

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

**IMPLEMENTACIÓN DE UN TABLERO DE CONTROL PARA
MONITOREO Y SEGURIDAD DE LAS AULAS DE LA ESFOT
(TABLERO 4)**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
TECNÓLOGO EN ELECTROMECAÁNICA**

JOSÉ LUIS BURBANO VASQUEZ

jose.burbano@epn.edu.ec

SANTIAGO MAXIMILIANO GUTIÉRREZ ALMEIDA

santiago.gutierrez@epn.edu.ec

DIRECTOR: ING. ALAN DANIEL CUENCA SÁNCHEZ

alan.cuenca@epn.edu.ec

CODIRECTOR: ING. CARLOS ORLANDO ROMO HERRERA MSC.

carlos.romo@epn.edu.ec

Octubre, 2020

Declaración

Nosotros, Santiago Maximiliano Gutiérrez Almeida y José Luis Burbano Vásquez, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Sin perjuicio de los derechos reconocidos en el primer párrafo del artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación -COESC, somos titulares de la obra en mención y otorgamos una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva de uso con fines académicos a la Escuela Politécnica Nacional, Entregaremos toda la información técnica pertinente. En el caso de que hubiese una explotación comercial de la obra por parte de la EPN, se negociará los porcentajes de los beneficios conforme lo establecido la normativa nacional vigente.



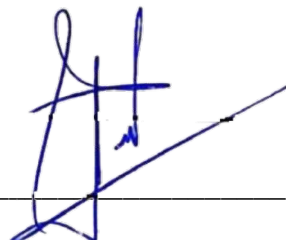
José Luis Burbano Vásquez
CI: 1721943270



Santiago Maximiliano Gutiérrez Almeida
CI: 1717843963

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por José Luis Burbano Vásquez y Santiago Maximiliano Gutiérrez Almeida, bajo nuestra supervisión.



Ing. Alan Daniel Cuenca Sánchez

DIRECTOR DE PROYECTO



Ing. Carlos Orlando Romo Herrera

CODIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme salud y vida, por siempre bendecirme todos los días, con mucho más de lo que merezco.

A mi madre, Lucia quien siempre está a mi lado, gracias por ese apoyo incondicional y por enseñarme a perseverar en la vida. A mis abuelitos, quienes siempre están cuidándonos y bendiciéndonos.

A mi padre, Franklin quien siempre está a mi lado, gracias por ese apoyo incondicional y por enseñarme a perseverar en la vida.

A mis amigos, con quienes he compartido momentos gratos de mi vida estudiantil.

A toda mi familia por estar pendientes y preocupados por mi bienestar personal y profesional.

A la Escuela Politécnica Nacional, quien me ha nutrido de conocimientos y valores. Además, a sus excelentes docentes que no solo entregan conocimiento sino enseñanzas para ser un mejor profesional y una mejor persona.

Maximiliano

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi familia, quienes siempre están conmigo en los momentos más felices y tristes de mi vida. Gracias a todos, por haberme enseñado a luchar, a trabajar y a nunca darme por vencido. Ellos se merecen el resultado de mi esfuerzo por estar en todo momento a mi lado.

Maximiliano

AGRADECIMIENTO

Primero a Dios, agradezco por todas las bendiciones en mi vida.

A mis padres, porque día a día han trabajado duro, para que mis hermanos y yo nos llevemos la mejor herencia, el conocimiento. Su amor y sus consejos hacia nosotros es el mejor regalo Ellos me enseñaron a ser perseverante y a no rendirme a pesar de los obstáculos que se presentaron en cada etapa de mi vida.

A Diana, por el apoyo durante todo este tiempo de vida estudiantil.

José

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a toda mi familia, en especial a mis padres Luz y José Luis, quienes, con su amor, su sacrificio y sus sabios consejos me supieron guiar por un buen camino para lograr cada uno de mis objetivos.

A mis abuelitos, Isabel y Galo, por cada uno de sus consejos y por siempre cuidarme con su bendición.

A mis hermanos, Evelyn, Stefany y Mateo, porque son mi fuente de inspiración, con ellos he compartido muchos momentos unos lindos y otros malos, pero siempre han estado ahí conmigo, por esta razón cada día entrego todo de mí, con el propósito de ser su ejemplo a seguir.

A Diana, porque con su amor y paciencia me enseñó a perseguir mis metas, por esa razón he llegado a conseguir uno de mis sueños.

José

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Justificación.....	1
1.3 Objetivos.....	2
2. METODOLOGÍA	4
2.1 Tipo de investigación.....	4
2.2 Descripción de la metodología usada.....	4
3. EJECUCIÓN Y RESULTADOS	6
3.1 Requerimientos del sistema.....	8
• Requerimientos.....	8
• Inspección de las aulas.....	8
3.2 Diseño de un tablero de control para puertas, ventanas y luminarias.....	10
• Distribución de Borneras.....	11
• Protecciones eléctricas del tablero y alimentación.....	12
• Relés de potencia y de control.....	13
• Microcontrolador Arduino y sensores.....	14
• Reguladores de Voltaje.....	15
• Fuente de Alimentación DC.....	15
• Interruptores.....	15
• Cálculo de la caída de tensión y amperaje en conductores.....	16
• Sección de conductores.....	18
• Diseño del tablero en AUTOCAD.....	19
3.3 Implementación del tablero de control.....	23
• Selección de elementos.....	23
• Construcción del tablero.....	29
• Funcionamiento del tablero de control.....	32
3.4 Instalación del tablero de control.....	38
• Ubicación.....	38
• Accesibilidad.....	40
• Señalización para el usuario.....	41
3.5 Instalación eléctrica.....	42
• Conexión eléctrica y electrónica.....	43
• Conexión de luminarias.....	47
3.6 Pruebas de funcionamiento.....	49

• Pruebas de continuidad en cableado AC y DC.	49
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
4.1 Conclusiones.....	52
4.2 Recomendaciones.....	53
5. BIBLIOGRAFÍA	55
ANEXOS	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1: Zona Tablero 4.....	6
Figura 3.2: Tablero 4 implementado.	7
Figura 3.3: Daños a ventanas de las aulas.	9
Figura 3.4: Estado de puertas.....	9
Figura 3.5: Estado de aulas.	10
Figura 3.6: Vista frontal del tablero en AUTOCAD.	20
Figura 3.7: Vista lateral derecha del tablero en AUTOCAD.....	21
Figura 3.8: Vista lateral izquierda del tablero en AUTOCAD.	21
Figura 3.9: Vista superior del tablero en AUTOCAD.	22
Figura 3.10: Vista simplificada del tablero de ET en AUTOCAD.	22
Figura 3.11: Nomenclatura de pines en el plano esquemático.	23
Figura 3.12: Borneras.....	24
Figura 3.13: Relé de potencia.	24
Figura 3.14: Zócalo del relé de potencia.	25
Figura 3.15: Microcontrolador Arduino Mega 2560 y Shield Ethernet.....	25
Figura 3.16: Módulo relé de 8 canales.	26
Figura 3.17: Riel DIN o Carril DIN de 35 (mm).	26
Figura 3.18: Canaleta ranurada.	27
Figura 3.19: Cables 14 y 20 AWG.....	27
Figura 3.20: Base porta fusible.	28
Figura 3.21: Breaker.....	28
Figura 3.22: Tablero de control adquirido para la implementación.	29
Figura 3.23: Instalación de los elementos en la placa del tablero de control.	30
Figura 3.24: Conexionado del tablero de control.	30
Figura 3.25: Suelda de puntas de conexión para pines de Arduino.....	31
Figura 3.26: Implementación del tablero finalizada.	32
Figura 3.27: Grupo de borneras de corriente continua	33
Figura 3.28: Grupo de borneras de corriente alterna.....	33
Figura 3.29: Grupos de conexiones de Arduino.	34
Figura 3.30: Grupos de relés de control ON/OFF de luces y apertura de puertas.	35
Figura 3.31: Grupo de Reguladores de voltaje.....	35
Figura 3.32: Grupo de relés de potencia para cada aula.....	36
Figura 3.33: Sistema de control del relé de potencia por aula (Aula 28).....	36
Figura 3.34: Grupo de protecciones eléctricas del tablero.	37
Figura 3.35: Fuente de voltaje DC.	37

