

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

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

TABLERO DE DERIVACIÓN Y ACOMETIDA

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

ALEX DANILO QUINCHIGUANGO AJILA

DIRECTOR: PABLO ANDRÉS PROAÑO CHAMORRO

DMQ, febrero, 2022

CERTIFICACIONES

Yo, Alex Danilo Quinchiguango Ajila 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.



Alex Danilo Quinchiguango Ajila

alex.quinchiguango@epn.edu.ec

alexquinchiguango20@gmail.com

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por Alex Danilo Quinchiguango Ajila, bajo mi supervisión.



Firmado electrónicamente por:
**PABLO ANDRES
PROANO CHAMORRO**

Pablo Andrés Proaño Chamorro

DIRECTOR

pablo.proano@epn.edu.ec

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como los productos resultantes 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.

Alex Danilo Quinchiguango Ajila

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado para los estudiantes de carrera de tecnología superior en electromecánica de la ESFOT-EPN, dado que el proyecto implementado brindará una mejor calidad en su formación académica y profesional.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a mis padres Patricio y Alba, por haberme apoyado en los momentos buenos y malos, en cada paso que he dado en la carrera, asimismo por la confianza incondicional, sin duda alguna este título es de ellos.

A mis hermanos Wilson y María Belén, por su ánimo y constante apoyo.

A mis amigos de la convocatoria MAYO 2018 del bachillerato internacional, por ser como una familia, su ayuda para llegar hasta aquí fue fundamental.

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 DESARROLADO.....	1
1.1 Objetivo General.....	2
1.2 Objetivos Específicos	2
1.3 Alcance	2
1.4 Marco teórico	2
Normativa Ecuatoriana para la Construcción (NEC) para instalaciones eléctricas.	2
Normativa Ecuatoriana para la Construcción (NEC) para instalaciones electromecánicas.	3
Revisión Bibliográfica de Trabajos Similares	3
2 METODOLOGÍA.....	4
2.1 Inspección del estado del sistema eléctrico actual del lugar.....	4
2.2 Diseño de la caja de derivación.....	5
Gabinete de derivación	5
Barras de distribución	6
Estructura tipo grada.....	10
Puerta del tablero de derivación	12
2.3 Implementación de la acometida.....	13
2.4 Implementación de la protección principal y de la protección del laboratorio	18
Protección del laboratorio	18
Protección principal.....	19
2.5 Elaboración de un manual de mantenimiento.....	20

3	RESULTADOS	22
3.1	Pruebas y Análisis de Resultados	25
	Voltaje sin carga.....	25
	Voltaje con carga.....	26
	Prueba de cortocircuito en las mesas.....	28
	Prueba de cortocircuito en el tablero de control (Protección del laboratorio).....	29
	Prueba de cortocircuito en el tablero de derivación (Protección principal).....	29
	Prueba de continuidad en el tablero de derivación	29
	Prueba de fuga de corriente	30
4	CONCLUSIONES.....	31
5	RECOMENDACIONES	32
6	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
7	ANEXOS.....	35
	Anexo I. Reporte de Similitud GENERADO POR TURNITIN.....	36
	Anexo II. Certificado de Funcionamiento de Trabajo de Integración curricular	37
	Anexo III. PLANO ESQUEMÁTICO DEL TABLERO DE DERIVACIÓN	38
	Anexo IV. Diagrama UNIFILAR.....	39
	ANEXO V: INSPECCIÓN DEL LUGAR	40

RESUMEN

El presente proyecto “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL, MANIOBRA Y SEÑALIZACIÓN PARA EL LTEE-ESFOT”, soluciona un problema eléctrico en la borneras de conexión de la caja de revisión Aulas 15-24, para lo cual se implementó un tablero de derivación que consta de una estructura tipo grada para dar soporte a los barriles aisladores de las barras de distribución, así mismo, se implementó una nueva acometida, una protección principal y una protección para el laboratorio, para el nuevo tablero de control del aula 23B. En el estudio realizado al inicio de este trabajo se evidencio un hacinamiento de conductores eléctricos pertenecientes a las cajas de revisión de las aulas 22A, 22B y 23B en las borneras de la caja de revisión de las Aulas 15-24. La implementación de lo mencionado anteriormente mejoró la distribución de la energía hacia los diferentes cajas de revisión y el tablero de control del aula 23B.

En el capítulo uno se presenta el marco teórico, los objetivos, el alcance y la descripción de los componentes desarrollados.

En el capítulo dos se presenta la metodología necesaria para cumplir con los objetivos del proyecto y todo el desglose del procedimiento para la implementación de los entregables.

En el capítulo tres se presentan los resultados obtenidos validados por las pruebas y su análisis de resultados.

En el capítulo cuatro y cinco se presentan las conclusiones y recomendaciones respectivamente, las cuales son resultado del procedimiento de implementación y pruebas realizadas.

Finalmente, se presentan las referencias y los Anexos.

PALABRAS CLAVE: hacinamiento, distribución y acometida.

ABSTRACT

This project "IMPLEMENTATION OF A CONTROL, MANEUVER AND SIGNALING SYSTEM FOR THE LTEE-ESFOT", solves an electrical problem in the connection terminal blocks of the Classrooms 15-24 revision box, for which a derivation board was implemented that It consists of a stand-type structure to support the insulating barrels of the distribution bars. Likewise, a new connection, a main protection, and a protection for the laboratory were implemented for the new control panel in classroom 23B. In the study carried out at the beginning of this work, there was evidence of an overcrowding of electrical conductors belonging to the revision boxes of classrooms 22A, 22B and 23B in the terminal blocks of the revision box of Classrooms 15-24. The implementation of the aforementioned improved the distribution of energy to the different check boxes and the control panel in room 23B.

Chapter one presents the theoretical framework, objectives, scope and description of the developed components.

Chapter two presents the necessary methodology to meet the project objectives and the entire breakdown of the procedure for the implementation of the deliverables.

In chapter three the results obtained validated by the tests and their analysis of results are presented.

In chapter four and five, the conclusions and recommendations are presented, respectively, which are the result of the implementation procedure and the tests carried out.

Finally, the references and the Annexes are presented.

KEYWORDS: distribution, energy, stack.

1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLADO

El primer componente corresponde a una caja de derivación. Originalmente se contaba con una caja de revisión que tenía los conductores eléctricos hacinados en las borneras de conexión, como se evidencia en la Figura 1.1. Por esta razón, dichos conductores eléctricos fueron trasladados al nuevo tablero de derivación, en la cual se conectó la alimentación proveniente de la Empresa Eléctrica Quito (EEQ).

La caja de derivación tiene dimensiones de 40x40x20 (cm) y consta con una estructura tipo grada, para dar soporte a los barriles aisladores los cuales sostienen a las barras de distribución. Se colocaron 4 barras de cobre de 170 (A) de $3,18 \times 10^{-3}$ (m) de espesor, $1,27 \times 10^{-2}$ (m) de ancho y 0,25 (m) de largo, para cada barra. Estas corresponden a la fase R, fase S, neutro y tierra. Así mismo, se ubicó un riel DIN perforada, para posicionar la protección electromagnética principal. Es preciso mencionar que, la puesta a tierra del tablero de derivación fue tomada del tablero 2 de Raks zona 2.

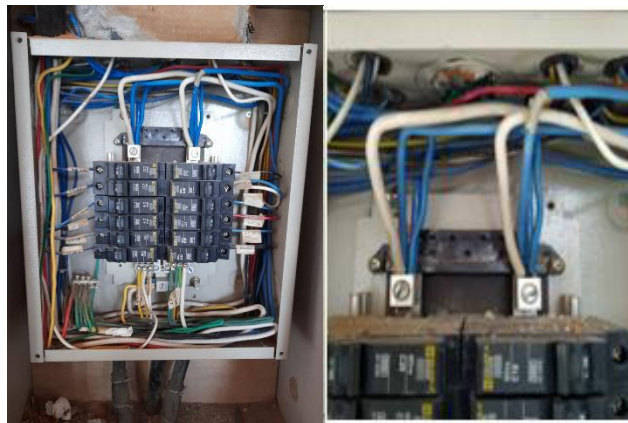


Figura 1.1 Hacinamiento de conductores en un mismo punto, en la caja de revisión de las aulas 14-25

El segundo componente es la acometida que va desde el nuevo tablero de derivación hacia el tablero de control instalado en el aula 23B. La acometida se toma de las salidas de la protección termomagnética principal y se conecta a las entradas de la protección del laboratorio, colocada en el tablero de control.

1.1 Objetivo General

Implementar una caja de derivación y una nueva acometida para el LTEE-ESFOT (A23).

1.2 Objetivos Específicos

1. Inspeccionar el estado del sistema eléctrico actual del lugar.
2. Diseñar una caja de derivación.
3. Implementar una nueva acometida hacia el LTTE-ESFOT (A23).
4. Implementar una protección principal y una protección para el laboratorio.
5. Realizar un manual de mantenimiento.

1.3 Alcance

Este proyecto abarca la implementación de una nueva acometida para el LTEE-ESFOT(A23), además, una protección principal en el tablero de derivación y una para el laboratorio en el tablero de control. Para la implementación de la acometida se colocó un tablero de derivación, el cual estará alimentado por la energía proveniente de la EEQ, esto debido a que en un estudio previo se evidenció un hacinamiento de conductores eléctricos en las borneras de la caja de revisión de las Aulas 15-24.

1.4 Marco teórico

Normativa Ecuatoriana para la Construcción (NEC) para instalaciones eléctricas.

