le dio las gracias a los profesores que me otorgaron el conocimiento necesario para la redacción del proyecto escrito e instalación de los equipos necesarios para la finalización de dicho proyecto.

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.....	2
1.2 Objetivos Específicos	2
1.3 Alcance.....	2
1.4 Marco teórico.....	3
Canalizaciones eléctricas	3
Cajetines eléctricos.....	4
Tomacorrientes.....	5
Interruptores	5
Acometida.....	6
Breakers	6
Norma Ecuatoriana de la Construcción.....	7
2 METODOLOGÍA.....	8
2.1 Revisión del diseño.....	9
2.2 Estado actual de los tableros.....	11
2.3 Instalación de los elementos de madera.....	12
2.4 Manual de usuario	13
2.5 Manual de mantenimiento.....	13
3 Pruebas y RESULTADOS	15
3.1 Corte de Tableros.....	15

3.2	Instalación de cajetines	16
3.3	Instalación de tubería	17
3.4	Tableros	18
3.5	Instalación del tablero eléctrico.....	19
3.6	Módulo de canalizaciones.....	21
3.7	Pruebas de funcionamiento	22
	Prueba 1: Circuito de tres interruptores	22
	Prueba 2: Circuito de dos conmutadores y tres tomacorrientes	23
	Prueba 3: Circuito de tres conmutadores, un interruptor, un tomacorriente y un timbre	26
3.8	Manual de usuario y mantenimiento	28
	Manual de usuario	28
	Manual de mantenimiento.....	28
4	Conclusiones	30
5	Recomendaciones	31
6	Referencias bibliograficas.....	32
7	ANEXOS.....	33
	Anexo I. Reporte de Similitud Generado por Turnitin	33
	Anexo II. Certificado de Funcionamiento de Trabajo de Integración curricular	35
	Anexo III. Registro de tableros utilizados en el laboratorio	36

RESUMEN

Dentro del presente documento se detallan todos los procesos necesarios para el desarrollo del tercer componente del proyecto “Diseño y construcción de 3 módulos de entrenamiento de canalizaciones eléctricas”, que comprende la instalación de los elementos eléctricos necesarios para el uso de estos módulos.

En el primer capítulo se detallan de manera general características específicas acerca de que va a tratar el desarrollo del componente, además de describir los objetivos generales y específicos que ya se habían fijado en la planificación del proyecto.

Para el segundo capítulo de este componente, se presenta la metodología utilizada para el desarrollo del componente, aquí se destacan las actividades realizadas de forma más general desde la finalización del componente anterior hasta la conclusión del proyecto.

El tercer capítulo describe de manera más detallada todos los procesos realizados para la instalación de los componentes eléctricos, desde el acondicionamiento de los tableros de metal y tableros eléctricos junto con la estructura metálica, hasta la elaboración de los manuales de usuario y mantenimiento que fueron producto de algunas pruebas de funcionamiento realizadas a los módulos, implementando 3 circuitos eléctricos diferentes en los mismos.

Finalmente, para los capítulos 4 y 5 se redactaron las conclusiones y recomendaciones respectivamente, que fueron producto de la finalización total del componente y del proyecto.

PALABRAS CLAVE: canalizaciones eléctricas, tablero eléctrico, instalación eléctrica, cajetines, breakers, protecciones.

ABSTRACT

This document details all the necessary processes for the development of the third component of the project “Design and construction of 3 electrical pipeline training modules”, which includes the installation of the electrical elements necessary for the use of these modules.

The first chapter details in general terms the specific characteristics of what the development of the component will address, in addition to describing the general and specific objectives that had already been set in the planning of the project.

For the second chapter of this component, the methodology used for the development of the component is presented, here the activities carried out in a more general way from the completion of the previous component to the conclusion of the project are highlighted.

The third chapter describes in more detail all the processes carried out for the installation of the electrical components, from the conditioning of the metal panels and electrical panels together with the metal structure, to the preparation of the user and maintenance manuals that were the product of some functional tests carried out on the modules, implementing 3 different electrical circuits in them.

Finally, for chapters 4 and 5, the conclusions and recommendations were written respectively, which were the product of the total completion of the component and the project.

KEYWORDS: electrical conduits, electrical panel, electrical installation, boxes, breakers, protections.

1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO

En este documento se describe el desarrollo del tercer y último componente del proyecto “Diseño y construcción de tres módulos de entrenamiento de canalizaciones eléctricas” el cual se centra en la instalación de los componentes eléctricos como cajetines y tubería en los tableros de madera los cuales fueron montados sobre la estructura metálica diseñada y construida en el componente anterior.

A diferencia de los componentes anteriores, en esta etapa del proyecto se desarrolla el ensamble de todos los elementos obtenidos para la finalización del proyecto incluyendo los tableros de madera y la estructura metálica, se cuidaron los detalles finales sobre los acabados en los cajetines, tuberías y la caja metálica principal para que estos permanezcan fijos y no presenten fallas al momento de realizar prácticas en estos módulos.

Además de la instalación de los elementos eléctricos, se realizaron las pruebas finales sobre instalaciones eléctricas tal y como se desarrollaría una práctica real de laboratorio con circuitos diseñados y aprobados donde se utilizaron lámparas, interruptores, conmutadores, tomacorrientes, pulsadores y otros elementos disponibles en el laboratorio para realizar este tipo de prácticas de instalaciones eléctricas.

Otras de las opciones aplicables para este tipo de módulos, es la posibilidad de instalación de tuberías entre los cajetines instalados sobre los tableros de madera inferiores y la capacidad de instalación de cableado en sistemas de control dentro del tablero principal donde se encuentran varios elementos eléctricos como son: disyuntores, contactores, relés, botones y luces piloto que según como se conecten estos elementos, se podrán realizar prácticas para control de motores u otras máquinas eléctricas, además de energizar los circuitos instalados en los tableros de madera.

Para finalizar el desarrollo del componente, se trabajó en un manual de usuario y mantenimiento donde se detalló características generales y específicas sobre el funcionamiento y uso de los módulos como lo son la construcción del módulo, tipo de materiales, acabados en la instalación de los componentes eléctricos, transporte de los módulos y los cuidados que se deben tomar en cuenta de los tableros, estructura y caja principal para que los módulos tengan un tiempo de vida más alto. También se desarrolló un video de funcionamiento donde se generalizan aspectos de las canalizaciones instaladas sobre los tableros y descripciones de los circuitos desarrollados en las pruebas finales.