Figura 3.36: Regulador de voltaje de AC.	38
Figura 3.37: Ubicación Tablero de Control Aula 26.	40
Figura 3.38: Etiquetado de pines.	41
Figura 3.39: Identificación de interruptores.	42
Figura 3.40: Cableado de sensores y chapas eléctricas.	42
Figura 3.41: Botoneras ON/OFF.	44
Figura 3.42: Diagrama de conexión botoneras aula 27.	45
Figura 3.43: Sensor MC-38 Instalado.	45
Figura 3.44: Diagrama de conexión sensores magnéticos.	46
Figura 3.45: Distribución de cableado por tuberías.	46
Figura 3.46: Diagrama de conexión de luminarias.	47
Figura 3.47: Luminarias por aula.	47
Figura 3.48: Interruptor para luces frontales.	48
Figura 3.49: Luces frontales apagadas.	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1: Elementos del tablero.....	10
Tabla 3.2: Características de diseño para distribución (Borneras).....	11
Tabla 3.3: Estudio de las cargas de AC para diseño de protecciones del tablero.....	12
Tabla 3.4: Estudio de las cargas de DC para diseño de protecciones del tablero.....	13
Tabla 3.5: Características de Relés de Potencia y Control.....	13
Tabla 3.6: Características de sensores magnéticos.	14
Tabla 3.7: Características de la fuente de DC	15
Tabla 3.8: Sección calculada y elegida.....	18
Tabla 3.9: Valores normalizados de sección de conductores eléctricos.	19
Tabla 3.10: Distancias de cableado eléctrico aulas 24,25 y 26.....	39
Tabla 3.11: Distancias de cableado eléctrico aulas 27 y 28.....	39
Tabla 3.12: Colores norma IEC 60446	43
Tabla 3.13: Prueba de tensiones In-Out.....	49
Tabla 3.14: Control de luces.....	50
Tabla 3.15: Estado de puertas y ventanas (sensores magnéticos).....	51

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: Carta de Compromiso del proyecto.	58
ANEXO B: Planos del tablero en AUTOCAD.....	63
ANEXO C: Tabla de conexiones del tablero.	64
ANEXO D: Documentos, archivos y datasheet en línea	70
ANEXO E: Manual de Mantenimiento.....	72
ANEXO F: Diagramas de Conexiones.....	73
ANEXO G: Tablas de Check List.....	74
ANEXO H: Datos técnicos de equipos.....	79

RESUMEN

El presente proyecto de titulación, “IMPLEMENTACIÓN DE UN TABLERO DE CONTROL PARA MONITOREO Y SEGURIDAD DE LAS AULAS DE LA ESFOT (TABLERO 4)”, servirá para brindar bienestar y seguridad en las aulas de la ESFOT para aquellos que hagan uso de las mismas. El proyecto permite monitorear el estado de puertas y ventanas, además de controlar el acceso a cada aula y su iluminación.

El proyecto consta de cuatro capítulos, que se resumen a continuación.

El capítulo uno contiene la introducción y características del proyecto, además del planteamiento del problema, que se basa en la necesidad de brindar seguridad e información acerca del estado de las aulas; asimismo, se encuentra la justificación, que señala la razón de por qué y para qué se implementa el proyecto y los objetivos que se refieren a la asignación de las tareas.

El capítulo dos describe la metodología empleada para el desarrollo del proyecto y expone las actividades necesarias para el cumplimiento de los objetivos, utilizando técnicas e instrumentos en la ejecución de los mismos.

El capítulo tres detalla el análisis de resultados e indica el diseño y construcción del tablero de control, la implementación y ejecución de pruebas y sus resultados.

El capítulo cuatro muestra las conclusiones y recomendaciones obtenidas de la ejecución y funcionamiento del proyecto.

ABSTRACT

This degree project, "IMPLEMENTATION OF A CONTROL BOARD FOR THE MONITORING AND SAFETY OF THE ESFOT CLASSROOMS (BOARD 4)", will serve to provide well-being and safety in the ESFOT classrooms for those who use the use of the same. The project allows monitoring the state of doors and windows, as well as controlling access to each classroom and its lighting.

The four-chapter project is summarized below.

Chapter one contains the introduction and characteristics of the project, in addition to the problem statement, that bases on the necessity to provide security and information about the state of the classrooms; specifically, there is the justification, which indicates the reason why and for what the project is implemented and the objectives that are defined for the assignment of tasks.

Chapter two describes the methodology used for the development of the project and expose the activities that were necessary for the achievement of the objectives, the use of techniques and instruments in its execution.

Chapter three details the analysis of results and indicates the design and construction of the control panel, the implementation and execution of tests and their results.

Chapter four shows the conclusions and recommendations obtained from the execution and operation of the project.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del problema

En los últimos años el sector de seguridad y monitoreo en sectores públicos como instituciones del estado ha experimentado un gran crecimiento gracias a la aplicación de nuevas tecnologías y nuevos métodos de control. Según afirma (García, 2010) “la seguridad se complementa a través del control y monitoreo permanente”, por lo mismo se requiere de sistemas de control continuo, para establecimientos educativos, industriales y locales como viviendas. Así entonces se diversifica la seguridad y control mediante monitoreo, afirma Sallan (Sallan, 2012) que “deben ser espacios seguros y saludables tanto para los trabajadores que desarrollan su actividad en estas instituciones, como también, y sobre todo, para los destinatarios del servicio educativo”.

La Escuela de Formación de Tecnólogos (ESFOT) requiere un sistema de seguridad y monitoreo en sus aulas, ya que carece del mismo y esto produce problemas internos y daño del material educativo e infraestructura como pizarrones, bancas, ventanas, y fachada en general. Además de una carencia de información acerca del estado de ventanas, puertas y acceso en las aulas. Este sistema beneficiará a estudiantes de las Tecnologías que se desarrollan actualmente en la ESFOT y las que seguramente tomarán lugar en un futuro, ya que son estos estudiantes los que usan las aulas en sus actividades diarias.

La implementación de este proyecto se realiza mediante la participación de 3 áreas de estudio diferentes en la ESFOT como son de EM (Electromecánica), ET (Electrónica y Telecomunicaciones) y ASI (Análisis de Sistemas Informáticos). El sistema completo de control de acceso contará con biométricos y una interfaz web que permitirá el control y monitoreo de manera remota. El presente trabajo se refiere directamente a la implementación del Tablero de Control 4 ubicado en el Aula 26 de la ESFOT, que permite el control y monitoreo de las aulas 24, 25, 26, 27 y 28.

1.2 Justificación

El Tablero de Control permitirá abarcar los elementos necesarios para el control de seguridad y monitoreo en las aulas de la ESFOT. Ya que “... un tablero eléctrico es una caja o gabinete que contiene los dispositivos de conexión, maniobra, comando, medición, protección, alarma y señalización, con sus cubiertas y soportes correspondientes, para cumplir una función específica dentro de un sistema eléctrico” (Anónimo., 2015).

El microcontrolador será el que permita la comunicación con el sistema de control conjunto con las otras áreas de estudiantes de la ESFOT que participan en el proyecto como ET y ASI

ya que “...un microcontrolador es un computador completo (aunque con prestaciones limitadas) en un solo chip, el cual está especializado en ejecutar constantemente un conjunto de instrucciones predefinidas” (Artero, 2013). Los microcontroladores son muy usados actualmente para sistemas de control e instrumentación, permitiendo así generar un control automático integral y eficiente.