La NEC permite diseñar un circuito eléctrico y es de carácter obligatorio para el territorio ecuatoriano, [1]. Este documento establece las condiciones mínimas de seguridad que deben cumplir las instalaciones eléctricas. En el presente proyecto integrador se hizo uso de los temas:

- Calibre de conductores
- Alimentadores en tableros de distribución
- Protecciones contra sobre corrientes

Normativa Ecuatoriana para la Construcción (NEC) para instalaciones electromecánicas.

Este documento es para aplicaciones robustas en bajo voltaje, con el fin de prevenir accidentes por riesgo eléctrico, de esta manera se protege a las personas y a los equipos, [2]. Esta norma garantiza una instalación libre de riesgo eléctrico. El texto aplica para instalaciones eléctricas con un voltaje menor o igual a 600 (V). En este trabajo se hicieron uso de los siguientes temas:

- Acometidas
- Tableros
- Alimentadores
- Materiales y sistemas de canalización

Revisión Bibliográfica de Trabajos Similares

Los siguientes trabajos fueron usados como referencia para el diseño de los elementos eléctricos del sistema.

Diseño e implementación de un tablero de distribución para la protección de módulos de control y automatización en la escuela de formación de tecnólogos, [3].

Este trabajo fue realizado por Roberto Durán y Dennys Cabrera, en el que se detalla la construcción de un tablero de derivación, así mismo muestra las normas utilizadas para su respectiva construcción, los temas utilizados son:

- Calibres AWG y su corriente máxima admisible
- Acometidas
- Distribución eléctrica
- Protecciones eléctricas
- Cálculo de alimentadores

Implementación de un tablero general para el laboratorio de tecnología industrial, [4].

Este escrito corresponde a Luis Escobar y Ángel Vaca, en el que se da a conocer de manera precisa la construcción de un tablero de derivación, así mismo, que tipo de barras utilizar, de este texto se tomaron los siguientes temas:

- Tablero de distribución
- Selección del gabinete

2 METODOLOGÍA

El presente documento tiene un enfoque cuantitativo, debido a que los componentes como el tablero de derivación, la acometida y las protecciones (principal y del laboratorio) requieren ser dimensionadas de acorde a la potencia y la corriente demandada por el circuito. Para lo cual, se utiliza cálculos en base a las normativas y los criterios técnicos.

En ese mismo sentido, se enfoca en solucionar una problemática en la caja de revisión de las Aulas 15-24, en la que se evidencia un hacinamiento de conductores eléctricos en las borneras de la fuente.

El presente trabajo integrador es de carácter experimental, dado que se da una solución a un problema a través de un trabajo práctico. Para lograr resolver el problema se deben seguir las normativas, para garantizar la seguridad y funcionamiento correcto del circuito. Con esto se deben realizar las respectivas pruebas de funcionamiento que permitan analizar el circuito instalado y en caso de ser necesario realizar modificaciones.

2.1 Inspección del estado del sistema eléctrico actual del lugar

En el análisis realizado se evidenció un hacinamiento de conductores eléctricos en las borneras de la caja de revisión de las aulas 15-24. En la Figura 2.1, se puede observar que existen 4 cables en un solo punto. Se procedió a identificar de que parte provenían dichos elementos. Los conductores eléctricos corresponden a las cajas de revisión las Aulas 22A, 22B, 23B y la alimentación principal de la EEQ.

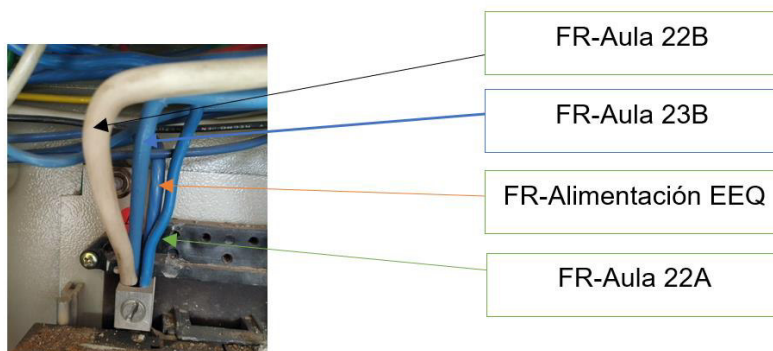


Figura 2.1 Hacinamiento de conductores en la bornera de conexión de la fase R (FR)

En la inspección realizada se determinó que es necesario instalar un tablero de derivación, para la correcta distribución de la energía. Así mismo, se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 2.1 Datos de los conductores hacinados

Identificación	Calibre del conductor	Color del conductor
FR-Aula 22A	10 AWG	Azul
FR-Aula 22B	8 AWG	Blanco
FR-Aula 23B	8 AWG	Azul
FR-Alimentación principal	8 AWG	Azul
FS-Aula 22A	10 AWG	Azul
FS-Aula 22B	8 AWG	Blanco
FS-Aula 23B	8 AWG	Azul
FS-Alimentación principal	8 AWG	Azul

2.2 Diseño de la caja de derivación

Gabinete de derivación

El gabinete de derivación fue diseñado en base a los requerimientos técnicos y el espacio necesario para solucionar el problema del hacinamiento de conductores en la caja de revisión de las aulas 14-25, como se muestra en la Figura 1.1 y Figura 2.1.

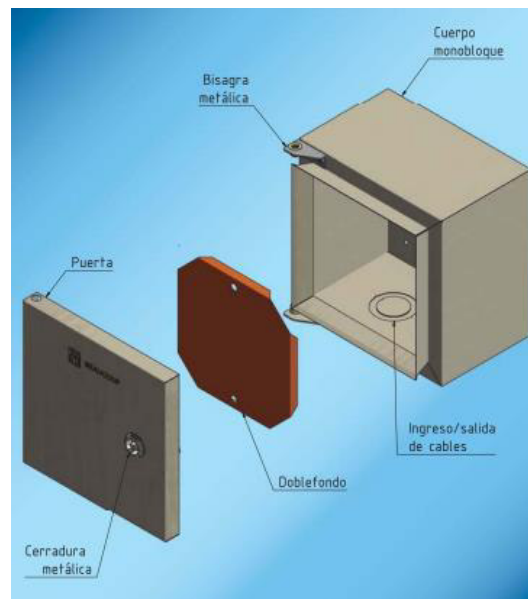


Figura 2.2 Gabinete eléctrico de 40x40x20 (cm), [5].

En la Tabla 2.2 se muestra las dimensiones normalizadas de los gabinetes eléctricos para montando en exteriores. El gabinete seleccionado es el I-0305 de 40x40x20 (cm) con una protección IP 41 y acabado en pintura aislante color beige, así mismo es fabricado bajo la normativa NTE INEN 2568, IEC 60529 y NEMA 250.

Tabla 2.2 Gabinetes metálicos BEAUCOP, [5].

CÓDIGO	REFERENCIA	Dimensiones (mm)			PESO APROX. (Kg)
		ALTO	ANCHO	PROFUNDIDAD	
I-0301	GSL-202015	200	200	150	1,80
I-0302	GSL-302015	300	200	150	2,45
I-0303	GSL-303020	300	300	200	3,70
I-0304	GSL-403020	400	300	200	4,64
I-0305	GSL-404020	400	400	200	5,76
I-0306	GSL-604020	600	400	200	8,00

En la Figura 2.3 se muestra una imagen referencial del gabinete eléctrico.



Figura 2.3 Gabinete eléctrico de 40x40x20 (cm), [5].

En el doble fondo de color naranja del gabinete, se instaló una estructura tipo grada, para dar soporte a los barriles aisladores de las barras de distribución y así mismo un riel DIN para colocar el interruptor termomagnético de la protección principal del laboratorio.

Barras de distribución

Para conocer la corriente de las barras, se consideró la corriente máxima del calibre de cada conductor a distribuir la energía, en la Figura 2.4 se muestra de manera esquemática la caja de derivación implementada.