1.1 Objetivo General

Diseñar y construir 3 módulos de entrenamiento de canalizaciones eléctricas para el laboratorio de instalaciones eléctricas

1.2 Objetivos Específicos

1. Evaluar el estado de los módulos de entrenamiento de canalizaciones eléctricas del laboratorio de instalaciones eléctricas
2. Diseñar 3 módulos de entrenamiento de canalizaciones eléctricas
3. Construir 3 estructuras metálicas para los módulos de entrenamiento
4. Instalar los componentes eléctricos en los 3 módulos de entrenamiento de canalizaciones eléctricas
5. Desarrollar un manual de usuario y mantenimiento para los módulos

1.3 Alcance

El laboratorio de instalaciones eléctricas de la ESFOT tiene módulos de entrenamiento de canalizaciones eléctricas que no se encuentran en buenas condiciones. El objetivo de este proyecto es diseñar y construir nuevos módulos de canalizaciones eléctricas para dar solución a cada una de las fallas presentadas en los diferentes módulos, permitiendo así que los estudiantes al momento de realizar las diferentes prácticas puedan realizarlo de una manera más didáctica y teniendo una mejor eficiencia al momento de realizar circuitos de iluminación y tomacorrientes. Se va a realizar un nuevo diseño en 3D en Inventor, con requerimientos mínimos solicitados por el profesor encargado de la materia de instalaciones eléctricas de baja y media tensión, como son: dimensiones, tipo de material, tipos de conexiones eléctricas básicas, etc. Posteriormente se elaborará una cotización de los módulos diseñados y finalmente se presentarán los planos de los mismos. A continuación, se procederá a construir la estructura metálica que servirá como base de los módulos, y se realizará una prueba de inspección visual. Finalmente, una vez concluidas las estructuras metálicas, se instalarán todos los componentes eléctricos básicos como: tableros, tubería, cajetines, etc. y se realizarán pruebas de instalación y armado de circuitos eléctricos básicos. Así mismo se elaborará un manual de usuario de los módulos de entrenamiento de canalizaciones eléctricas.

1.4 Marco teórico

Canalizaciones eléctricas

La canalización eléctrica es un método de protección de los conductores al medio externo como el deterioro debido a la temperatura o la humedad, también es una forma de ordenarlos y distribuirlos dentro de un espacio establecido. Existen dos tipos de canalizaciones eléctricas que se clasifican según el tipo de material utilizado y son metálicas y no metálicas [1]

- **Canalizaciones Metálicas**

Son ideales para el ámbito industrial ya que este tipo de protección es altamente resistente a los esfuerzos o agresiones mecánicas, son comúnmente instalados para trabajos donde se requieran motores, transformadores u otros tipos de máquinas eléctricas. Una desventaja de usar este tipo de canalizaciones es que no resisten ambientes húmedos debido a su poca hermeticidad. Algunos tipos de canalizaciones metálicas son de tipo IMC y EMT que son de tipo galvanizado y son resistentes a la corrosión [1]



Figura 1.1 Canalizaciones Metálicas

- **Canalizaciones No Metálicas**

Las canalizaciones no metálicas son comúnmente usadas en ambientes húmedos ya que son mayormente inmunes a la corrosión, además de ser más ligeras y con un índice de hermeticidad bastante alto por lo que pueden ser usados para alimentaciones eléctricas comerciales y residenciales. Dentro de este tipo de canalizaciones podemos encontrar de tipo PVC que son de tipo rígidos o canalizaciones flexibles [1]



Figura 1.2 Canalizaciones No Metálicas

Cajetines eléctricos

Los cajetines son utilizados principalmente dentro de las instalaciones eléctricas en donde se situarán los empalmes o algunas conexiones de la red eléctrica instalada, además de situar algunos elementos como tomacorrientes, interruptores, luminarias o alguna tapa ciega que cubra espacios expuestos al ambiente [1]

Este tipo de elementos se pueden clasificar en metálicas y no metálicas y se diferencian por el tipo de material y a las condiciones que estas están expuestas siendo más rígidas o resistentes los cajetines metálicos, pero más costosos en comparación a los no metálicos [1]



Figura 1.3 Cajetines eléctricos

Así mismo, se puede encontrar entre los principales tipos de cajetines: cuadrados, rectangulares y octogonales.

Tomacorrientes

Los tomacorrientes se describen como un componente eléctrico cuyo deber es la distribución de energía eléctrica a través de un enchufe hacia máquinas o aparatos eléctricos. Comúnmente estos elementos están hechos de algún material aislante como el plástico o el nylon, para la parte exterior del tomacorriente y en el interior se compone de placas de metal que ayudan el traspaso de corriente desde la alimentación principal hacia el enchufe de la máquina a energizar. Usualmente se clasifican en tomacorrientes sencillos o dobles [1]



Figura 1.4 Tomacorriente doble

Interruptores

Los interruptores son componentes electromecánicos que sirven para energizar circuitos eléctricos y descritos como elementos binarios, es decir que solo pueden tener dos estados, completamente abiertos o cerrados, aunque existen varios tipos de interruptores cuyo accionamiento puede producirse mediante presión, temperatura u algún otro tipo de señal, los más comunes son los de accionamiento manual. La estructura básica de estos componentes se constituye en su interior por una placa de metal que hace contacto con un punto en común con la ayuda de una palanca hecha de algún material aislante para evitar que la persona sufra una descarga, el exterior del elemento está formado de aislante como el plástico [1]



Figura 1.5 Interruptores

Acometida

La acometida se conoce como la red de alimentación a la caja de servicio desde la red de distribución, producto de la salida del transformador hacia el tablero principal de la red a alimentar, este ramal trabaja a bajo voltaje, es decir en rangos de 240 a 127 (V). La selección del tipo de cable para la acometida se basa en algunos aspectos como el tipo de alimentación con la que trabaja, sea bifásica o trifásica, o el tipo de instalación que se quiera realizar, de tipo aérea o subterránea [1]

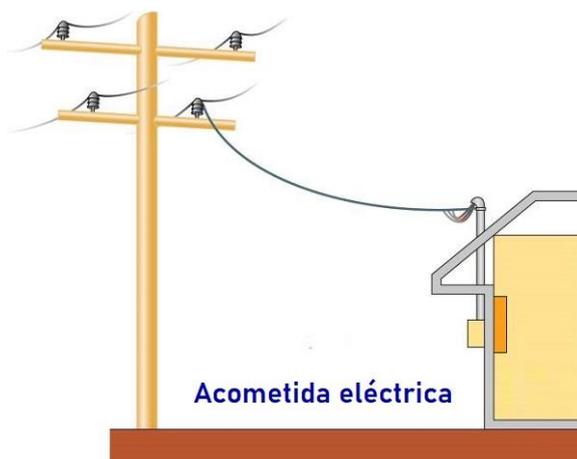


Figura 1.6 Acometida eléctrica [3]

Breakers

El breaker o interruptor automático es un elemento diseñado para proteger un circuito eléctrico de fallas como cortocircuitos, fallas a tierra, sobre corrientes o sobrecargas en la red eléctrica, a diferencia de otros elementos de protección como los fusibles, estos

abren el circuito activando el mecanismo cuando este alcanza condiciones críticas y se cierra el circuito de forma manual sin la necesidad de reemplazarlo a menos que este esté estropeado y no pueda funcionar de manera correcta [1]



Figura 1.6 Breaker

Norma Ecuatoriana de la Construcción

La Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) es un documento desarrollado por la Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) el cual describe todas las especificaciones, requisitos y técnicas mínimas para evitar riesgos de origen eléctrico en construcciones de tipo residencial [2]

2 METODOLOGÍA

De acuerdo con las necesidades actuales del laboratorio de instalaciones eléctricas, el presente proyecto está enfocado en la implementación de tres módulos didácticos para canalizaciones eléctricas.