Además, toda organización debe mantener la mejora continua de sus procesos, como se menciona en las normas ISO 9001 publicadas el 15 de septiembre de 2015. La mejora es esencial para que una organización mantenga los niveles actuales de desempeño, para que reaccione a los cambios en sus condiciones internas y externas y para que cree nuevas oportunidades. (Nudel, 2015) Por lo cual generar sistemas de seguridad promueve la mejora interna de las instalaciones y del bienestar estudiantil y profesional. En base a lo mencionado, “...se han realizado proyectos de seguridad y control de acceso dentro de centros educativos superiores como Universidades...”. (Aviles & Cobeña, 2015).

Por tales motivos, para la ESFOT es muy importante disponer de un proyecto con estas características, ya que beneficiará a estudiantes y personal de la Escuela Politécnica Nacional que haga uso de las aulas, generando un ambiente de seguridad y bienestar en las actividades diarias, además de brindar información del estado de las aulas a las autoridades de la ESFOT para que tomen medidas de ser necesario.

La construcción del tablero 4, ubicado en el aula 26 de la ESFOT, permitirá monitorear y controlar el estado de las aulas 24, 25, 26, 27 y 28. El sistema obtendrá datos mediante sensores magnéticos del estado de ventanas y puertas, además controlará la iluminación y acceso mediante relés, y una comunicación mediante un microcontrolador (Arduino) para enviar dicha información hacia los demás módulos de control del proyecto.

1.3 Objetivos

- **Objetivo general**

Implementar un Tablero de Control para monitoreo y seguridad de las aulas de la ESFOT (Tablero 4).

- **Objetivos específicos**

- Determinar los requerimientos necesarios para el control y monitoreo de las aulas de la ESFOT.
- Diseñar un tablero para monitoreo de puertas, ventanas y control de luminarias, de las aulas 24, 25, 26, 27 y 28 de la ESFOT.

- Implementar el Tablero de Control en base a requerimientos.
- Instalar el Tablero de Control en el aula 26 de la ESFOT.
- Realizar conexiones eléctricas del tablero de control.
- Ejecutar pruebas de funcionamiento.

2. METODOLOGÍA

2.1 Tipo de investigación

Para llevar a cabo el proyecto se realizó un tipo de investigación exploratoria y aplicada.

Exploratoria, porque en base a la información que fue proporcionada por las autoridades de la ESFOT, personal de seguridad y estudiantes, se constató que existen bajos niveles de seguridad y control del estado de aulas. Con la información obtenida se realizó una exploración visual y técnica para determinar los factores que causaban dicha inseguridad. Se determinaron posibles soluciones para el control de acceso y monitoreo de las aulas, con la implementación del presente proyecto.

Aplicativa, porque en base a conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera al igual que en libros, tesis, artículos y monografías se han establecido las herramientas necesarias para la implementación y ejecución del proyecto que permita realizar el monitoreo de las aulas y el control de acceso de las mismas, con el fin de resguardar la infraestructura y los bienes de la ESFOT en beneficio de docentes y estudiantes.

2.2 Descripción de la metodología usada

Se realizó una inspección visual de las aulas de la ESFOT, de forma que se pudo evidenciar daños en dichas instalaciones por falta de seguridad. Se registró todo lo observado de tal forma que se pueda conocer las necesidades de seguridad que tienen las aulas y los requerimientos que debe tener el sistema de seguridad. Se tomaron todas las medidas dictadas por la dirección de la ESFOT en relación a la implementación del sistema de monitoreo y seguridad. Se tomaron datos (zona de instalación, ubicación) que puedan afectar el sistema de seguridad.

Se realizó un reconocimiento de cada uno de los elementos tales como: contactores, módulos relé, fuentes de voltaje, distribuidores de energía, sensores magnéticos para realizar el diseño respectivo. Se determinó las necesidades eléctricas de cada componente en el sistema tomando en cuenta factores como: distancias de conexión, voltaje y corrientes de línea. Se realizó el respectivo diseño en AutoCAD teniendo en cuenta los diferentes factores analizados anteriormente. En base al diseño se dimensionó el Tablero de control.

Se adquirieron los elementos necesarios según el criterio de análisis realizado anteriormente en el diseño del Tablero de Control. Se realizó el montaje y conexiones respectivas de los elementos adquiridos en el tablero en base a normas técnicas y teniendo como guía el plano diseñado anteriormente en AutoCAD.

Se determinó mediante un análisis visual y técnico la mejor ubicación para el Tablero de Control en base a las aulas que va a monitorear de tal forma que se lo ubique adecuadamente entre dichas aulas. Se realizó el montaje respectivo tomando en cuenta normas técnicas de instalaciones eléctricas (Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), Febrero, 2018) y electromecánicas (Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC), 2013) dictadas por la NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción).

Se identificaron los puntos de conexión existentes en las instalaciones de la ESFOT con el fin de utilizar dichos puntos para la energización del Tablero de Control. Se colocaron sensores en cada una de las ventanas y puertas de las aulas que va a controlar el Tablero de Control. Se identificaron las conexiones existentes de las luminarias y posteriormente se modificaron, esto con el fin de lograr el control de estas mediante el Tablero de Control.

Se realizó el cableado respectivo desde las luminarias, sensores magnéticos, chapas electromecánicas, sensores biométricos hacia el Tablero de Control, identificando cada cable. Todas las actividades antes mencionadas se llevaron a cabo cumpliendo las respectivas normas técnicas mencionadas anteriormente.

Se realizaron pruebas de funcionamiento de equipos y elementos con el fin de verificar posibles errores. Además, se realizó una prueba de funcionamiento total del sistema para constatar la eficiencia del tablero de control.

3. EJECUCIÓN Y RESULTADOS

El presente proyecto brinda soluciones de seguridad y monitoreo al problema que tiene la ESFOT con respecto a sus aulas. Las aulas asignadas (24, 25, 26, 27 y 28) carecen de un sistema de seguridad, por lo cual todo tipo de personas podían ingresar por ventanas y puertas, generando inseguridad y además mal uso de las mismas.

El tablero se encuentra ubicado en el aula 26 y cubre la zona de 5 aulas. Esta zona se puede observar marcada de color azul en la Figura 3.1.