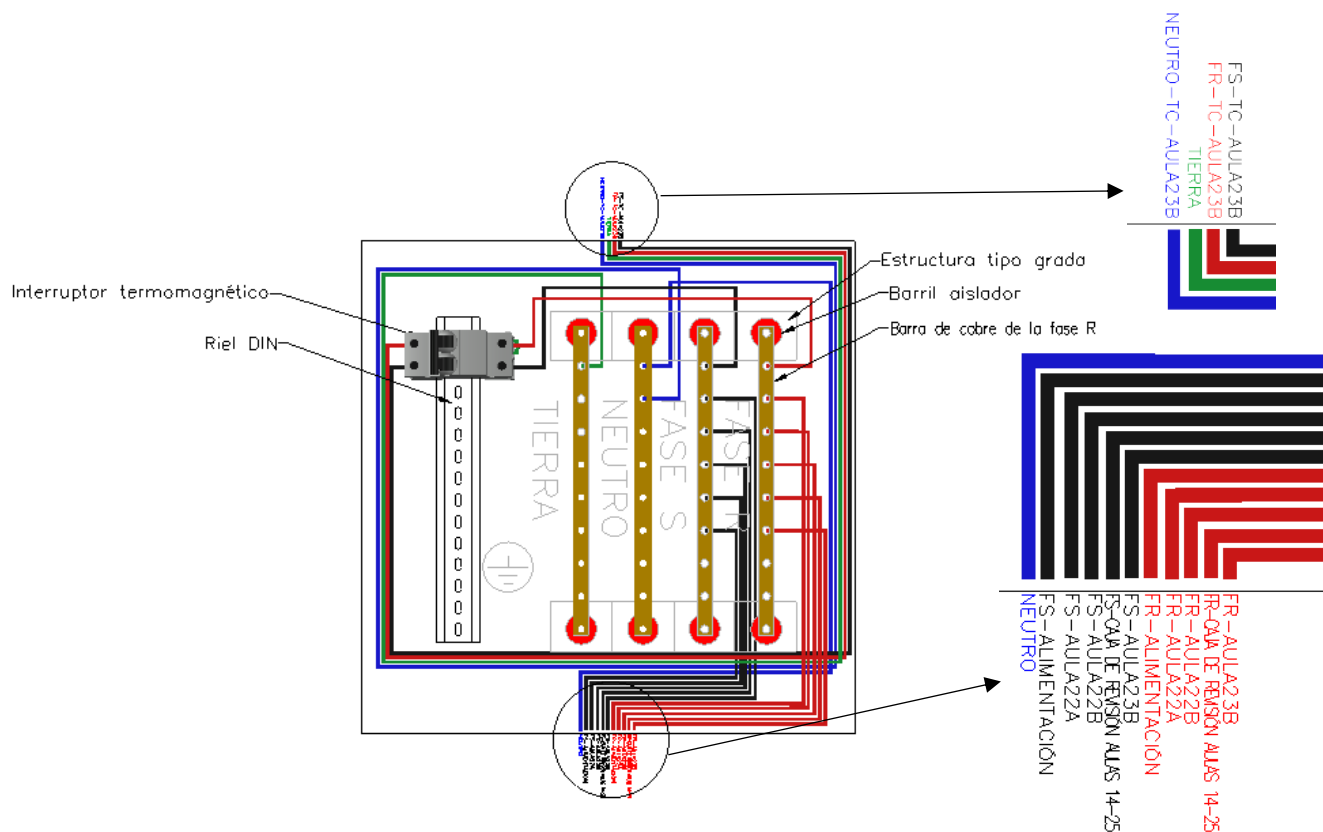


Figura 2.4 Esquema de la caja de derivación

A cada barra de distribución se va a conectar directamente la energía de la EEQ. Los circuitos que se derivan pertenecen a las aulas: 22A, 22B, 23B, la caja de revisión de las Aulas 14-25 y el tablero de control del aula 23B, como se muestra en la Figura 2.4.

El calibre del conductor de la caja de revisión de las aulas 14-25 es 8 AWG con una corriente máxima de 40 (A). En la Tabla 2.1 se pueden observar los datos de los conductores hacinados obtenidos en la inspección. Con lo mencionado anteriormente se tiene que la corriente total es de:

$$I_{\text{Total}} = I_{22A} + I_{22B} + I_{23B} + I_{A14-25} + I_{TC-23B}$$

Ecuación 2.1 Corriente de la barra

Donde:

- I_{22A} : 40 (A) corriente máxima del aula 22A
- I_{22B} : 30 (A) corriente máxima del aula 22B
- I_{23B} : 40 (A) corriente máxima del aula 23B
- I_{A14-25} : 40 (A) corriente máxima de la caja de revisión de las aulas 14-25
- I_{TC-23B} : 40 (A) corriente máxima del tablero de control del aula 23B
- I_T : (A) corriente de total de los conductores hacinados

De la Ecuación 2.1 se obtiene:

$$I_T = 190 \text{ (A)}$$

No obstante, se debe considerar un factor de demanda, el cual toma en cuenta la demanda máxima en relación a la carga instalada. Para dicho proceso se debe calcular la potencia, se ha considerado el factor de potencia como 0,85 dado que las cargas que pueden ser conectadas son motores o inductancias.

$$P_T = \frac{V_n I_T f_p}{1000}$$

Ecuación 2.2 Potencia total de los conductores hacinados, [1].

Donde:

- P_T : (kW) potencia total de los conductores hacinados
- I_T : (A) corriente de total de los conductores hacinados
- f_p : 0,85 factor de potencia
- V_n : 124 (V_{AC}) Voltaje medido en la fuente

Aplicando la Ecuación 2.2 se tiene como resultado:

$$P_T = 20,02 \text{ (kW)}$$

En la Tabla 2.3 se muestran los valores de los factores de demandas en función de la potencia.

Tabla 2.3 Factores de demanda para cargas especiales, [1].

Para 1 Carga	Para 2 cargas o más cargas	Para 2 cargas o más cargas	Para 2 cargas o más cargas
	CE < 10 (kW)	10 (kW) < CE < 20 (kW)	CE > 20 (kW)
1	0,80	0,75	0,65

El valor seleccionado es 0,65 dado que la potencia calculada es de 20,02 (kW) y es mayor a 20 (kW) como se observa en la Tabla 2.3.

$$I_{\text{barra}} = I_T f_d$$

Ecuación 2.3 Corriente de la barra

Donde:

- I_T : 190 (A) corriente de total de los conductores hacinados
- f_d : 0,65 factor de demanda
- I_{barra} : (A) Corriente de la barra de cobre

Por lo tanto:

$$I_{\text{barra}} = 123,5 \text{ (A)}$$

Se debe seleccionar una barra de cobre que soporte una corriente de 123,5 (A). No obstante, en el mercado se encontró una barra de 170 (A) de dimensiones de 1/8 de pulgada de espesor y de 1/2 de pulgada de ancho, en la Figura 2.5 se muestra una imagen referencial.



Figura 2.5 Barra de cobre desnudo de 170 (A), [6]

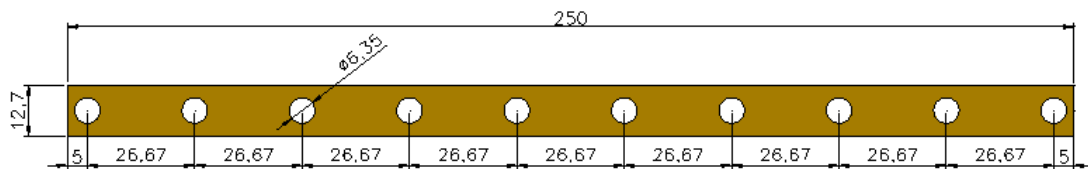


Figura 2.6 Diseño de la barra

La barra de distribución fue perforada a 5 (mm) de cada borde, en estos agujeros se colocó los barriles aisladores. Los demás agujeros son para los conductores eléctricos y tienen una separación de 26.67 (mm), cabe mencionar que cada perforación se hizo con una broca para metal de 1/4 de pulgada

En ese mismo sentido, las barras de distribución deben cumplir una distancia mínima de separación. En la Tabla 2.4 se muestra el espacio mínimo requerido en función del voltaje.

Tabla 2.4 Distancia entre barras de cobre desnudas en milímetros(mm), [7]

Voltaje (V)	Polaridad opuesta montadas en la misma superficie	Polaridad opuesta cuando están al aire libre	Entre las partes energizadas y tierra
125 o menos	19	13	13
126-250	32	19	13
251-600	51	25	25

Las fases de las barras tienen una polaridad opuesta y cada una tiene un voltaje de 124 (V), estas fueron montadas en la misma superficie, por lo cual la distancia mínima entre barras es de 19 (mm) y asimismo entre las partes energizadas y tierra es de 13 (mm). No obstante, se implementó a una distancia de 50 (mm) entre barras, con la finalidad de poder maniobrar de mejor manera a los conductores eléctricos, dado que son de un calibre grueso.

Para dar soporte a las barras se seleccionaron barriles aisladores de 25 (mm) de diámetro.



Figura 2.7 Barril aislador de 25 (mm), [8]

Estructura tipo grada

La estructura tipo grada, fue realizada en una base de lámina de acero de 2 (mm) de espesor, en la Figura 2.8 s

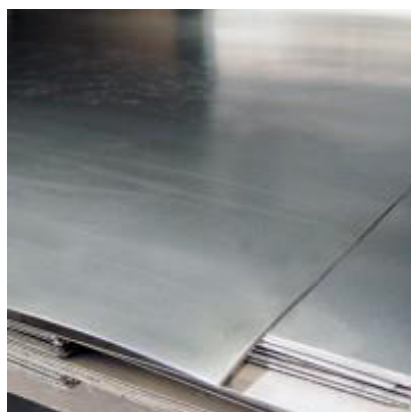


Figura 2.8 Lámina de acero, [9].

En la Figura 2.9 se muestra las dimensiones con las cuáles fue construida la estructura tipo grada, en la que se puede apreciar que tiene un alto de 80 (mm) y una profundidad de 200 (mm), asimismo el ancho de cada grada es de 50 (mm) y la altura es de 20 (mm), cabe mencionar que se realizó un proceso de doblado y soldadura. La soldadura fue de tipo SMAW con un electrodo revestido E-6011.

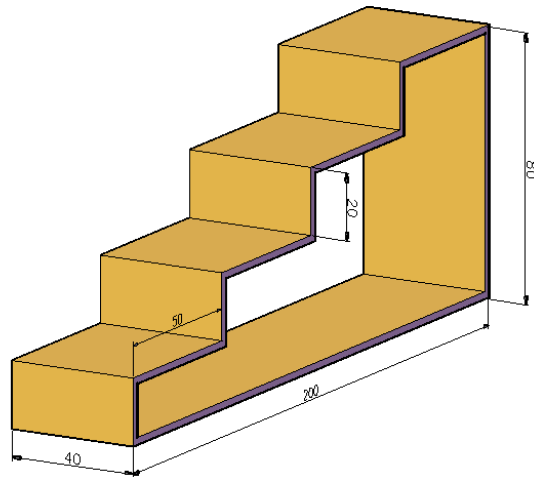


Figura 2.9 Dimensiones de la estructura tipo grada

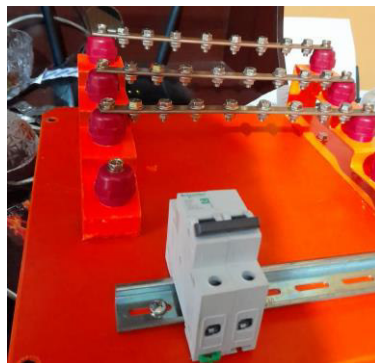


Figura 2.10 Sistema montado en el doble fondo del tablero

A los conductores eléctricos se les colocó terminales tipo ojo, para poder atornillar de mejor manera en las barras de cobre.