Este escrito especificará paso a paso las actividades que se realizarán para el desarrollo del componente número tres del proyecto “Construcción e instalación de los componentes eléctricos de los tres módulos de entrenamiento de canalizaciones eléctricas”, el cual se enfoca en la construcción e instalación de los componentes eléctricos de los tres módulos. Según el diagrama de flujo, a continuación, se realizará una descripción de cada etapa hasta llegar a los resultados esperados.

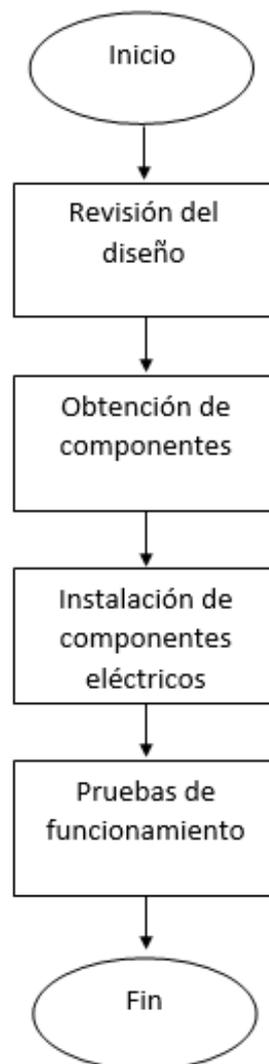


Figura 2.1 Diagrama de Flujo

2.1 Revisión del diseño

Acorde con el desarrollo del componente uno, donde se desarrolló el diseño de los módulos, se contabilizará el número de elementos necesarios para la instalación de los componentes eléctricos, además de conocer la distancia entre cajetines para dimensionar la distancia de las canalizaciones.

A partir de la distribución de elementos en los tableros, se diseñarán diferentes tipos de circuitos para las pruebas de funcionamiento, con esta información se podrá contabilizar el número de componentes eléctricos necesarios para el desarrollo de los circuitos y el estado de estos para poder conservarlos dentro del laboratorio.

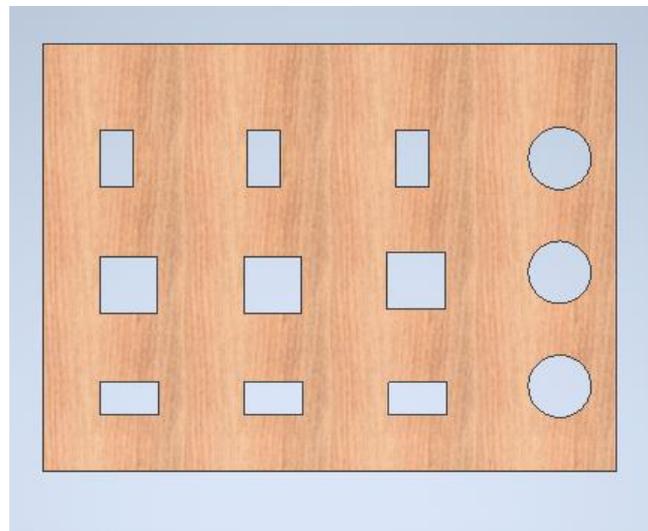


Figura 2.2 Diseño tablero superior

Para el diseño del módulo se consideraron dos tipos de tableros de madera que estarán en la estructura de metal, cada tablero tiene un diseño diferente para diversificar los diseños de los circuitos que se vayan a desarrollar en ellos.

En las Figuras 2.2 y 2.3 se pueden visualizar el diseño de los dos tableros superior e inferior respectivamente. Aquí se instalarán los cajetines eléctricos para fijar otros elementos como interruptores, conmutadores, tomacorrientes y boquillas para lámpara.

Se tiene planeado que los elementos serán de material no metálico ya que esto evitaría fugas de corriente si las canalizaciones o cajetines fueran de metal y por si alguna razón la puesta tierra no estuviera instalada en la caja principal del módulo; esta medida de seguridad está pensada para que los estudiantes no sufran alguna descarga al momento de alimentar el circuito eléctrico.

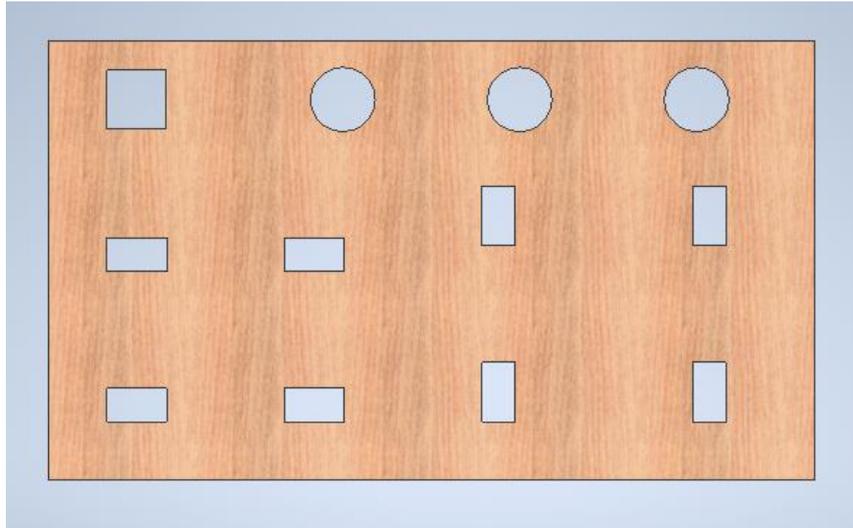


Figura 2.3 Diseño tablero inferior

A continuación, en la Figura 2.4 se muestra la forma en cómo se distribuyen los tableros diseñados para los diferentes accesorios eléctricos, en cada lado de la estructura metálica se ubicarán dos tableros con diferente diseño además de posicionar a un costado de la estructura, un tablero principal de acometida para alimentar todo el módulo, aquí se instalarán algunos componentes eléctricos como *breakers* y los terminales de neutro y tierra

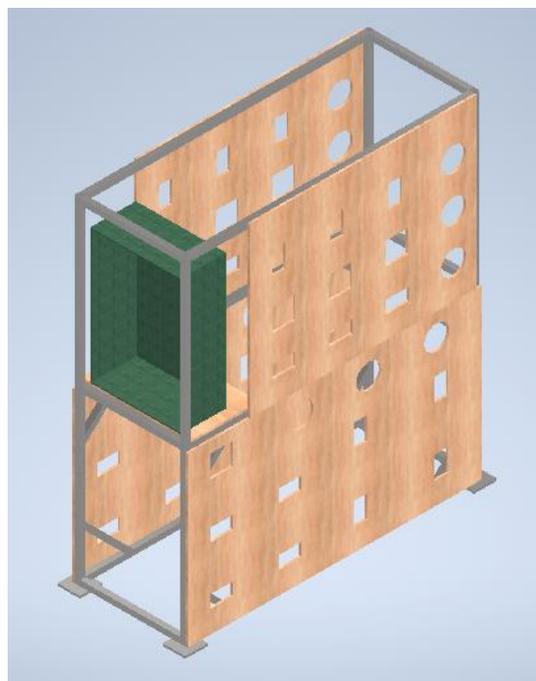


Figura 2.4 Diseño final del módulo didáctico

2.2 Estado actual de los tableros

Con el fin de tener un registro detallado del estado actual de los nueve tableros utilizados en el laboratorio de instalaciones eléctricas junto al estado y número de elementos instalados en dichos tableros, se realizó un inventario completo enumerando y describiendo los diferentes tipos de cajetines y canalizaciones de los tableros.