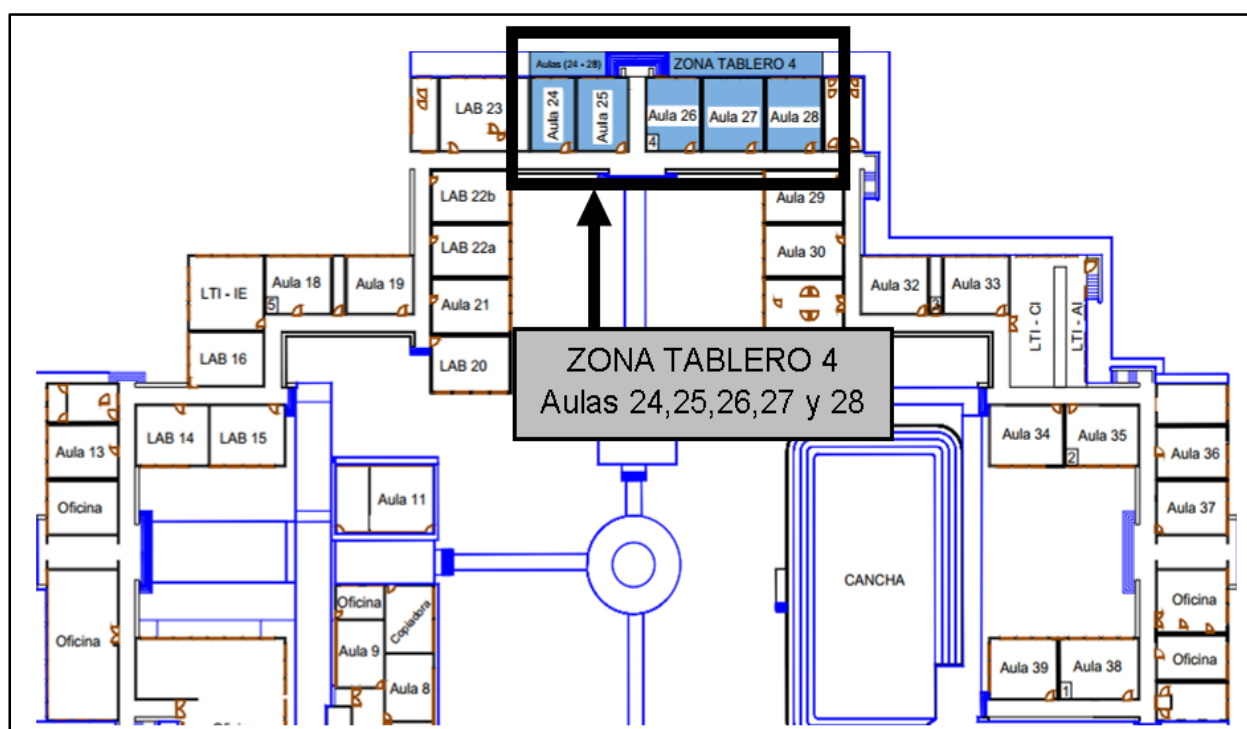


Figura 3.1: Zona tablero 4.

(Fuente Propia)

El tablero terminado se muestra en la Figura 3.2, el cual cuenta con los siguientes elementos:

1. Borneras Degson 2.5 (mm).
2. Microcontrolador Arduino Mega 2560 y placa Ethernet.
3. Reguladores de voltaje de 12 (VDC) a 5 (VDC).
4. Relés a 5 (VDC).
5. Porta fusible RT18-32(A).
6. Relés de potencia RXM4AB2F7.

7. Breaker EZ9F56110 – C10.
8. Interruptores Circulares 110/220 (VAC).
9. Fuente de 12 (VDC) y 10 (A).
10. Barras de alimentación metálicas.
11. Regulador de tensión de 110/220 (VAC).



Figura 3.2: Tablero 4 implementado.

(Fuente Propia)

Todos los elementos utilizados cumplen una función predeterminada dentro del sistema. En la Figura 3.2 se puede observar el tablero 4 implementado y funcional, ubicado en el aula 26, el cual permite el control de las aulas 24, 25, 26, 27 y 28. El tablero cumple con los requerimientos solicitados por las autoridades de la ESFOT ya que permite monitorear el estado de las aulas y envía estos datos hacia los demás módulos de control del proyecto.

Cada uno de los elementos fue previamente analizado para cumplir con los requerimientos previstos, además se diseñó el plano esquemático mediante el software AUTOCAD que permitió establecer las dimensiones del tablero para su correcta implementación. A

continuación, se describen las etapas del desarrollo del proyecto, desde los requerimientos principales hasta las pruebas de funcionamiento.

3.1 Requerimientos del sistema.

Las aulas de la ESFOT no son utilizadas correctamente, ya que personal que no forma parte de la institución hace uso de las mismas indebidamente, por eso los niveles de seguridad deben ser mejorados, además de tener un control de acceso. Las autoridades de la ESFOT al ser conscientes de los problemas en las aulas proponen los requerimientos que debe tener un proyecto para darle solución. Dichos requerimientos del sistema son la base para poder desarrollar el mismo y definir el alcance que debe tener para que genere soluciones de manera eficiente.

- **Requerimientos.**

Los principales requerimientos definidos del sistema se muestran a continuación:

- Monitorear y supervisar el estado de las puertas y ventanas de las aulas para mejorar su seguridad.
- Modificar las instalaciones eléctricas de las luminarias para poder encender de manera separada las luces frontales y posteriores en cada aula.
- Realizar el encendido y apagado de luminarias de las aulas de manera controlada mediante sistemas de accionamiento.
- Aplicación de normas técnicas para la instalación y diseño del tablero de control.
- Culminar con el proyecto en el tiempo dispuesto, asegurando la participación de los estudiantes mediante una carta de compromiso que se puede observar en el Anexo A.

- **Inspección de las aulas.**

Mediante la inspección de las aulas, se obtuvieron datos del estado actual de las mismas antes de la implementación del proyecto. Debido a que las aulas no disponían de un sistema de información de acceso, cualquier tipo de persona ya sea estudiante, personal administrativo o personas sin relación con la universidad podía ingresar. Esto causaba la incorrecta utilización de las aulas y su infraestructura. En la zona del tablero 4 se encontró una ventana en mal estado como se puede ver en la Figura 3.3, la cual permitía el ingreso al interior del aula.



Figura 3.3: Daños a ventanas de las aulas.
(Fuente Propia)

Además de la inspección visual de las aulas, se obtuvo información brindada por la guardianía, en la cual se puede constatar el uso indebido de las aulas por personas desconocidas para ingerir bebidas alcohólicas y realizar actividades no académicas. Las puertas como se observan en la Figura 3.4 podían ser forzadas de alguna manera para ser abiertas y no poseían un sistema para conocer el estado de apertura o cierre. Las aulas se encontraban en desorden y con basura como se observa en la Figura 3.5, debido a que personas no afines a la institución hacían uso de las mismas.

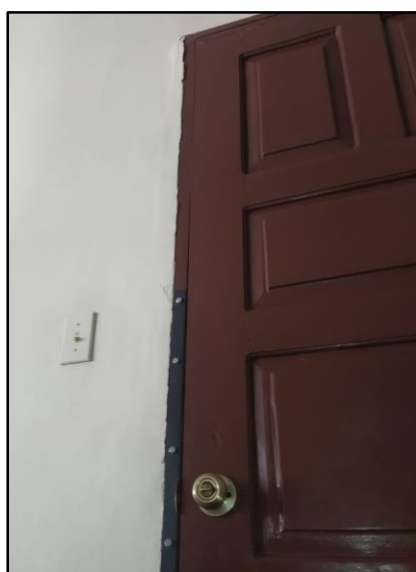


Figura 3.4: Estado de puertas
(Fuente Propia)



Figura 3.5: Estado de aulas.

(Fuente Propia)

3.2 Diseño de un tablero de control para puertas, ventanas y luminarias.

Mediante el análisis de los requerimientos mencionados por las autoridades de la ESFOT y la información obtenida del estado de las aulas se procedió a realizar un diseño previo del tablero de control con sus respectivos elementos. El sistema cuenta con los elementos mencionados en la Tabla 3.1, los mismos que serán analizados posteriormente. El diseño del plano esquemático en AUTOCAD del tablero de control se puede encontrar en el Anexo B.

Tabla 3.1: Elementos del tablero

(Fuente Propia)

ELEMENTOS DE DISEÑO	
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (unidades)
Borneras	59
Breaker	1
Porta Fusible	1
Relés de Potencia	5
Interruptores	15
Fuente de Voltaje	1

ELEMENTOS DE DISEÑO	
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (unidades)
Microcontrolador	1
Regulador de Voltaje (DC)	2
Módulos Relé de 8 unidades	2
Barras de Alimentación	2
Regulador de Voltaje (AC)	1

- **Distribución de Borneras.**

Para la conexión de todos los elementos del tablero, se utilizaron borneras las cuales facilitaron la conexión, además brindaron información acerca de la distribución de las conexiones del tablero con cada aula.

El tablero de control se conecta mediante grupos de borneras hacia cada aula, gracias a la utilización de borneras se puede conocer los puntos de conexión de forma precisa. Además, las borneras sirven para poder conectar el respectivo cableado eléctrico de forma segura.