Figura 2.11 Terminales tipo ojo, [10].

De igual manera “todos los tornillos, tuercas y arandelas que se fijan en el barraje deben tener un recubrimiento que evite la oxidación y garantice una alta conductividad. Pueden ser electro plateados, tropicalizados o galvanizados en frío”, [7].

Es por eso que se las los tornillos y las tuercas de presión son de acero galvanizado tropicalizado, de esta manera se evitan los posibles puntos calientes al momento en el que esté pasando energía por las barras.

Puerta del tablero de derivación

En la puerta de derivación se colocaron luces piloto, una luz roja para saber si el tablero tiene energía de la EEQ, una luz amarilla que indica que el interruptor termomagnético (protección principal) del tablero de control esta activado, así mismo, se tienen 2 medidores de voltaje, para la fase R y S. En la Figura 2.12 se puede ver la distribución de las luces piloto y los voltímetros.

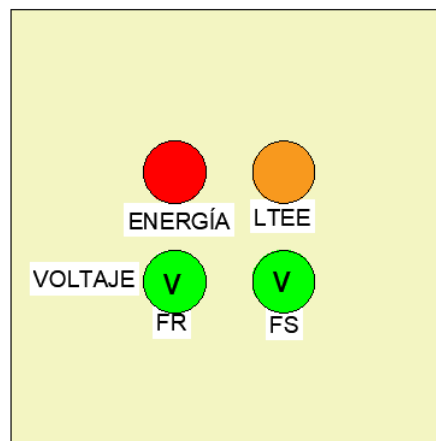


Figura 2.12 Distribución de las luces piloto



Figura 2.13 Luz piloto color rojo, [11]



Figura 2.14 Luz piloto color amarilla, [12]



Figura 2.15 Voltímetro, [13].

2.3 Implementación de la acometida

Para realizar el dimensionamiento del calibre de la acometida, previamente se obtuvieron los datos de potencia y la corriente máxima que va a soportar la instalación del trabajo de titulación Implementación de un sistema de distribución, control maniobra y señalización para el LTEE-ESFOT del componente de los módulos de las mesas de trabajo. La potencia de cada mesa es de 943,25 (W) con una corriente de 9,23 (A)

Se ha estimado que son 6 módulos a instalar en el laboratorio. Para que no se sobrecarguen las fases, se realiza un balanceo de cargas en el que se dividen 3 módulos para la fase R y 3 módulos para la fase S. Es por ello que se multiplica por un factor de 3 a la potencia de cada mesa, para conocer la potencia nominal que va a soportar cada fase.

$$P_n = N_m P_m$$

Ecuación 2.4 Potencia nominal

Donde:

- P_n : (W) potencia nominal de cada fase
- P_m : 943,25 (W) potencia de cada módulo
- N_m : 3 mesas de trabajo

Por lo tanto:

$$P_n = 2829,75 (W)$$

Al resultado de la Ecuación 2.4 se le multiplica por un factor de seguridad de 25%.

$$P_s = P_n f_s$$

Ecuación 2.5 Potencia sobredimensionada, [1].

Donde:

- P_S : (W) potencia sobredimensionada de cada fase
- P_n : 943,25 (W) potencia nominal de cada fase
- f_s : 25% factor de seguridad

Por lo tanto:

$$P_S = 3537,19 \text{ (W)}$$

Con el resultado obtenido de la Ecuación 2.5 se procede a calcular la corriente nominal que va a soportar el conductor eléctrico. El valor obtenido de voltaje en la fuente es de 124 (V_{AC}), así mismo, se asume un factor de potencia de 0,85 debido a que las cargas que se van a conectar en las mesas eventualmente podrían ser motores o inductancias.

$$I_n = \frac{P_n}{V_n \cdot f_p}$$

Ecuación 2.6 Corriente nominal, [1].

Donde:

- I_n : (A) corriente nominal de cada fase
- P_S : 3517,19 (W) potencia nominal sobredimensionada de cada fase
- V_n : 124 (V_{AC}) voltaje medido en la fuente
- f_p : 0,85 factor de potencia

Por lo tanto:

$$I_n = 33,56 \text{ (A)}$$

Para calcular el voltaje que se tendrá en la carga, se debe considerar una caída de voltaje. Se toma el valor de 2%, de acorde con la norma NEC.

$$V_c = V_n (1 - CT\%)$$

Ecuación 2.7 Voltaje en la carga

Donde:

- V_c : (V_{AC}) Voltaje en la carga
- V_n : 124 (V_{AC}) Voltaje medido en la fuente
- CT% : 2% de caída de tensión

Por lo tanto:

$$V_c = 121,52 (V_{AC})$$

Con el resultado de la Ecuación 2.7 se procede a calcular la corriente en la carga.

$$I_c = \frac{P_n}{V_c f_p}$$

Ecuación 2.8 Corriente en la carga, [1].

Donde:

- I_c : (A) corriente en la carga
- P_S : 3537,19 (W) potencia sobredimensionada de cada fase
- V_c : 121,52 (V_{AC}) voltaje en la carga
- f_s : 0,85 factor de potencia

Por lo tanto:

$$I_c = 34,24 (A)$$

Cabe mencionar que el método a utilizar es el de caída de tensión, debido a que la acometida tiene una longitud de 17 (m). Por lo que se debe calcular la resistencia que tiene el cable.

$$R_c = \frac{(V_n - V_c)}{2 I_c}$$

Ecuación 2.9 Resistencia del cable, [1].

Donde:

- R_c : (Ω) resistencia del cable
- I_c : 34,24 (A) corriente en la carga
- V_n : 124 (V_{AC}) voltaje medido en la fuente
- V_c : 121,52 (V_{AC}) voltaje en la carga

Por lo tanto:

$$R_c = 0,03621 (\Omega)$$

Con el valor obtenido de la Ecuación 2.9 se calcula el área transversal del conductor.

$$A_c = \frac{L \rho}{R_c}$$

Ecuación 2.10 Área transversal del conductor, [1].

Donde:

R_c : 0,03621 (Ω) resistencia del cable

L : 17 (m) longitud del tablero de derivación al tablero de control

ρ : $1,72 \times 10^{-8}$ (Ωm) resistividad del cobre

A_c : (mm^2) área del conductor

Por lo tanto:

$$A_c = 8,08 \text{ (mm}^2\text{)}$$

Con el valor obtenido en la Ecuación 2.10, se procede a seleccionar el calibre del conductor.

Tabla 2.5 Calibre de conductores en mm^2 y su equivalente en AWG, [1].

Calibre AWG (kcmil)	Sección nominal (mm^2)	Diámetro del conductor aprox. (mm)	Espesor aislación. (mm)	Diámetro exterior aprox. (mm)	Peso total aprox. (kg/km)
14	2.08	1.9	0.38	3	26
12	3.31	2.4	0.51	3.5	38
10	5.26	2.7	0.51	4	61
8	8.37	3.3	0.76	5.3	99
6	13.3	4.2	0.76	6.2	147
4	21.2	5.2	1.02	7.8	236
2	33.6	7.7	1.02	10.4	372
1	42.4	8.6	1.27	11.9	474
1/0	53.5	9.9	1.27	13.2	586

El calibre seleccionado es 8 AWG con una sección transversal de 8,37 (mm^2), lo cual satisface el área de 8,08 (mm^2) calculada en la Ecuación 2.10

En ese mismo sentido, de acuerdo a la norma del NEC, el calibre del neutro debe ser igual al calibre de las fases, es por ello que el neutro también es un 8 AWG.

En la Figura 2.16 se puede ver el recorrido que tiene la acometida desde el tablero de derivación hasta el tablero de control, es preciso mencionar que la acometida va a estar instalada por encima del techo falso.

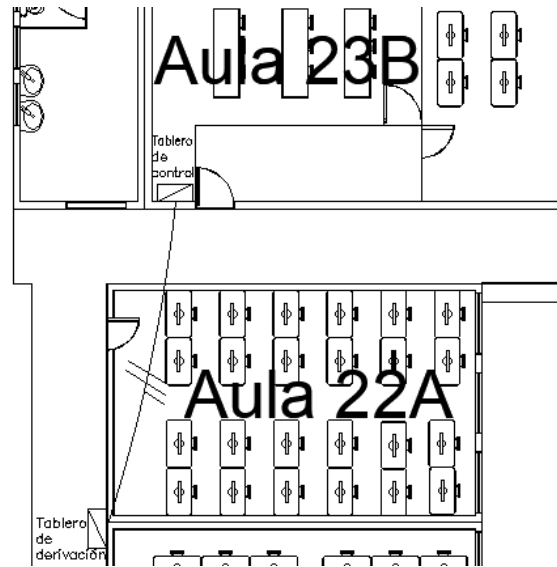


Figura 2.16 Recorrido de la acometida

El tipo de conductor seleccionado para la acometida es sucre multipolar de 3x8, en la Figura 2.17 se observa una imagen referencial del cable adquirido y en la Tabla 2.7 encuentran las características del conductor.