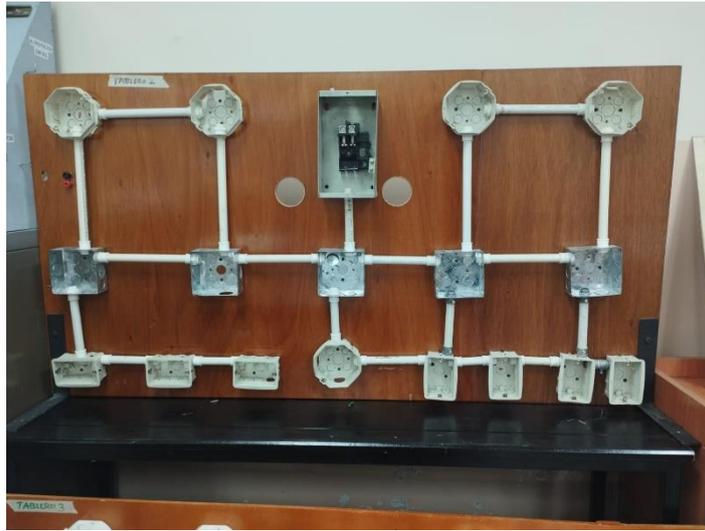


Figura 2.5 Tablero 2 de canalizaciones eléctricas

En el ANEXO III se detalla el estado actual de todos los tableros de instalaciones eléctricas donde se especifican dimensiones, cajetines, canalizaciones y otros elementos instalados en dichos tableros.

Como un resumen general del inventario, se registraron nueve tableros de madera los cuales en su mayoría tenían dimensiones de 140 x 75 (cm), y contaban con un tablero de alimentación principal, además de contar con soporte y en su mayoría elementos en buen estado.

La mayoría de los cajetines utilizados son de material no metálico, incluyendo los conectores; en total de los 136 cajetines contados, 2 de ellos están en mal estado, además que los tableros principales no cuentan con protecciones o terminales para el neutro o la tierra.

De acuerdo con el inventario realizado, se tiene que la mayoría de los elementos que se encuentran dentro del laboratorio están en condiciones de ser reutilizados en el proyecto lo que abarataría costos y agilizaría el desarrollo del presente componente.

2.3 Instalación de los elementos de madera

Después de que las estructuras metálicas estén ya construidas, se procederá a tomar las medidas reales de los espacios donde se vayan a colocar los tableros para dimensionar la superficie del tablero y ubicar los espacios donde tienen que ir los componentes eléctricos, tal y como se observa en la Figura 2.6 que se usan los mismos cajetines para que los agujeros sean lo más precisos al momento del corte.



Figura 2.6 Trazo de los elementos eléctricos sobre los tableros

Con los tableros ya cortados, se tomarán medidas reales entre los espacios para los cajetines, con esto se asegura que la distancia de las canalizaciones y los cortes sean más precisos y evita que haya falta o exceso de material al momento de conectar todos los elementos.

Con los tubos ya cortados y todos los elementos a disposición, se empezará a instalar los cajetines en los agujeros de cada tablero de acuerdo con el tamaño y forma asignada de cada cajetín, después se unirán los cajetines junto con las canalizaciones, para que los tubos estén asegurados a cada elemento, se utilizarán conectores metálicos para asegurar un mejor ajuste y evitar que estas uniones sufran daños a futuro.

Para el tablero principal, se utilizará una caja de metal por cada módulo que reposarán sobre un pedazo de metal a un costado de la estructura, pero dentro de ella para que no exista algún desequilibrio en el módulo.

2.4 Manual de usuario

Como una de las etapas finales del presente proyecto, se concibió la idea de desarrollar un manual de usuario para el uso de estos módulos de entrenamiento, ya que es importante que tanto profesores como estudiantes tengan este material a la mano para que estos tengan conocimiento del como operarlos sin comprometer la integridad de los módulos o la del usuario.

Dentro del manual de usuario se describen procesos como el desmonte de los tableros de madera superiores e inferiores, que están en los costados de la estructura metálica del módulo, ya que al estar enganchados a los tubos estos requieren de un cierto orden para montarlos y desmontarlos del módulo, también se explica la forma en la que el tablero eléctrico principal está fijo al módulo, además de sus elementos internos.



Figura 2.7 Montaje de tableros de madera

Otros aspectos como formas de conexión en los tableros de madera y dentro del tablero principal se explican dentro del manual de usuario permitiendo utilizar no solo una alimentación monofásica o bifásica, si no también tener conexiones bifásicas, esto por las salidas de alimentación que tienen las mesas y el cable trifásico que viene incluido junto al tablero eléctrico principal, aunque esto ya dependería de la imaginación y capacidades del operador.

2.5 Manual de mantenimiento

Como medidas para preservación de estos módulos para canalizaciones eléctricas, se desarrolló la idea de crear un manual de mantenimiento para que las personas que estén encargadas de los laboratorios o los mismos profesores tengan la información necesaria

para cuidar los módulos, ya que estos deberían mantenerse en uso por varios semestres y que los estudiantes puedan sacarles el máximo provecho a estos equipos.

Unos de los puntos principales para el mantenimiento de los módulos de canalizaciones eléctricas, son las condiciones ambientales en las que estos son almacenados, ya que estos no pueden mantenerse en ambientes húmedos por el hecho de que estos deben ser operados con electricidad, los componentes eléctricos dentro del tablero principal se estropearían ocasionando que los contactos se sulfaten o se oxiden, además de que los tableros donde se realizan las canalizaciones son de madera por lo que la humedad podrían deteriorar el estado de estos y que los elementos instalados como los cajetines y la tubería ya no estén fijas a estos.



Figura 2.8 Ruedas de plástico

Otros aspectos a considerar dentro del mantenimiento de estos módulos, es el estado de las ruedas o la estructura metálica que los componen, se tendrían que aceitar o cambiar las ruedas de ser necesario, de lo contrario estos perderían movilidad y sería más pesado el trabajo de transportar los módulos de un lugar a otro, y con la estructura es necesario considerar las cargas máximas que estas puedan soportar ya que estas están consideradas para que solamente los tableros de madera y el tablero eléctrico junto con sus respectivos componentes estén sobre los tubos que lo conforman.

3 PRUEBAS Y RESULTADOS

Una vez terminada la construcción y revisión de las estructuras de metal para los módulos de canalizaciones eléctricas, a continuación se explicará el acondicionamiento de los tableros de madera, esto comprende corte de los tableros de madera, instalación de los componentes eléctricos y la instalación de los tableros y la caja principal sobre la estructura del módulo, además de las pruebas finales de funcionamiento para garantizar el correcto uso y funcionamiento de los módulos de canalizaciones eléctricas.