Cada bornera además tiene una sobre dimensión para poder solventar casos en los que sea necesario realizar un empalme de más de 1 cable ya sea a la entrada o a la salida de la misma. Se definió las condiciones a las cuales debe trabajar la bornera para poder buscar un diseño y selección adecuados, por lo tanto, en la Tabla 3.2 se muestra las características a cumplir.

Tabla 3.2: Características de diseño para distribución (Borneras).

(Fuente Propia)

CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO PARA DISTRIBUCIÓN (BORNERAS)	
Característica	Descripción
Voltaje	110 (VAC)
Corriente	7 (A) máx.
Dimensiones	40 – 50 (mm)
Tipo de cableado	Eléctrico recubierto
Calibre del cable	14 – 20 AWG

- **Protecciones eléctricas del tablero y alimentación.**

Las características de la protección eléctrica se establecieron en base a los requerimientos, por lo cual se calculó la carga de los elementos que va a alimentar, además de considerar la máxima carga que podrá tener el mismo. A continuación, se muestran en la Tabla 3.3 las cargas eléctricas de (VAC) de cada elemento para el diseño de las protecciones, teniendo en cuenta que la alimentación es de 110 (VAC).

Tabla 3.3: Estudio de las cargas de AC para diseño de protecciones del tablero.
(Fuente Propia)

ESTUDIO DE LAS CARGAS DE CORRIENTE ALTERNA PARA DISEÑO DE PROTECCIONES DEL TABLERO			
Cantidad	Equipo	Carga Max.	Descripción
5	Relés de potencia	15 (A)	Accionamiento temporal
1	Regulador de Voltaje 110 (VAC)	10 (A)	Se encuentran equipos conectados como la fuente 2 (A), Switch 1 (A) y Biométricos 2 (A)

Se determinó que el consumo promedio de corriente de los equipos de AC es de 5 (A) que brinda el regulador, además cada relé en su accionamiento consume 3 (A) por lo que no se considera un accionamiento múltiple y simultaneo de cada relé. Se protege a la instalación con un Breaker de 10 (A) y no mayor a 12 (A), ya que la corriente máxima es de 8 (A) en estado estacionario y de 11 (A) en estado transitorio.

En la Tabla 3.4 se muestran los valores aproximados de consumo de los equipos de (VDC), se determina mediante el datasheet que el consumo del Microcontrolador o la Shield Ethernet es de 820 (mA) como máximo, por lo que se utilizó un fusible de 1 (A) para que proteja el sistema de Corriente Continua. Además, se necesita de un equipo que permita el montaje en el carril DIN para poder ubicar el fusible que sea seleccionado y poder realizar las conexiones mediante cableado eléctrico para (VDC).

Tabla 3.4: Estudio de las cargas de DC para diseño de protecciones del tablero.
(Fuente Propia)

ESTUDIO DE LAS CARGAS DE CORRIENTE CONTINUA PARA DISEÑO DE PROTECCIONES DEL TABLERO			
Cantidad	Equipo	Carga Max.	Descripción
2	Módulos relé de 8 canales	320 (mA)	Accionamiento temporal
1	Arduino Mega 2560	400 (mA)	Consumo constante
1	Placa Ethernet	100 (mA)	Consumo constante

- **Relés de potencia y de control.**

Se utilizaron relés tanto para el control de las luminarias como para el control de las chapas eléctricas instaladas en las puertas de las aulas. Como parte del proyecto los relés de potencia se encargan del encendido de las luminarias de las aulas mediante accionamiento, mientras que los relés de DC son accionados mediante el microcontrolador para abrir las puertas mediante un pulso de corriente hacia la chapa y mediante la fuente de 12 (VDC).

Las características de los relés de potencia (AC) como de los relés de control (DC) se muestran en la Tabla 3.5.

Tabla 3.5: Características de Relés de Potencia y Control
(Fuente Propia)

CARACTERÍSTICAS DE RELÉS DE POTENCIA Y CONTROL	
Relé de potencia (AC)	
Característica	Valores
Voltaje funcionamiento	110 (VAC)
Corriente estacionaria	< 1 (A)
Corriente de accionamiento	1 - 3 (A)
Voltaje a conmutar	110/220 (VAC)
Corriente a conmutar	3 – 5 (A)

CARACTERÍSTICAS DE RELÉS DE POTENCIA Y CONTROL	
Relé de Control (DC)	
Característica	Valores
Voltaje funcionamiento	5 – 12 (VDC)
Corriente estacionaria	< 100 (mA)
Corriente de accionamiento	< 20 (mA)
Voltaje a conmutar	12 (VDC)

- **Microcontrolador Arduino y sensores.**

Para realizar los accionamientos de control se utilizó un microcontrolador Arduino Mega seleccionado por estudiantes de ET, mediante el cual se envían todos los datos obtenidos de los sensores magnéticos de puertas y ventanas, así también el estado de encendido o apagado de las luminarias de cada aula, hacia los demás módulos de ET y ASI.

Se utilizaron sensores magnéticos, que permiten crear un circuito que brinda información de su estado, ya sea que está abierto o cerrado. Las características que deben cumplir serán las mencionadas en la Tabla 3.6 mostrada a continuación.

Tabla 3.6: Características de sensores magnéticos.
(Fuente Propia)

CARACTERÍSTICAS DE SENSORES MAGNÉTICOS	
Características	Valores
Voltaje	5 (VDC)
Corriente	< 10 (mA)
Distancia máxima	100 (m)
Dimensiones	5 – 10 (mm)
Sensibilidad	1 – 3 (mm)
Se considera que la distancia máxima a la que debe detectar será de 100 (m) y se tomará el peor de los casos para el diseño.	

- **Reguladores de Voltaje.**

El diseño requiere de reguladores de voltaje DC para los módulos relé de control, permitiendo así obtener 5 (VDC) de manera estable. El regulador de AC maneja el voltaje de línea y lo debe mantener estable en 110 (VAC) evitando picos de corriente o voltaje para proteger los equipos, además en caso de perder la energía eléctrica, proveer a los equipos por un corto periodo de energía para que se apaguen sin cambios en niveles de voltaje o corriente.

- **Fuente de Alimentación DC.**

Se utilizó una fuente de alimentación de voltaje de (VDC) para poder alimentar los equipos como Arduino y los relés de control, por lo tanto, mediante el requerimiento de ET también se cumplió con una corriente de al menos 3 (A) para accionamiento de chapas de acceso en las puertas. La fuente de (VDC) debe cumplir con las siguientes características mostradas en la Tabla 3.7.

Tabla 3.7: Características de la fuente de DC
(Fuente Propia)

CARACTERÍSTICAS DE LA FUENTE DE DC	
Características	Valores
Voltaje	7 - 12 (VDC)
Corriente	7 - 10 (A)
Dimensiones	10 – 20 cm largo x 10 – 15 cm ancho x 2 – 3 cm espesor
La fuente debe disponer de ventilación debido a que se instalará dentro del tablero de control.	

- **Interruptores.**

Los interruptores solo deben cumplir la acción de interrumpir el paso de corriente en su estado NC (Normalmente Cerrado) y permitir el paso de corriente en su estado NA (Normalmente Abierto), así cuando sean accionados, pasarán de NC a NA y viceversa. Soportarán una corriente de 1 (A) a 2 (A) y un voltaje de línea-neutro de 110 (VAC).

- **Cálculo de la caída de tensión y amperaje en conductores.**

La distancia que existe desde el punto de origen de conexión eléctrica y el punto final (tablero de control) es de 5 (m) para potencia, 10 (m) para sensores magnéticos y 2 (m) para cableado interno (electrónico). En la sección 3.4 (Instalación del tablero de control) se observan las comparaciones de distancias para la mejor ubicación del tablero.