Figura 2.17 Cable sucre 3x8 THHN, [14].

Tabla 2.6 Características del cable sucre 3x8, [14].

Características Multiflex 3x8 THHN	
Capacidad de Corriente Nominal	55 (A)
Sección	8.37 mm ²
Diámetro Exterior Aprox.	15.03 mm
Temperatura Máxima de Operación	90°C

Se debe tener en cuenta el código de colores de la norma NEC, que se muestra en la Tabla 2.7.

Tabla 2.7 Código de colores de la norma NEC, [1].

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

No obstante, el cable multiflex adquirido (Figura 2.17), tiene los colores de blanco, verde y negro en su parte interna, lo cual no sigue la normativa del NEC descrita en la Tabla 2.7, es por ello que se ha definido como neutro al conductor de color verde, a la fase R el color blanco y a la fase S el color negro.

2.4 Implementación de la protección principal y de la protección del laboratorio

Protección del laboratorio

Para el dimensionamiento de las protecciones electromagnéticas se debe considerar un análisis “aguas arriba” es decir, primero dimensionar la protección del laboratorio y luego la protección principal.

Se debe tener en cuenta que el valor de la protección del laboratorio se encuentre entre la corriente en la carga y la capacidad de corriente del conductor seleccionado.

Tabla 2.8 Interruptores electromagnéticos de la marca Schneider Electric, [15].

TIPO CORRIENTE NOMINAL (A)	2 POLOS CURVA	
	C	D
1	MGN60875	MGN60518
2	MGN60876	MGN60519
3	MGN60877	MGN60520
4	MGN60878	MGN60521
5	MGN60879	MGN60522
10	MGN60880	MGN60523
16	MGN60881	MGN60524
20	MGN60882	MGN60525
25	MGN60883	MGN60526

32	MGN60884	MGN60527
40	MGN60885	MGN60528
50	MGN60886	-
63	MGN60887	-

Se ha seleccionado un interruptor termomagnético de 40 (A), dado que cumple al ser más grande que la corriente sobredimensionada y menos a la corriente del conductor, como se puede ver en la Tabla 2.9.

Tabla 2.9 Corriente de la protección del laboratorio

Corriente sobredimensionada	Corriente de la protección electromagnética	Capacidad de corriente del conductor
34,24 (A)	40 (A)	55 (A)

La protección termomagnética seleccionada es de 40 (A) de dos polos, con una curva tipo C.



Figura 2.18 Interruptor termomagnético de 2 polos, imagen referencial, [15].

Protección principal

La protección principal se dimensiona mayor a la protección del tablero de control (Protección del laboratorio), menor a la protección de la EEQ y menor a la corriente máxima que soporta el cable.

La protección del laboratorio es de 40 (A), la protección de la EEQ es de 125 (A) y la corriente máxima del cable es de 55 (A).

Se selecciona un interruptor termomagnético marca Schneider tipo C de 50 (A) MGN60886, debido a que cumple con los requerimientos mencionados anteriormente.

Tabla 2.10 Corriente de la protección principal

Corriente de la protección del laboratorio	Protección del Tablero de Control	Corriente de la protección principal	Corriente máxima del cable	Protección de la EEQ
34,24 (A)	40 (A)	50 (A)	55 (A)	125 (A)

2.5 Elaboración de un manual de mantenimiento

En la Tabla 2.11 se presentan los materiales necesarios para un mantenimiento del tablero de derivación, asimismo se describe la función que cumplen.

Tabla 2.11 Materiales para el mantenimiento del tablero de derivación

Material	Imagen	Función
Guantes dieléctricos		Proteger al usuario de la corriente eléctrica y de cortes por conductores fracturados.
Zapatos dieléctricos		Aislar al operador para que su cuerpo no se convierta en un camino de descarga a tierra.
Ropa para baja tensión		Aislar al operador, en caso de haber contacto con una parte energizada
Gafas		Proteger a los ojos de chispazos.
Destornillador estrella		Ajustar los tornillos de las luces piloto y las borneras de los interruptores termomagnéticos
Llave de 10 (mm)		Ajustar los tornillos que se encuentran en las barras de cobre.
Multímetro digital		Medir voltaje, corriente y continuidad.
Brocha		Limpiar las impurezas que se encuentren dentro del tablero de derivación.

Se deben seguir los siguientes pasos para realizar un correcto mantenimiento:

1. Cortar la energía proveniente de la EEQ.
2. Retirar la protección de vidrio de acrílico del tablero de derivación.
3. Con la brocha se debe quitar el polvo y las impurezas que estén en el interior.
4. Con la llave de 10 (mm) se debe realizar un ajuste a los tornillos que estén flojos.
5. Con el destornillador se debe ajustar las borneras del interruptor termomagnético, en el caso de que este flojo.
6. Se debe conectar la energía de la EEQ.
7. Con el multímetro en modo de medición de voltaje, se miden los voltajes a la entrada y la salida del interruptor termomagnético para comprobar su funcionamiento.
8. Colocar el vidrio de acrílico en su posición original y cerrar la tapa del tablero de derivación.

3 RESULTADOS

A continuación, en la Figura 3.1 y Figura 3.2 se presenta el proyecto finalizado. El tablero de derivación se encuentra sobre de la caja de revisión de las aulas 14-25, el cual se encuentra en la parte exterior del aula 22B. Este componente tiene la función de distribuir la energía a las aulas 22A,22B,23B, caja de revisión aulas 14-25 y al nuevo tablero de control del aula 23B. Por su parte la acometida alimenta al nuevo tablero de control, para el funcionamiento del mismo.



Figura 3.1 Tablero de derivación



Figura 3.2 Acometida al tablero de control

En la Figura 3.3 y Figura 3.4 se puede observar los elementos que componen el tablero de derivación, así mismo en la Figura 3.5 se presenta los elementos de la acometida.