3.1 Corte de Tableros

Tal y como se explicaba en el diseño de los módulos, se utilizaron cuatro tableros, dos para la parte superior del módulo y otros dos de mayores dimensiones para la parte de abajo.

Para los tableros superiores se marcaron los espacios donde se ubicarían los cajetines y posteriormente se realizaron los cortes en estos para formar los huecos para que los componentes encajen en ellos.



Figura 3.1 Corte de tableros

Para los tableros de abajo, se optó por no cortar agujeros para los cajetines, en cambio estos elementos serán fijados al tablero con tornillos. Al finalizar este acondicionamiento a los tableros, se aseguró que estos queden bien ubicados y sujetos a la estructura metálica, para que esto suceda, a los tableros se les fijaron ganchos de metal tanto en los tableros superiores como en los inferiores.

3.2 Instalación de cajetines

Con los tableros de madera lijados, pintados y con los agujeros para los cajetines en los tableros superiores del módulo, se procede con la selección, acondicionamiento e instalación de los cajetines eléctricos metálicos y no metálicos.



Figura 3.2 Instalación de cajetines

Para el desarrollo de esta etapa dentro de este componente, se adecuaron los agujeros a cada uno de los cajetines usados respectivamente de la forma del agujero y del elemento a instalar. Se lijaron algunas esquinas para que el cajetín entre, además de introducirlos a presión utilizando un martillo.



Figura 3.3 Tableros de madera inferiores

Junto con los conectores ubicados detrás del tablero y los cajetines haciendo presión, estos elementos quedaron fijos de modo que resistan el uso brusco de los estudiantes al momento de realizar prácticas en estos módulos, además se le agregó silicona en los bordes frontales y posteriores de los cajetines para mayor sujeción de estos al tablero de madera.

Para los tableros inferiores del módulo los cajetines solamente fueron fijados con tornillos en la zona pintada del tablero, esto se hizo con el fin de que los estudiantes puedan realizar prácticas un poco más complejas donde no solo tengan que pasar cable por la tubería y hacer empalmes, si no que ellos desarrollen la capacidad de instalar la tubería por sí mismos, no solo conectando un cajetín con otro directamente si no también aprender a doblar tubos para que el cable pueda pasar de un punto a otro punto de forma más directa.

3.3 Instalación de tubería

Para las canalizaciones en los tableros de madera se utilizó tubo Conduit plástico de $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ de pulgada para acoplarlos a los conectores metálicos y no metálicos instalados a los cajetines.

La tubería fue acoplada de modo que entre los cajetines formen una malla para que sea más sencillo cruzar cable entre los distintos cajetines sin la necesidad de utilizar trayectos más largos, lo que significa más uso de material conductor al momento de realizar una práctica sobre instalaciones eléctricas.



Figura 3.4 Instalación de tubería

Esta etapa presentó algunas dificultades puesto que algunos agujeros al costado de los cajetines no estaban correctamente alineados entre sí para que la tubería pueda ser acoplada a los conectores, por lo tanto, para solucionar este problema se optó por doblar la tubería con una fuente de calor, en este caso un encendedor a gas, para que estos puedan adquirir la forma apropiada para que los cajetines puedan ser interconectados entre sí.



Figura 3.5 Doblado de tubería

3.4 Tableros

Finalmente, después de toda la instalación de los distintos elementos eléctricos, tanto cajetines como la tubería, se ajustaron ganchos en la parte trasera de cada uno de los tableros para que estos puedan ser colocados en las estructuras metálicas.

La sujeción de los tableros en el módulo está pensada para que estos no se muevan o tambaleen al momento de realizar las prácticas, ya que esto podría ocasionar que los ganchos se desmonten y harían caer los tableros, lo cual podría ser peligroso ya que con la cantidad de elementos instalados en ellos podrían caer y causar algún daño o lesión a los estudiantes.

Como se puede apreciar en la Figura 3.6, los tableros superiores muestran la cualidad de tener las canalizaciones dentro del módulo además de encontrarse a casi metro y medio de altura del suelo para que sea más práctico el uso de los módulos.



Figura 3.6 Tablero superior vista frontal

3.5 Instalación del tablero eléctrico

A un costado de la estructura principal de los módulos, se instaló un tablero eléctrico de metal que es el responsable de alimentar a los circuitos armados sobre los tableros de madera.



Figura 3.7 Montaje del tablero eléctrico

Para la instalación de estos tableros se utilizó material sobrante de la construcción de los tableros de madera y la estructura, se fijaron tablas con pernos a la estructura para tener una base montada al resto del módulo, y con tubos de acero galvanizado, los cuales fueron excedentes de la estructura, se doblaron y perforaron en las esquinas para el montaje y fijación del tablero eléctrico.



Figura 3.8 Tablero eléctrico principal

Dentro del tablero principal se encuentra material eléctrico montado sobre una placa de metal que soporta todos los componentes eléctricos de protección y control como: contactores, relés, disyuntores, conectores y canaletas que sirven para organizar y ocultar el cableado que pasa cuando se conectan estos elementos.



Figura 3.9 Elementos de protección

Además, que en la puerta del tablero hay otros elementos como pulsadores, interruptores, selectores y luces piloto que facilitan el control del tablero sin la necesidad de mantener el tablero expuesto y solamente utilizando conocimiento de control para manejar la alimentación de los circuitos con uno o dos botones.



Figura 3.10 Cable trifásico

El tablero también incluye un cable de alimentación trifásica para sistemas o elementos que necesiten ser alimentados con este tipo de conexiones, este cable cuenta con una clavija específica para el tipo de tomacorriente trifásico que incluyen las mesas del laboratorio de instalaciones eléctricas.

3.6 Módulo de canalizaciones

El resultado final de uno de los módulos de canalizaciones eléctricas se puede apreciar en la Figura 3.11 donde ya se han colocado todos los demás elementos desmontables como son: los tableros de madera superiores e inferiores y la caja principal de alimentación, los cuales están sujetos a una tabla a un costado de la estructura metálica.



Figura 3.11 Módulo de entrenamiento para canalizaciones eléctricas

Como se han especificado en varios puntos anteriores, estos módulos de entrenamiento han sido construidos para ser lo suficientemente robustos para aguantar el paso del tiempo y su uso prolongado.

3.7 Pruebas de funcionamiento

Para probar que los módulos son funcionales y certificar el uso de estos para las futuras prácticas para los estudiantes de instalaciones eléctricas, se diseñaron, aprobaron y desarrollaron tres circuitos que simulan una práctica real de la materia del laboratorio.

Cada circuito fue desarrollado por cada uno de los integrantes que conforma el desarrollo del presente proyecto, esto para asegurarse que la forma de conexión entre elementos eléctricos sean diferentes y con eso probar que los módulos pueden adaptarse al usuario según su forma de trabajo.

Prueba 1: Circuito de tres interruptores

Como primer circuito para las pruebas de funcionamiento se optó por utilizar circuitos básicos de iluminación, donde se conectaron tres lámparas con su respectivo interruptor cada uno, esto con el fin de demostrar que es posible la conexión de circuitos tan básicos como este y empezar con algo no tan complejo ya que solo se necesitó un solo circuito en la instalación de estos elementos.