Los calibres de conductores dan una idea de la sección o diámetro de estos usando el sistema norteamericano de calibres AWG por medio de un número al cual hace referencia, es preciso notar que a medida que el número de designación es más grande la sección es menor.

Para la selección del conductor eléctrico a utilizar se toma en cuenta el valor máximo admisible de caída de tensión desde el origen de la instalación eléctrica hasta los diferentes puntos de uso de tal manera que la caída de tensión en cualquier circuito de uso interior sea menor al 3% de la tensión nominal. (Colmenar Santos & Hernández, 2012).

Todos los datos utilizados en las formulas fueron obtenidos de simulaciones y pruebas realizadas en la ubicación más eficiente del tablero con ayuda de equipos de medición, tanto para voltaje como corriente y flexómetros para distancias aproximadas.

De tal manera que:

Ec-3.1

$$\begin{aligned}\Delta V &= \% \cdot V_{nom} \\ \Delta V &= 3\% \cdot 110(V) \\ \Delta V &= 3.3(V)\end{aligned}$$

Siendo:

- ΔV = Caída de tensión máxima admisible.
- V_{nom} = Voltaje de la instalación (V).
- % = Porcentaje de caída de tensión máxima admisible.

Con la caída de tensión máxima admisible se puede calcular la sección de los conductores eléctricos para (VAC) a utilizar.

De tal manera que:

Ec-3.2

$$\begin{aligned}S &= p \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \alpha}{\Delta V} \\ S &= 0.023 \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot 15 \cdot 9 \cdot 0.8}{3.3} \\ S &= 1.53(mm^2)\end{aligned}$$

Siendo:

- S = Sección del conductor (mm²)
- Cos α = Factor de potencia
- ρ = Resistencia del conductor ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)
- ΔV = Caída de tensión máxima admisible
- L = Longitud sencilla (m)
- I = Intensidad (A)

Una vez obtenida la sección del cable a utilizar se toma como referencia la Tabla 3.8 referente a valores normalizados para selección de conductores eléctricos y se elige el valor inmediato superior que en este caso es de 2.08(mm²).

Para la selección de conductores eléctricos de (VDC) en control y electrónica del tablero de control se analizó la corriente máxima que tendría que soportar el sistema.

Ec-3.3

$$S = 2 \cdot L \left(\frac{I}{56} \right) \cdot \%$$

Donde:

- L = Longitud del conductor
- I = Intensidad de corriente (A)
- 56 = Constante (para cobre 56, para aluminio 35)
- % = El porcentaje de caída de tensión admisible (3%)

Entonces:

Ec-3.4

$$\Delta V = \% \cdot V_{nom}$$

$$\Delta V = 3\% \cdot 12(V)$$

$$\Delta V = 0.36(V)$$

Reemplazar en Ec-3.3

$$S = 2 \cdot 18 \left(\frac{4}{56} \right) \cdot 56$$

$$S = 0.51(\text{mm}^2)$$

Una vez obtenida la sección del cable a utilizar se revisa la Tabla 3.8 referente a valores normalizados para selección de conductores eléctricos y se elige el valor inmediato superior que en este caso es de 0.8(mm²).

Todas las fórmulas para la obtención de los valores mencionados son extraídas del libro Instalaciones eléctricas en baja tensión. (Colmenar Santos & Hernández, 2012)

- **Sección de conductores.**

En la Tabla 3.8 se resumen las secciones de conductores eléctricos que han sido elegidas y calculadas para realizar las conexiones de (VAC) y de (VDC). La selección se realiza mediante una tabla establecida por la norma (Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), Febrero, 2018) donde se indican las secciones de conductores y su amperaje correspondiente.

Tabla 3.8: Sección calculada y elegida.

(Fuente Propia)

Tipo de conexión	Sección obtenida	Sección elegida
Eléctrica	1.53 (mm ²)	2.08 (mm ²)
Electrónica y control	0.51 (mm ²)	0.51 (mm ²)

Mediante los datos de la Tabla 3.8 obtenidos del cálculo de la sección del conductor eléctrico y de acuerdo con el valor estandarizado observado en la Tabla 3.9 se elige a 2.08 (mm²) el mismo que corresponde a un cable 14 AWG para la conexión eléctrica del tablero de control de la parte de potencia de (AC).

Mediante los datos de la Tabla 3.8 obtenidos del cálculo de la sección del conductor eléctrico y de acuerdo con el valor estandarizado observado en la Tabla 3.9 se elige a 0.8 (mm²) el mismo que corresponde a un cable 20 AWG para la conexión eléctrica del tablero de control de la parte de (DC).

En la Tabla 3.9 se muestran los valores estandarizados de conductores eléctricos y sus dimensiones de área en (mm) y en (cm) para poder elegir el cable AWG apropiado para la conexión eléctrica tanto de (VAC) como de (VDC) de cualquier tipo de instalación.

Tabla 3.9: Valores normalizados de sección de conductores eléctricos.

(Flores, 2014)

Calibre del conductor AWG	Sección Transversal en (mm^2)	Sección Transversal en (cm^2)
22	0.324	0.00324
20	0.517	0.00517
18	0.821	0.00821
16	1.31	0.0131
14	2.08	0.0208
12	3.31	0.0331
10	5.26	0.0526
8	8.37	0.0837
6	13.3	0.133
4	21.250	0.2125

- **Diseño del tablero en AUTOCAD.**

Con todos los elementos antes mencionados se diseñó el plano esquemático. Para el diseño se generan vistas de las caras internas del tablero.

En la Figura 3.6 se puede observar la vista frontal y se describen los elementos que posee. Para mayor detalle del plano esquemático se puede revisar el Anexo B.

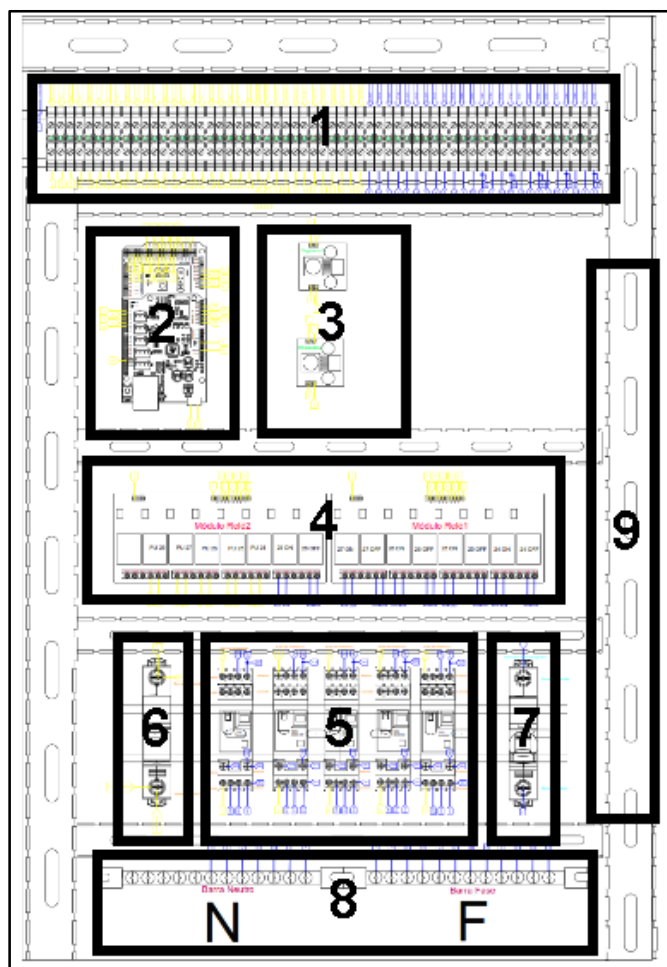


Figura 3.6: Vista frontal del tablero en AUTOCAD.
(Fuente Propia)

Los elementos ubicados en cada zona de la vista frontal del tablero mostrados en la Figura 3.6 son los siguientes:

1. Borneras.
2. Arduino y Shield Ethernet.
3. Reguladores de Voltaje de 12 a 5 (VDC).
4. 2 Módulos relé de 8 canales.
5. Relés de potencia.
6. Porta Fusible.
7. Breaker.
8. Barras de Alimentación (AC).
9. Rial DIN ubicado en todos los lugares para la fijación de equipos y canaleta.