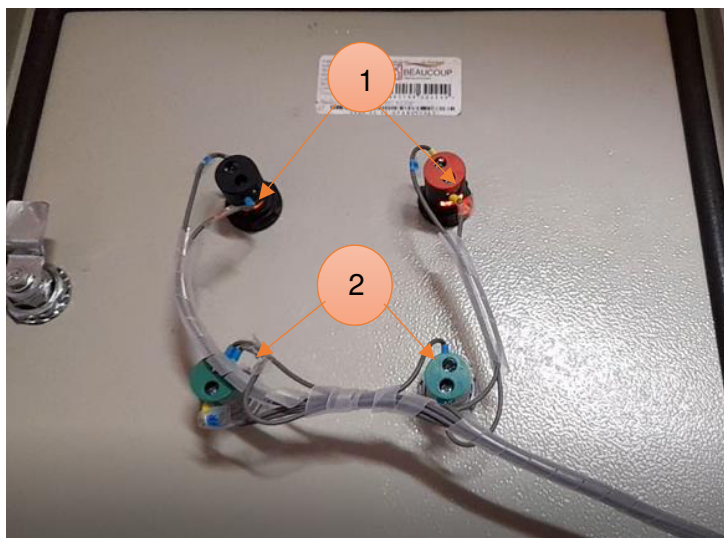


Figura 3.3 Elementos de la puerta del tablero de derivación

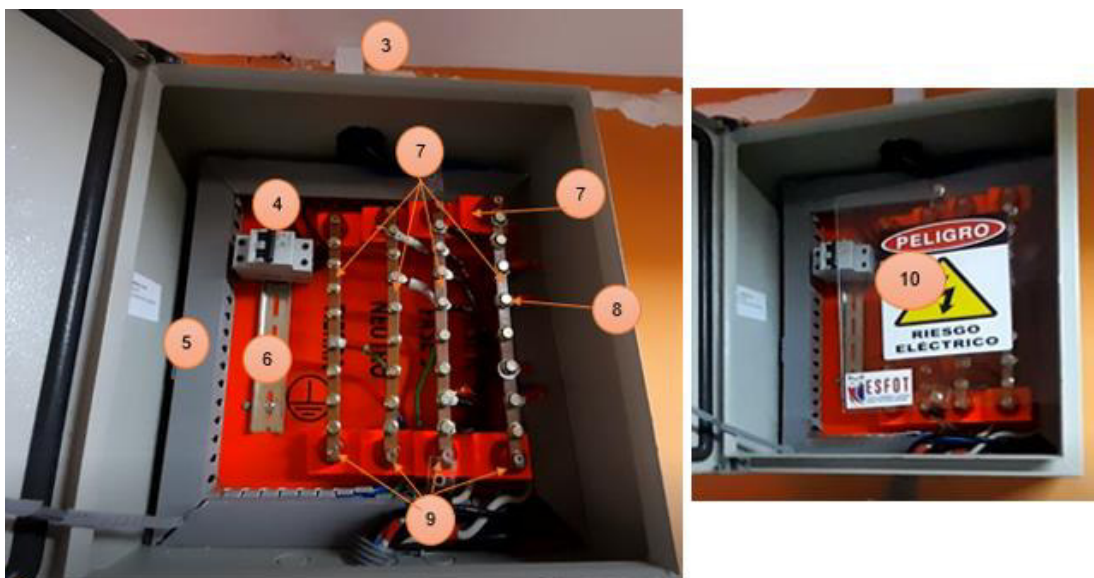


Figura 3.4 Elementos que componen el tablero de control

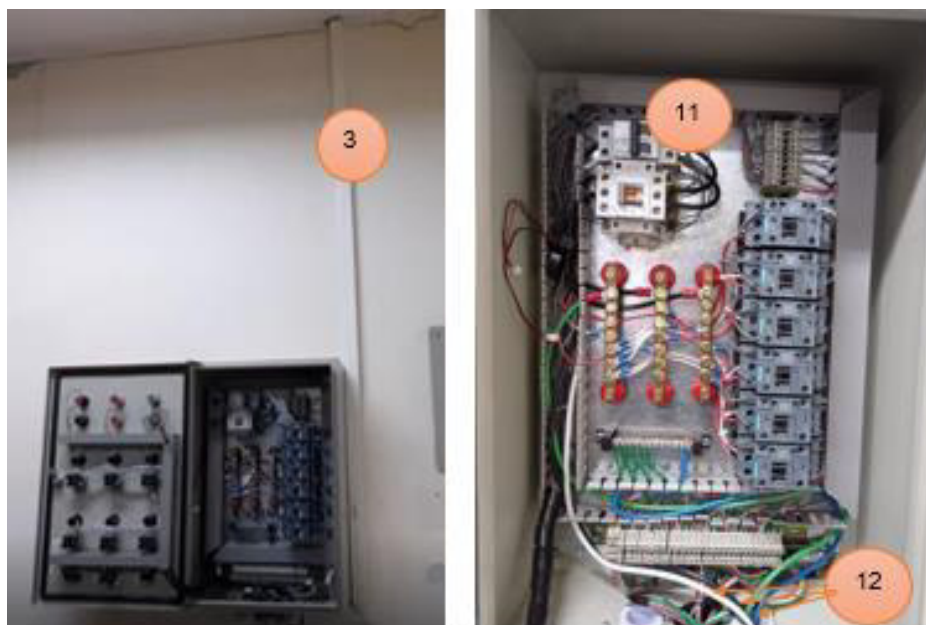


Figura 3.5 Elementos que componen la acometida

1. Luces piloto
2. Medidores de voltaje
3. Canaleta de la acometida
4. Breaker Schneider MGN60885 (Protección principal)
5. Canaleta ranurada
6. Riel DIN
7. Barras de cobre de 170 (A)
8. Tornillos y tuercas de presión de acero galvanizado con acabado tropicalizado
9. Barriles aisladores
10. Vidrio de acrílico
11. Breaker Schneider MGN60885 (Protección del laboratorio)
12. Conductores eléctricos de la acometida

Se ha realizado un video en el cual se muestra la presentación del presente proyecto integrador.

En la Figura 3.6 se presenta el funcionamiento de los sistemas implementados y en la Figura 3.7 se encuentran los pasos a seguir para realizar un óptimo mantenimiento.



Figura 3.6 Código QR del enlace al video demostrativo de funcionamiento

Enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=gIRr1-s4>

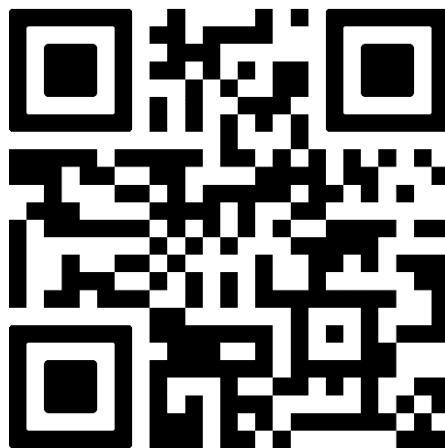


Figura 3.7 Código QR del enlace al video con las recomendaciones de mantenimiento

Enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=kFUWkKy3Qfl>

3.1 Pruebas y Análisis de Resultados

Las pruebas de funcionamiento permiten conocer el estado del sistema y en caso de haber un fallo, ayudan a corregirlo.

Voltaje sin carga

Esta prueba se va a realizar con la finalidad de conocer los valores nominales que existen en el tablero de control y el tablero de derivación al momento de que no se tiene

ninguna carga conectada, para esto se procedió a medir el voltaje en dichos elementos mediante un multímetro digital.

Tabla 3.1 Datos de la prueba de voltaje sin carga

Voltajes medidos	Voltaje en el tablero de control (V)	Voltaje en el tablero de derivación (V)
FR-Neutro	125,3	125,4
FS-Neutro	124,7	124,8
FR-FS	216,1	216,5
Neutro-tierra	0,6	0,6

Voltaje con carga

La presente prueba se realiza con el fin de conocer la caída de tensión que existe en la acometida entre el tablero de derivación y el tablero de control del aula 23B, al momento en el que se conecten cargas en el laboratorio. Para esto se ha conectado cargas primero en la fase R y luego en la fase S, de tal manera que se obtenga el valor de corriente nominal de cada fase 33, 56 (A) (resultado de la Ecuación 2.6). No obstante, la corriente con la que se logró realizar la prueba es de 31,8 (A) como se observa en las figuras Figura 3.8 y Figura 3.9, la cual es muy cercana al valor calculado. Para el cálculo de la caída de tensión se realiza el siguiente procedimiento, se ha tomado como ejemplo los primeros datos de la Tabla 3.2.

$$CT = \frac{(V_{TD} - V_{TC})}{V_{TD}} * 100\%$$

Ecuación 3.1

Caída de tensión en %

Donde:

V_{TD} : Voltaje en el tablero de derivación

V_{TC} : Voltaje en el tablero de control

CT : Caída de tensión

Por lo tanto:

$$CT = 1,69 \%$$

El resultado de la Ecuación 3.1, es con los datos de 116 (V) en el tablero de control y con 118 (V) en el tablero de derivación, cabe mencionar que la caída de tensión esta dentro del rango dimensionado que es de 2 %.



Figura 3.8 Prueba de voltaje con carga



Figura 3.9 Corriente medida

Tabla 3.2 Datos de la prueba de voltaje con carga

Voltajes medidos	Voltaje en el tablero de control (V)	Voltaje en el tablero de derivación (V)	ΔV	Caída de tensión %	Dentro del rango admisible del 2%
FR-Neutro	116	118	0,01694	1,69	✓
FS-Neutro	114,60	116,70	0,01799	1,80	✓
FR-FS	209,40	212,20	0,01319	1,32	✓
Neutro-tierra	0,60	0,60	0	0	✓

Como se puede observar todos los porcentajes de caída de tensión se encuentran dentro del rango de 2% para cual fue dimensionada la acometida, asimismo no se presentaron fallos eléctricos en ninguna mesa de trabajo.

Prueba de cortocircuito en las mesas

Esta prueba tiene la finalidad de comprobar el funcionamiento de los interruptores termomagnéticos a través de un cortocircuito provocado intencionalmente. Para esta prueba se van a tener 2 conductores de diferente voltaje, los cuales se van a tocar, provocando el cortocircuito y accionando la protección magnética del interruptor. Primero se realiza cortos en las mesas de trabajo, para comprobar que la protección del laboratorio y la principal no se accionen.

Se acciona ✓

No se acciona ✗

Tabla 3.3 Prueba de cortocircuitos en las mesas de trabajo

Mesas	Breaker 10 (A)	Breaker 40 (A) (Protección del laboratorio)	Breaker 50 (A) (Protección del principal)
Mesa1	✓	✗	✗
Mesa 2	✓	✗	✗
Mesa 3	✓	✗	✗
Mesa 4	✓	✗	✗
Mesa 5	✓	✗	✗
Mesa 6	✓	✗	✗

En la Tabla 3.3 se puede observar que al realizar cortos en las mesas, solo se accionan los interruptores de las mismas, no obstante las protecciones de 40 (A) y 50 (A) , no se accionan, dado que para que se accionen debe haber cortos en el tablero de control o en el tablero de distribución.

Prueba de cortocircuito en el tablero de control (Protección del laboratorio)

Esta prueba se realiza para verificar el correcto funcionamiento de la parte magnética de los interruptores, cabe mencionar que se realizó de manera controlada con las debidas protecciones, como lo son guantes, gafas, zapatos dieléctricos y ropa tipo jean. Se realizó un corto entre la fase y el neutro.

Tabla 3.4 Prueba de cortocircuitos en la protección del laboratorio

Interruptor termomagnético	Se acciona	No se acciona
Interruptor termomagnético 40 (A) (Protección del laboratorio)	✓	
Interruptor termomagnético 50 (A) (Protección principal)		x

La protección que se acciona al momento del corto en el tablero de control es únicamente la protección que se encuentra en el mismo, no obstante, la protección que está en el tablero de derivación no se acciona. Con esto se verifica el correcto dimensionamiento “aguas arriba” de los interruptores termomagnéticos.

Prueba de cortocircuito en el tablero de derivación (Protección principal)

Al igual que la anterior prueba se realizó con las debidas protecciones, para evitar accidentes por riesgo eléctrico. Se hizo un corto entre la fase y el neutro a la salida del interruptor de termomagnético (Protección principal).

Tabla 3.5 Prueba de cortocircuitos en la protección principal.

Interruptor termomagnético	Se acciona	No se acciona
Interruptor termomagnético 50 (A) (Protección Principal)	✓	

Con esto se puede verificar que al momento que existe un corto en el tablero de derivación, la protección principal se va a accionar, para proteger la acometida. No se necesitaron hacer ningunas modificaciones, dado que el circuito siguió funcionando de manera correcta.