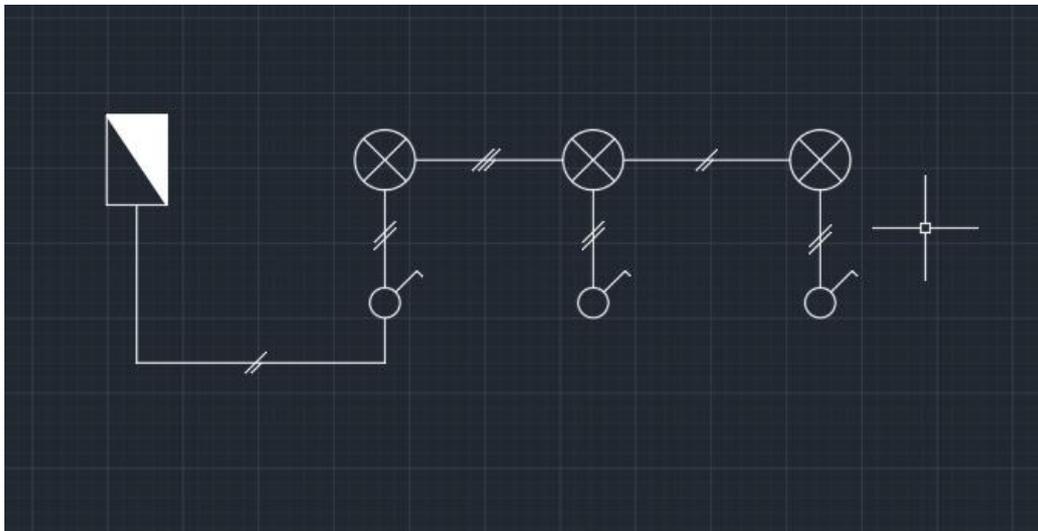


Figura 3.12 Diagrama unifilar circuito 1

Como se muestra en la Figura 3.12 no se necesita demasiado cable para la conexión de las lámparas y los interruptores ya que cada uno fueron conectados de forma paralela con una fase, un neutro y un retorno.



Figura 3.13 Circuito 1 implementado en el módulo de canalizaciones

En el código QR de la Figura 3.14 se puede tener acceso al video de la prueba de funcionamiento con el circuito 1 implementado en el módulo de canalizaciones eléctricas instalado en el laboratorio de instalaciones eléctricas.



Figura 3.14 Código QR del circuito 1

Enlace: https://epnecuador-my.sharepoint.com/:f/g/personal/jhoe_quezada_epn_edu_ec/EkvYne7B-i9KqpyDCDSAVRMBIddiKzjeVtN6ZoblVew9A?e=6ZEjtr

Prueba 2: Circuito de dos conmutadores y tres tomacorrientes

Para el segundo circuito se consideró subir la complejidad del circuito anterior con la adición de un circuito de tomacorrientes y dos conmutadores en el circuito de luminarias,

para la sección de las lámparas, el control de estas es con dos conmutadores que están interconectados entre sí para que las dos lámparas se activen y desactiven ambas al mismo tiempo, no importa con cuál de los conmutadores se accione el circuito. Y dentro de la sección de tomacorrientes, se derivó un circuito a parte para alimentarlos, esto considerando las normas de instalaciones eléctricas donde se estipula que tanto luminarias como tomacorrientes deben contar con su propio circuito; en cada tomacorriente se midió el voltaje y se aseguró que cada salida entregara 127 (V_{AC}).

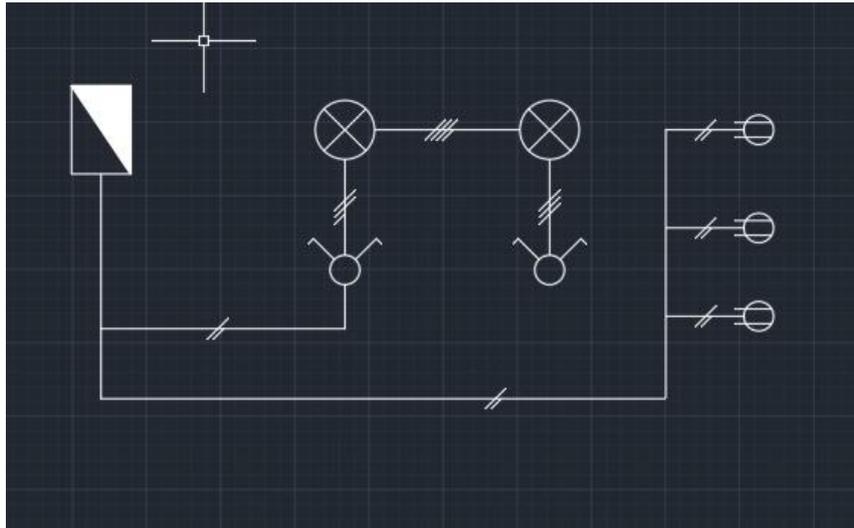


Figura 3.15 Diagrama unifilar circuito 2

Con este segundo circuito se utilizó más cableado debido a que se derivaron dos circuitos para alimentar todo el sistema, además de que los elementos utilizados aumentaron con el reemplazo de los interruptores con conmutadores y la adición de tres tomacorrientes dobles. Para su conexión, en las luminarias se utilizó una fase que alimente el circuito, un neutro y varios retornos que interconecten los conmutadores y las lámparas, siempre considerando que estas estén en paralelo para que, si una dejase de funcionar, la otra siga energizada; en la sección de tomacorrientes, estos fueron conectados en paralelo para que cada uno funcione de forma independiente.



Figura 3.16 Circuito 2 implementado en el módulo de canalizaciones

En el código QR de la Figura 3.17 se puede tener acceso al video de la prueba de funcionamiento con el circuito 2 implementado en el módulo de canalizaciones eléctricas instalado en el laboratorio de instalaciones eléctricas.



Figura 3.17 Código QR del circuito 2

Enlace: https://epnecuador-my.sharepoint.com/:f/g/personal/jhoe_quezada_epn_edu_ec/EtbsBf-t30dHrDhQhHOAavEBTbuZYwe_T3AVZiKS6PHYUQ?e=yXB9j1

Prueba 3: Circuito de tres conmutadores, un interruptor, un tomacorriente y un timbre

Finalmente, para el diseño y desarrollo del tercer circuito se aumentaron algunos elementos, con la consideración de haber realizado una inspección y elaboración de un inventario de los elementos disponibles en el laboratorio, se consideró adicionar un elemento de muy baja potencia como un timbre para simular la instalación de un sistema monofásico para una casa.

En la sección de las luminarias se utilizaron dos conmutadores con el objetivo de que estos comanden la activación de tres lámparas que funcionen de forma simultánea, con la diferencia de que una de las tres lámparas se pueda energizar con un interruptor, sin embargo, este interruptor solo funciona si todo el circuito de luminarias está energizado por al menos uno de los conmutadores, en la otra sección del circuito, se utilizó un tomacorriente del cual se comprobó que entregara 127 (V_{AC}) y se conectó el timbre con su respectivo pulsador.