La vista lateral derecha del tablero se puede observar en la Figura 3.7 donde se muestran los siguientes elementos:

1. Interruptores circulares para acceso exterior.

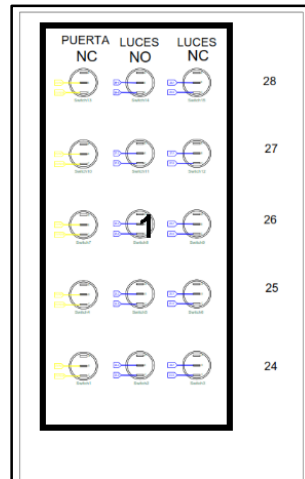


Figura 3.7: Vista lateral derecha del tablero en AUTOCAD.
(Fuente Propia)

La vista lateral izquierda del tablero se puede observar en la Figura 3.8 donde se muestran los siguientes elementos:

1. Fuente de Voltaje de DC.
2. Orificio para alimentación desde el Regulador de Voltaje

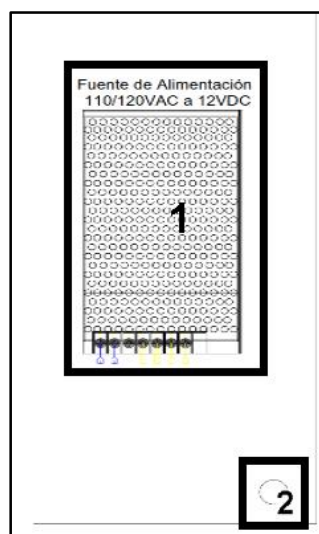


Figura 3.8: Vista lateral izquierda del tablero en AUTOCAD.
(Fuente Propia)

La vista superior del tablero se puede observar en la Figura 3.9 donde se muestran los siguientes elementos:

1. Pulsador de Reset de Arduino para acceso exterior.

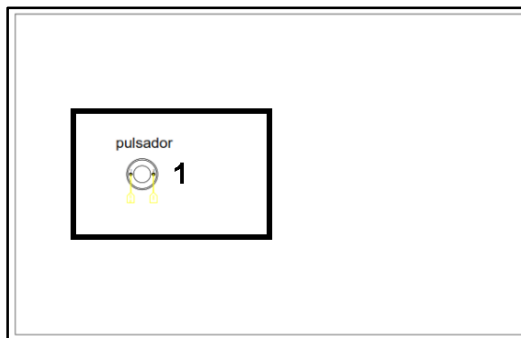


Figura 3.9: Vista superior del tablero en AUTOCAD.

(Fuente Propia)

Además, se muestra la conexión realizada desde el tablero de ET ya que ahí se ubica el regulador de voltaje, el cual alimenta a la fuente de 12 (VDC) en el tablero de control. En la Figura 3.10 se muestra la ubicación del regulador de voltaje en el tablero realizado por ET y el círculo blanco representa el orificio ubicado en el lateral derecho del tablero de ET para la conexión con el tablero de control.

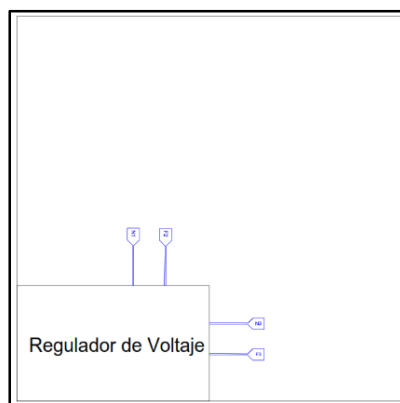


Figura 3.10: Vista simplificada del tablero de ET en AUTOCAD.

(Fuente Propia)

Con el diseño del plano esquemático del tablero se procedió a la implementación del mismo, además para poder realizar la conexión de los elementos se generaron etiquetas y una tabla para la explicación de las mismas. Las conexiones se realizaron con la guía del diseño del plano en AUTOCAD. En la Figura 3.11 se muestra una etiqueta y explicación de la misma, para los elementos que conectados.

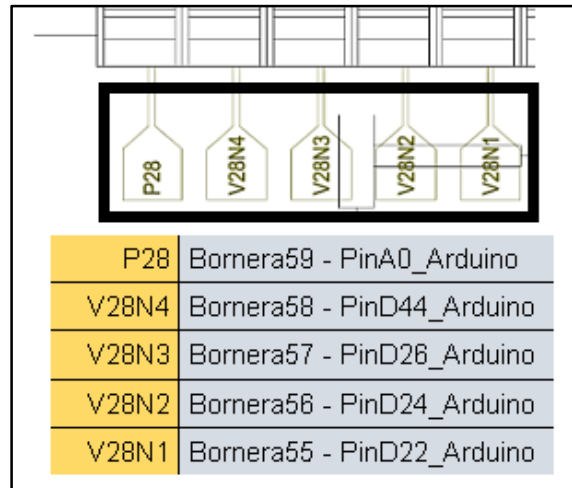


Figura 3.11: Nomenclatura de pines en el plano esquemático.

(Fuente Propia)

Mediante el diseño del tablero de control 4 se procede a la adquisición de los elementos y a realizar la implementación del mismo antes de ser instalado en su ubicación respectiva. Los diseños y cableado se encuentran archivados en planos de AUTOCAD, el cual podrá ser observado completo en el Anexo B, además los archivos de diseño se almacenan en la documentación entregada con el presente documento, que será accesible en línea como se puede observar en el Anexo D.

3.3 Implementación del tablero de control.

En este apartado se revisa la construcción del tablero de control, mediante la adquisición de todos los elementos físicos del mismo y las instalación y conexión del tablero de control previo a la implementación en su ubicación final.

- **Selección de elementos**

Los elementos del tablero se seleccionaron en base a los requerimientos de funcionamiento del sistema y en base al diseño de los planos realizados. Los elementos seleccionados se describen a continuación:

- Borneras.

Las borneras son el elemento principal para la conexión de todos los elementos. Se seleccionaron borneras de la marca Degson que poseen las características técnicas mostradas en el Anexo H en el literal (a), además sus dimensiones y planos se encuentran en

el Anexo D como documentación de respaldo. En la Figura 3.12 se muestra el tipo de bornera utilizada en el tablero.



Figura 3.12: Borneras.
(Fuente Propia)

- Relés de potencia.

Los relés de potencia disponen de una base para acoplar al carril DIN. El relé de potencia y su zócalo es de la marca Schneider Electric ya que cumple con las condiciones de diseño del tablero. Sus características técnicas se encuentran en el Anexo H literal (b). En la Figura 3.13 se observa el tipo de relé utilizado. Así también en la Figura 3.14 se puede observar una imagen del zócalo del relé para su acoplamiento con el carril DIN.



Figura 3.13: Relé de potencia.
(Anónimo, Pc 2.5, 2015)



Figura 3.14: Zócalo del relé de potencia.
(Anónimo, Zelio Relay, 2018)

- Microcontrolador y Shield Ethernet

Los elementos de control y comunicación seleccionados son un Arduino Mega 2560 y un Shield Ethernet como se muestran en la Figura 3.15. La programación y funciones que cumplen fueron desarrolladas por estudiantes de Tecnología en Electrónica y Telecomunicaciones y se pueden encontrar en los links correspondientes al resto de trabajos de titulación referentes al proyecto dentro del Anexo D. Sus características técnicas se encuentran en el Anexo H literal (c).