Prueba de continuidad en el tablero de derivación

Esta prueba se va a realizar con el fin de conocer la continuidad que existe en la protección del tablero de derivación, para saber si se debe ajustar algún tornillo, esto se

logra mediante la resistencia que se muestra en la pantalla del multímetro. Se debe cortar la energía del tablero de derivación y poner el multímetro en modo continuidad, con la punta se debe tocar la barra de cobre y la salida del interruptor.

Tabla 3.6 Prueba de continuidad

Continuidad medida	Resistencia Ω	Pasa	No pasa
FR _{BARRA} -FR _{SALIDA-INTERRUPTOR 50 (A)}	0.1 Ω	✓	
FS _{BARRA} -FS _{SALIDA-INTERRUPTOR 50 (A)}	0.2 Ω	✓	

Con los datos obtenidos se puede verificar que los tornillos de las borneras de los interruptores termomagnéticos esta correctamente ajustados, para que la energía fluya sin ninguna dificultad.

Prueba de fuga de corriente

Esta prueba se realiza con la finalidad de conocer si hay una fuga de corriente por alguna rotura del aislante del conductor o porque algún elemento está haciendo tierra. Para esta prueba se conecta una carga, y se mide la corriente de la fase y la del neutro.

Tabla 3.7 Prueba de fuga de corriente en la fase R

Corriente	Magnitud
Corriente de fase R	13,5 (A)
Corriente de neutro	13,5 (A)

Tabla 3.8 Prueba de fuga de corriente en la fase S

Corriente	Magnitud
Corriente de fase S	13,5 (A)
Corriente de neutro	13,5 (A)

No existe ninguna fuga de corriente en las fases dado que la corriente es la misma en el neutro.

4 CONCLUSIONES

- El tablero de derivación es una mejora a la distribución de la energía para las cajas de revisión de las aulas 22A, 22B, 23B, de la 14 a la 25 y el nuevo tablero de control, dado que soluciona la problemática del hacinamiento de conductores en las borneras de la caja de revisión, tal como se observa en la Figura 1.1.
- Para el cálculo de la corriente de las barras se tuvo en cuenta la corriente máxima de cada conductor y así mismo un factor de demanda en función a la potencia calculada, teniendo como resultado 123,5 (A), no obstante, en el mercado solo se encontró barras de 170 (A).
- Se fabricó una estructura tipo grada que cumple con las distancias mínimas de separación entre barras como se observa en la Tabla 2.4, la cual está definida en las NEC.
- Para dimensionar el calibre de la acometida, previamente se obtuvieron los datos de potencia y corriente máxima que va a soportar cada módulo, del trabajo de titulación Implementación de un sistema de distribución, control maniobra y señalización para el LTEE-ESFOT. La potencia de cada mesa es de 943,25 (W) con una corriente de 9,23 (A). Con los datos anteriores se dimensionó el calibre de la acometida, utilizando el método de la caída de tensión, debido a que se tiene un recorrido de 17 (m) desde el tablero de derivación hasta el tablero de control. El calibre seleccionado es de 8 AWG, debido a que satisface el área transversal calculada en la Ecuación 2.10.
- Es preciso mencionar que la acometida se realizó con un conductor multifilar con aislamiento, también conocido como tipo sucre de 3x8 y el color de los conductores de la acometida son blanco, negro y verde, por lo que no sigue la normativa del NEC, se definió al blanco como fase R, al negro como fase S y al verde como neutro.
- El costo aproximado del proyecto fue de 280 (USD), los cuales se invirtieron en la adquisición de todos los elementos que constituyen la nueva acometida y el tablero de derivación implementados.

Figura 1.1 Hacinamiento de conductores en un mismo punto

5 RECOMENDACIONES

- Al momento de comprar un cable tipo sucre de 3x8 se debe verificar que cumpla con la normativa de colores del NEC.
- El tablero de derivación se encuentra a una altura mayor a 2 (m) lo que dificulta el mantenimiento, por lo que se recomienda empotrarlo en la pared al lado izquierdo de la caja de revisión de las Aulas 14-25, con la finalidad de que no interfiera al momento de abrir la puerta del aula 22A.
- Tener en cuenta la distribución en la tapa del tablero de las luces piloto y los voltímetros, antes de hacer los agujeros en la misma. Estos elementos deben estar distribuidos de manera simétrica, de manera horizontal y vertical.
- Realizar un mantenimiento preventivo al menos una vez al año, para tener al tablero en condiciones adecuadas de funcionamiento.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] A. Sandoya, L. Chica y G. Ordoñez , «Norma Ecuatoriana para la construcción Instalaciones eléctricas,» MIDUVI, 3 Febrero 2018. [En línea]. Available: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/NEC-SB-IE-Final.pdf>. [Último acceso: 13 Enero 2022].
- [2] s.f, «NORMA ECUATORIANA DE CONSTRUCCIÓN- INSTALACIONES ELECTROMECAÑICAS,» MIDUVI, Enero 2013. [En línea]. Available: <https://www.ecp.ec/wp-content/uploads/2017/09/NECINSTALACIONESELECTROMECAÑICAS2013.pdf>. [Último acceso: 15 Diciembre 2022].
- [3] D. Cabrera y R. Durán, «DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN TABLERO DE,» EPN, Febrero 2018. [En línea]. Available: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/20086/1/CD-9527.pdf>. [Último acceso: 26 Enero 2022].
- [4] L. Escobar y A. Vaca, «Implementación de un tablero general para el laboratorio de tecnología industrial.,» EPN, Junio 2021. [En línea]. Available: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/21778/1/CD%2011273.pdf>. [Último acceso: 2 Enero 2022].
- [5] Ingelcom, «Gabinete metálico,» 15 Julio 2021. [En línea]. Available: <https://www.ingelcom.com.ec/shop/product/i35200-gabinete-metalico-para-uso-interior-40x40x20-cm-10277?search=gabinete>. [Último acceso: 6 Enero 2022].
- [6] Ingelcom , «BARRA DE COBRE,» 15 Junio 2021. [En línea]. Available: <https://www.ingelcom.com.ec/shop/product/o51100-barra-de-cobre-1-8-x-1-2-170a-metros-12343?search=barra>. [Último acceso: 12 Enero 2022].
- [7] Grupo-EPM, «TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA,» Norma, 3 12 2015. [En línea]. Available: <https://www.epm.com.co/site/Portals/3/documentos/Energia/RA8-012/RA8-012.pdf>. [Último acceso: 11 Enero 2022].

- [8] Ingelcom, «Aislador para barra,» 9 Mayo 2021. [En línea]. Available: <https://www.ingelcom.com.ec/shop/product/o51420-aislador-para-barra-25-mm-16567?search=barra>. [Último acceso: 12 Enero 2022].
- [9] CIMA, «Lámina de Acero,» 12 Julio 2021. [En línea]. Available: <http://aceroinoxidablee.com/>. [Último acceso: 2 Enero 2022].
- [10] ARGOS, «Terminal tipo ojo aislada,» Noviembre 2021. [En línea]. Available: <http://argoselectrica.com/product/terminal-tipo-ojo-aislada-pvc/>. [Último acceso: 15 Enero 2022].
- [11] INGELCOM, «LUZ PILOTO LED 22MM ROJA 220V,» 15 Noviembre 2021. [En línea]. Available: <https://www.ingelcom.com.ec/shop/product/g30600-luz-piloto-led-22mm-roja-220v-16621?search=luz+piloto>. [Último acceso: 5 Enero 2022].
- [12] INGELCOM, «Luz piloto color amarilla,» 15 Diciembre 2021. [En línea]. Available: <https://www.ingelcom.com.ec/shop/product/g30550-luz-piloto-22mm-amarilla-220v-9977?search=luz+piloto>. [Último acceso: 5 Enero 2022].
- [13] OTECE, «Luz piloto LED con voltímetro,» 4 Septiembre 2021. [En línea]. Available: <https://www.otece.com.ec/producto/luz-piloto-led-con-voltmetro-60-500-vac-strom/>. [Último acceso: 6 Enero 2022].
- [14] INELDEC, «Cable Encauchetado 3x8 AWG,» INELDEC, 4 Noviembre 2021. [En línea]. Available: <https://ineldec.com/producto/cable-encauchetado-3x8-awg-nexans-thhn-pvc/>. [Último acceso: 17 Enero 2022].
- [15] Schneider Electric Industries SAS, «Circuit breakers and switch-disconnectors from 630b to 3200 A,» Circuit breakers and switch-disconnectors from 630b to 3200 A, 2017. [En línea]. Available: https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Catalog&p_File_Name=Compact+NS+-LVPED211021EN.pdf&p_Doc_Ref=CompactNS-LVPED211021EN. [Último acceso: 18 Enero 2022].
- [16] L. Carvajal, Metodología de la Investigación Científica. Curso general y aplicado, 28 ed., Santiago de Cali: U.S.C., 2006, p. 139.

7 ANEXOS

ANEXO I. Reporte de Similitud Generado por Turnitin

ANEXO II. Certificado de Funcionamiento de Trabajo de Integración Curricular

ANEXO III. Plano esquemático del tablero de derivación

ANEXO IV. Diagrama Unifilar

ANEXO V. Inspección del lugar

ANEXO I. REPORTE DE SIMILITUD GENERADO POR TURNITIN

DMQ,26 de enero del 2022

Yo, Pablo Andrés Proaño Chamorro, como director del presente Trabajo de Integración Curricular, certifico que el siguiente es el resultado de la evaluación de similitud realizado por la plataforma Turnitin:

Submission date: 27-Oct-2016 04:22PM (UTC-0500)

Submission ID: 727839690

File name: Proyecto_Integrador_Tesis_Jos_Chango_-_Carlos_Serrano.docx (5.7M)

Word count: 10844

Character count: 64148

Proyecto Integrador

ORIGINALITY REPORT

12%

SIMILARITY INDEX

11%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

3%

STUDENT PAPERS

MATCH ALL SOURCES (ONLY SELECTED SOURCE PRINTED)

4%

★ bibdigital.epn.edu.ec

Internet Source

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off



Firmado electrónicamente por:
**PABLO ANDRES
PROANO CHAMORRO**

DIRECTOR

Ing. Pablo Andrés Proaño Chamorro., Msc.