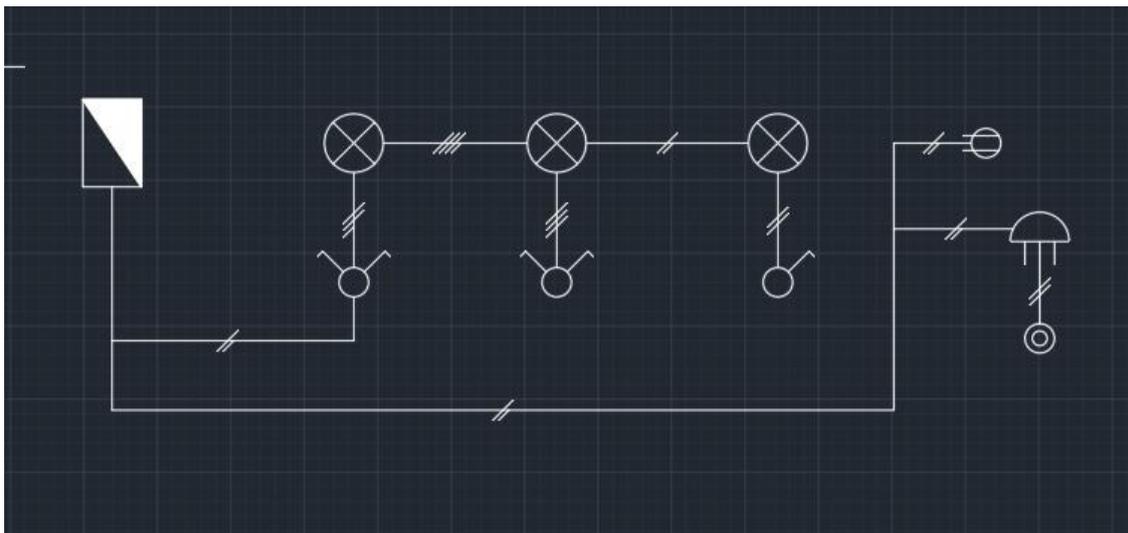


Figura 3.18 Diagrama unifilar circuito 3

En consecuencia, al número de elementos utilizados en este circuito, el cableado aumentó por lo que se tuvieron que utilizar varios retazos disponibles en el laboratorio para poder conectar todos los elementos. Para el desarrollo de este circuito se utilizaron tres lámparas, un interruptor y dos conmutadores en la sección de luminarias, para el circuito de tomacorrientes se utilizó un tomacorriente doble además de incluir el timbre con un pulsador, esto para no sobrecargar el circuito de luminarias y porque este elemento no es de una potencia elevada para considerar crearle un ramal aparte. Como es de conocimiento, cada lámpara se conecta en paralelo para que no dependan entre

sí, también se conectó el interruptor con las condiciones propuestas en el diseño, aparte el tomacorriente se conectó en paralelo al timbre y el pulsador.



Figura 3.19 Circuito 3 implementado en el módulo de canalizaciones

En el código QR de la Figura 3.20 se puede tener acceso al video de la prueba de funcionamiento con el circuito 3 implementado en el módulo de canalizaciones eléctricas instalado en el laboratorio de instalaciones eléctricas.



Figura 3.20 Código QR circuito 3

Enlace: https://epnecuador-my.sharepoint.com/:f/g/personal/jhoe_quezada_epn_edu_ec/Ei9UY8-LTCpKmRa4HAWYMJABjhpZqYNjMqlofl25YEbJKQ?e=jxd19Z

3.8 Manual de usuario y mantenimiento

Manual de usuario

Con el fin de mostrar el funcionamiento y uso de los módulos de canalizaciones eléctricas instalado en el laboratorio de instalaciones eléctricas, se creó un manual de usuario para que tanto profesores como estudiantes le den el uso adecuado a estos equipos y no se presenten inconvenientes al momento de movilizarlos o desmontarlos.



Figura 3.21 Código QR del video sobre manual de usuario.

Enlace: https://epnecuador-my.sharepoint.com/:f/g/personal/jhoe_quezada_epn_edu_ec/EkUcrmFTwJhKuua4GNdkwsBsiBSRwi_KfdQlalWn2n9-Q?e=hSghSw

Manual de mantenimiento

Para la preservación de los módulos de canalizaciones eléctricas instalados en el laboratorio de instalaciones eléctricas, se creó un manual de mantenimiento que explica aspectos generales sobre cuidados de las estructuras y otros aspectos como las condiciones de preservación de los mismos.



Figura 3.22 Código QR del video sobre manual de mantenimiento

Enlace: https://epnecuador-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/jhoe_quezada_epn_edu_ec/EoKKox2XqYdBiWop2nD6juABsoLPQnxJulhYR70WREOWXQ?e=qBaa47

4 CONCLUSIONES

- La idea del desarrollo de módulos de canalizaciones eléctricas surgió a partir de la necesidad de contar con tableros en condiciones óptimas para las clases de instalaciones eléctricas, esto debido a que los tableros antiguos del laboratorio ya habían cumplido su tiempo de uso, por lo que la construcción de estos módulos permitirá que los estudiantes puedan seguir desarrollando capacidades para instalar sistemas eléctricos a través de canalizaciones de mejor forma.
- Debido a la diversidad de formas y tamaños de los cajetines eléctricos que fueron adquiridos del laboratorio, el diseño de los tableros superiores fue ideado para que estos elementos puedan adaptarse a la forma en la que se tenían que construir los tableros, los agujeros en los tableros superiores se fueron acoplando según a las especificaciones del cajetín.
- El manual de usuario, además de ser un instructivo más dinámico para los operadores de los módulos, también estuvo pensado para mostrar el correcto funcionamiento de los ganchos y ruedas que ejemplifican de mejor manera el montaje y desmontaje de los tableros y la facilidad que tiene al transportar estos módulos alrededor del laboratorio.
- El manual de mantenimiento fue concebido con la idea de explicar las consecuencias de no dar los cuidados necesarios a los módulos, además de enseñar como mantenerlos en buenas condiciones para que estos puedan alcanzar tiempos de vida suficientemente altos.
- Con la idea de que los estudiantes puedan desarrollar la capacidad de instalar redes eléctricas de forma un poco más completa, el diseño de los tableros inferiores fue pensado para que los estudiantes puedan instalar la tubería a la par de la instalación de cable a través de estas, así también con el objetivo de que puedan usar un poco más su imaginación al momento de realizar las prácticas.
- Estos módulos para canalizaciones eléctricas son más completos por todas las características ya descritas porque además de las prácticas para canalizaciones eléctricas, también estos módulos cuentan con tableros eléctricos a los costados, dotados de varios elementos eléctricos como: protecciones, contactores, relés, luces piloto y pulsadores que serán de apoyo para prácticas de control de otras máquinas eléctricas simulando un tablero de control principal de forma más real.