ANEXO II. CERTIFICADO DE FUNCIONAMIENTO DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

DMQ,26 de enero del 2022

Yo, Pablo Andrés Proaño Chamorro, docente a tiempo completo de la Escuela Politécnica Nacional y como director de este trabajo de integración curricular, certifico que he constatado el correcto funcionamiento del tablero de derivación y la acometida, el cual fue implementado por el estudiante *Alex Danilo Quinchiguango Ajila*.

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.



Firmado electrónicamente por:
**PABLO ANDRÉS
PROANO CHAMORRO**

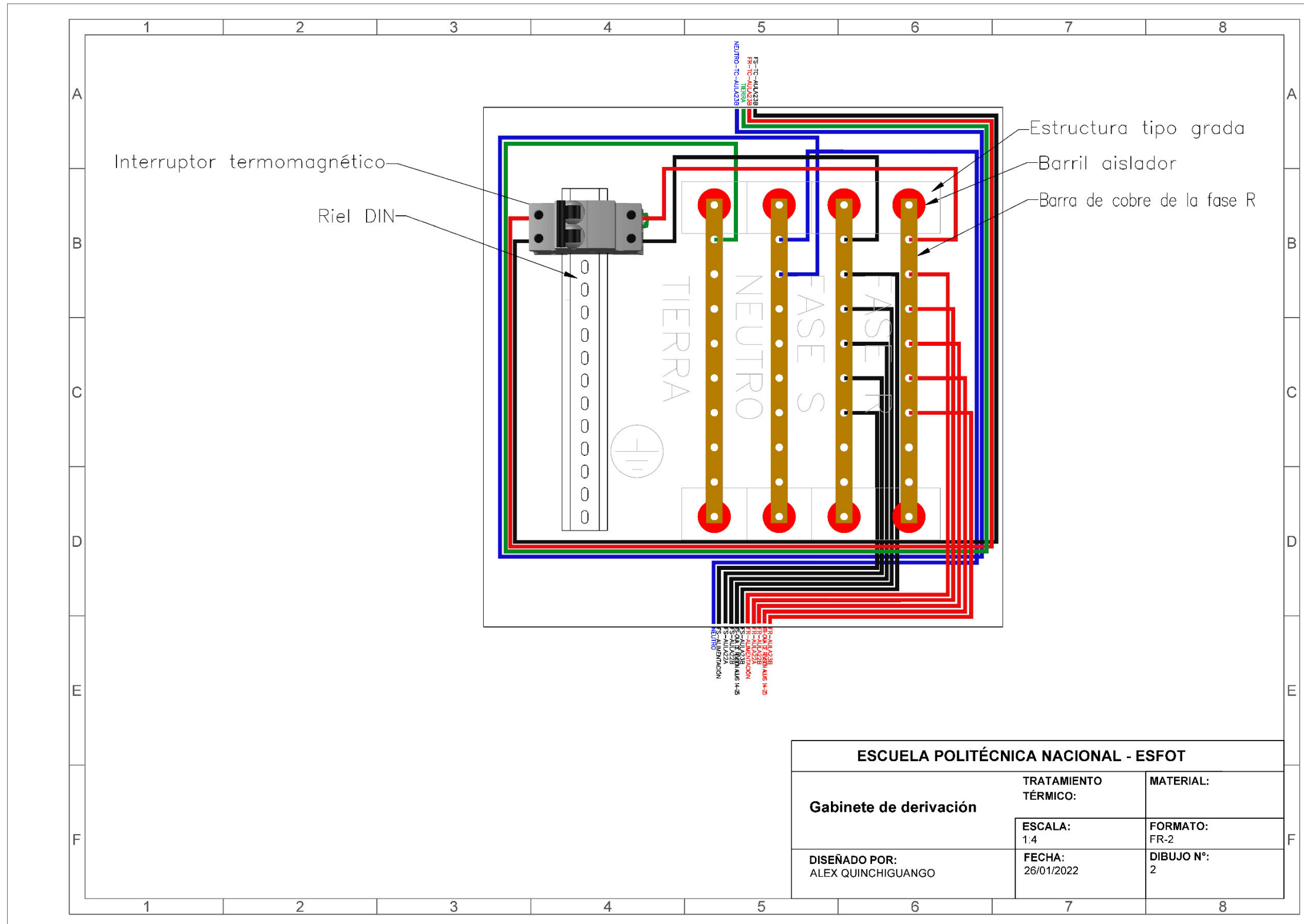
DIRECTOR

Ing. Pablo Andrés Proaño Chamorro., Msc.

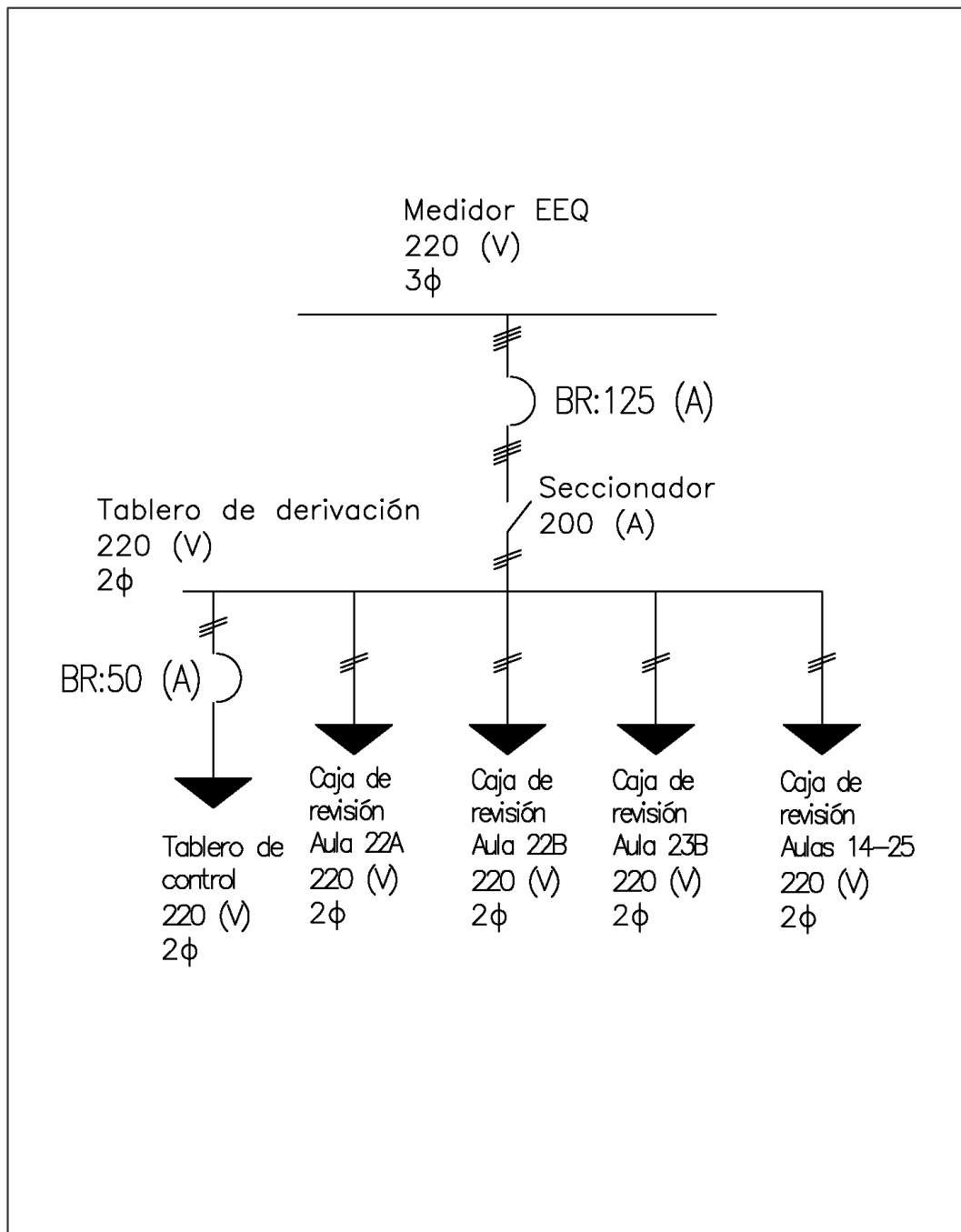
Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía | Edificio N. 21 | Área 7 | Oficina 28

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

ANEXO III. PLANO ESQUEMÁTICO DEL TABLERO DE DERIVACIÓN



ANEXO IV. DIAGRAMA UNIFILAR



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - ESFOT

DIAGRAMA UNIFILAR	TRATAMIENTO TÉRMICO:	MATERIAL:
	ESCALA: 1:4	FORMATO: FR-1
DISEÑADO POR: ALEX QUINCHIGUANGO	FECHA: 01/29/2022	DIBUJO N°: 1

ANEXO V: INSPECCIÓN DEL LUGAR