5 RECOMENDACIONES

- Los módulos deben ser utilizados sobre un terreno plano ya que las ruedas que soportan toda la estructura no cuentan con frenos por lo que al no tomar en cuenta la inclinación del terreno, el módulo supondría un peligro a la integridad del operador.
- Al momento de instalar un circuito para tomacorrientes, este debe contar con una tierra e ir instalado con los elementos de protección dentro del tablero principal, además de utilizar una clavija que tenga disponible conectar la tierra para que esta no pierda su propósito.
- Es recomendable utilizar cable flexible para la realización de las prácticas ya que, al utilizar alambre, la rigidez de este tipo de conductores al momento de instalarlos puede estropear la integridad del tablero y sus elementos como la tubería y los cajetines, los cuales se aflojarían y acortaría el tiempo de vida de los módulos.
- En la instalación de los cajetines eléctricos sobre los tableros de madera superiores es recomendable utilizar tolerancias bajas en el dimensionamiento de los agujeros ya que, al estar sobredimensionados, los cajetines permanecerían flojos y caerían ante la mínima interacción con ellos.
- En la selección de tableros de madera es recomendable utilizar planchas de madera MDF ya que al trabajar sobre ellas y realizar los agujeros fue más fácil manipular las herramientas de corte por lo que el acabado sobre este tipo de madera mejoraría en el aspecto visual, además de que son más livianas, por lo que no existirían sobreesfuerzos sobre las estructuras metálicas.
- La tubería seleccionada debe ser en base a los cajetines escogidos, esto porque no todos los cajetines tienen los mismos tipos de entradas y salidas por lo que habría una diversificación en el diámetro de las tuberías, además de que es recomendable utilizar tubería lo suficientemente gruesa para que al momento de realizar las prácticas el número de conductores que pasen por una línea o tubería no sea limitado y se tengan que dar demasiadas vueltas dentro del sistema, lo que ahorraría material.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] J. Figuro and J. Guerrero, *Instalaciones eléctricas residenciales*. 2020.
- [2] Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, *Norma Ecuatoriana de la Construcción - Instalaciones Eléctricas*. 2018.

7 ANEXOS

ANEXO I. REPORTE DE SIMILITUD GENERADO POR TURNITIN



**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS
CAMPUS POLITÉCNICO "ING. JOSÉ RUBÉN ORELLANA"**

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD

Quito, D.M. 19 de febrero de 2024

De mi consideración:

Yo, ARACELY INÉS YANDÚN TORRES, en calidad de Directora del Trabajo de Integración Curricular titulado **INSTALACIÓN DE LOS COMPONENTES ELÉCTRICOS DE 3 MÓDULOS DE ENTRENAMIENTO DE CANALIZACIONES ELÉCTRICAS** asociado al proyecto **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE 3 MÓDULOS DE ENTRENAMIENTO DE CANALIZACIONES ELÉCTRICAS** elaborado por el estudiante **JHOE STEVE QUEZADA JUMBO** de la carrera en **TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTROMECAÁNICA**, certifico que he empleado la herramienta Turnitin para la revisión de originalidad de las secciones (resumen, abstract, capítulo 1, capítulo 2, capítulo 3, capítulo 4 y capítulo 5) del documento escrito producto del Trabajo de Integración Curricular indicado.

El documento escrito tiene un índice de similitud del 4%.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, pudiendo el interesado hacer uso del presente documento para los trámites de titulación.

NOTA: Se adjunta el informe generado por la herramienta Turnitin.

Atentamente,

**Ing. Aracely Yandún Torres, Mgs.
Docente
ESFOT**

ANEXO II. CERTIFICADO DE FUNCIONAMIENTO DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

DMQ, 21 de febrero de 2024

Yo, Aracely Inés Yandún Torres, docente a tiempo completo de la Escuela Politécnica Nacional y como directora de este trabajo de integración curricular, certifico que he constatado el correcto funcionamiento del entregable del componente **INSTALACIÓN DE LOS COMPONENTES ELÉCTRICOS DE 3 MÓDULOS DE ENTRENAMIENTO DE CANALIZACIONES ELÉCTRICAS** del proyecto de titulación **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE 3 MÓDULOS DE ENTRENAMIENTO DE CANALIZACIONES ELÉCTRICAS**, el cual fue desarrollado por el estudiante Jhoe Steve Quezada Jumbo.

El proyecto cumple con los requerimientos de diseño y parámetros necesarios para que los usuarios de la ESFOT puedan usarlo sin inconvenientes.

DIRECTOR

Ing. Aracely Inés Yandún Torres, Mgs.

Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía | Edificio N. 21 | Oficina 2 – Módulo 12

Correo: aracely.yandun@epn.edu.ec | **Ext:** 2711

ANEXO III. REGISTRO DE TABLEROS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO

Tableros	Cajetines					Conectores			Tablero Principal				Observaciones
	Forma	Material		Estado		Diámetro	Material		Con Tablero	Tierra	Neutro	Breakers	
		Metálico	No Metálico	Buen Estado	Mal Estado		Metálicas	No Metálicas					
Tablero 1 140x75 cm	Octogonal	-	6	6	-	3/4 pulg.	3	41	SI	NO	NO	-	Sin soporte, tiene cuatro borneras, un interruptor y una boquilla para ojo de buey
	Cuadrada	-	3	3	-	1/2 pulg.	2	-					
	Rectangular	-	9	9	-								
Tablero 2 140x75 cm	Octogonal	-	5	5	-	3/4 pulg.	-	-	SI	SI	NO	-	Con soporte y tiene dos borneras
	Cuadrada	5	-	5	-	1/2 pulg.	6	35					
	Rectangular	-	7	6	1								
Tablero 3 140x75 cm	Octogonal	-	4	4	-	3/4 pulg.	-	14	SI	SI	NO	-	Con soporte, cuatro borneras y un switch en mal estado
	Cuadrada	-	5	5	-	1/2 pulg.	-	-					
	Rectangular	-	5	5	-	1 pulg.	-	8					
Tablero 4 90x62 cm	Octogonal	3	-	3	-	3/4 pulg.	-	-	SI	SI	SI	2	Sin soporte y tiene un timbre
	Cuadrada	-	1	1	-	1/2 pulg.	28	-					
	Rectangular	11	-	11	-								
Tablero 5 145x75 cm	Octogonal	-	4	4	-	3/4 pulg.	-	-	SI	SI	SI	2	Sin soporte
	Cuadrada	-	5	5	-	1/2 pulg.	-	40					
	Rectangular	-	9	9	-								
Tablero 6 140x75 cm	Octogonal	-	4	4	-	3/4 pulg.	5	13	SI	NO	SI	-	Sin soporte, tiene cuatro borneras y un interruptor
	Cuadrada	-	5	5	-	1/2 pulg.	20	-					
	Rectangular	-	7	6	1								
Tablero 7 100x80 cm	Octogonal	3	-	3	-	3/4 pulg.	8	-	NO	NO	NO	-	Sin soporte
	Cuadrada	1	-	1	-	1/2 pulg.	21	-					
	Rectangular	6	-	6	-								
Tablero 8 122x80 cm	Octogonal	-	5	5	-	3/4 pulg.	4	2	NO	NO	NO	-	Con soporte
	Cuadrada	-	3	3	-	1/2 pulg.	28	-					
	Rectangular	2	5	7	-								
Tablero 9 110x80 cm	Octogonal	4	-	4	-	3/4 pulg.	11	3	SI	NO	NO	-	Con soporte
	Cuadrada	-	-	-	-	1/2 pulg.	10	-					
	Rectangular	9	-	9	-								