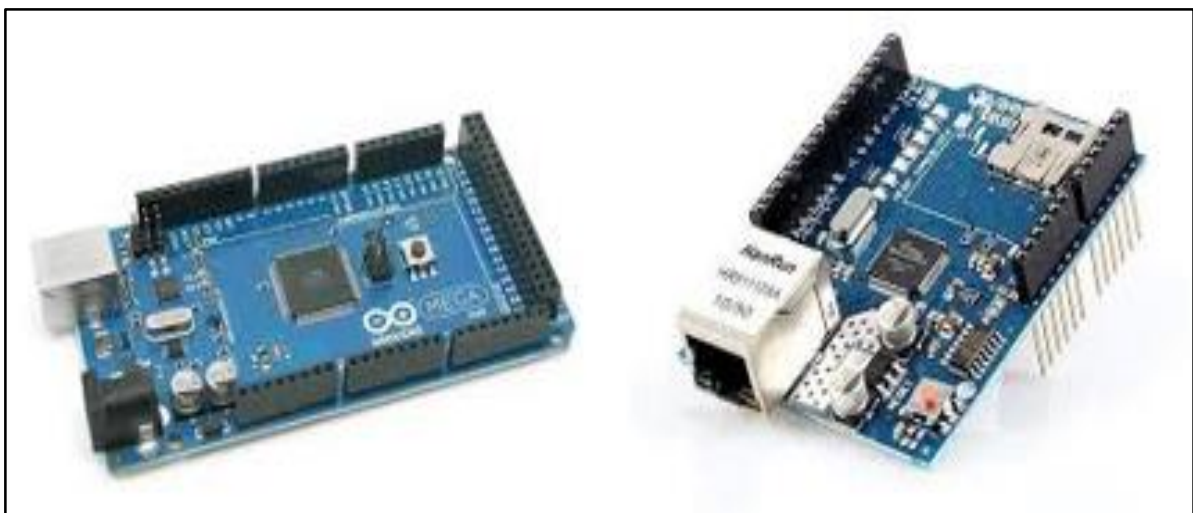


Figura 3.15: Microcontrolador Arduino Mega 2560 y Shield Ethernet.
(Anónimo, Arduino Mega 2560 y Shield Ethernet, 2014)

- Módulos relé.

Los módulos relé seleccionados se muestran en la Figura 3.16 y de igual manera la programación y funciones que cumplen fueron desarrolladas por estudiantes de Tecnología en Electrónica y Telecomunicaciones y se pueden encontrar en los links correspondientes al resto de trabajos de titulación referentes al proyecto dentro del Anexo D. Sus características técnicas se encuentran en el Anexo H literal (d).



Figura 3.16: Módulo relé de 8 canales.
(Anónimo, Modulos Rele, 2016)

- Riel DIN o Carril DIN.

Es utilizado para ubicar los elementos dentro del tablero. El Riel se puede observar en la Figura 3.17. Sus características técnicas se encuentran en el Anexo H literal (e).

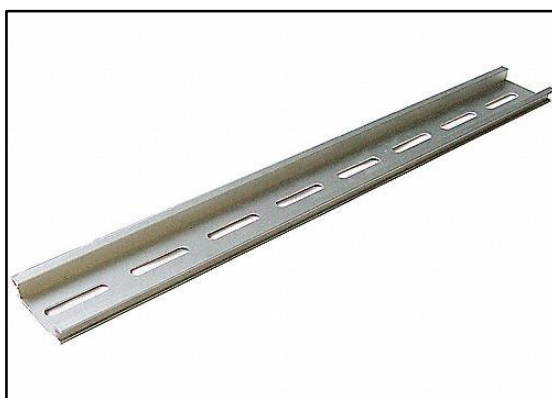


Figura 3.17: Riel DIN o Carril DIN de 35 (mm).
(Noriega, 2014)

- Canaleta y cables

La canaleta se utiliza para almacenar los cables de conexión de todos los elementos y disponer de una protección adecuada para no producir llama. En la Figura 3.18 se muestra el modelo de la canaleta seleccionada. Sus características técnicas se encuentran en el Anexo H literal (e).

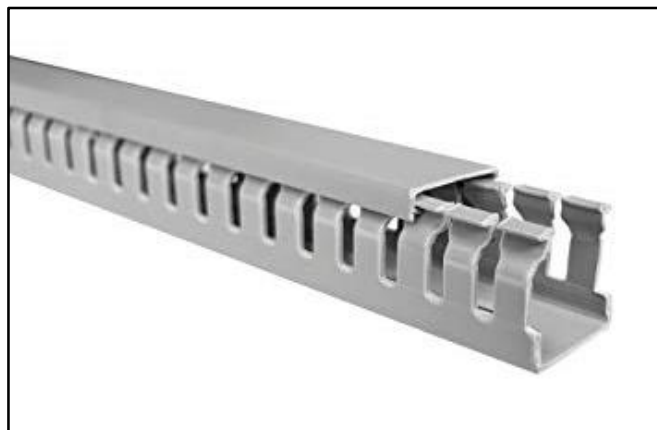


Figura 3.18: Canaleta ranurada.

(Noriega, 2014)

Los conductores eléctricos utilizados en la realización del proyecto son de cobre y están distribuidos a través de tubería flexible PVC.

El diámetro de cable seleccionado para potencia es 14 AWG y el cable de control es 20 AWG. Los respectivos cables seleccionados se muestran en la Figura 3.19. Sus características técnicas se encuentran en el Anexo H literal (f).



Figura 3.19: Cables 14 y 20 AWG.

(Fuente Propia)

- Breaker y Porta fusible.

Se seleccionan los elementos de protección tanto para corriente continua como para corriente alterna. Para corriente alterna se seleccionó un Breaker (Figura 3.20) y para corriente continua un Porta fusible (Figura 3.21). Las características técnicas de los elementos se encuentran en el Anexo H literal (g) y literal (h). Se menciona que el Porta fusible no está dimensionado debido a sus características técnicas, sino gracias a que permite el montaje en el carril DIN, ya que solo conmuta una corriente de 2 (A).



Figura 3.20: Base porta fusible.

(Fuente Propia)



Figura 3.21: Breaker.

(Anónimo, Protection equipment, 2013)

- Tablero de control.

Las dimensiones del tablero seleccionado en base al espacio físico disponible en las aulas son:

- 60 (cm) de alto
- 40 (cm) de ancho
- 20 (cm) de profundidad

Además, el mismo cumple con las normas 15.1.6.2.1.2.de la NEC (Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC), 2013) verificadas por el vendedor del producto, ya que viene con el sello de verificación INEN. El Tablero seleccionado se observa en la Figura 3.22.



Figura 3.22: Tablero de control adquirido para la implementación.
(Noriega, 2014)

- **Construcción del tablero**

Se procede a la construcción del tablero de control en base al literal de la norma NEC para instalaciones electromecánicas 15.1.6.0.6. (Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC), 2013) este literal menciona que el tablero debe dar respuesta adecuada a las necesidades técnicas del proyecto, facilidad de modificación y el uso óptimo de las dimensiones y la distribución en el interior del panel. Mediante las disposiciones de la NEC y el diseño realizado se adquieren todos los elementos y se comienza con la instalación de los equipos en la placa metálica del tablero de control como se muestra en la Figura 3.23.



Figura 3.23: Instalación de los elementos en la placa del tablero de control.
(Fuente Propia)

Luego de realizar la instalación se procede a las conexiones de los equipos por medio de canaletas en base a los planos realizados. Para comprender las conexiones del tablero se debe observar tanto el diagrama del tablero ubicado en el Anexo B como la tabla de conexiones ubicada en el Anexo C. En la Figura 3.24 se observa cómo se realizaron las conexiones de corriente continua con cable de color blanco 20 AWG y las conexiones de corriente alterna con cable de color negro 14 AWG.

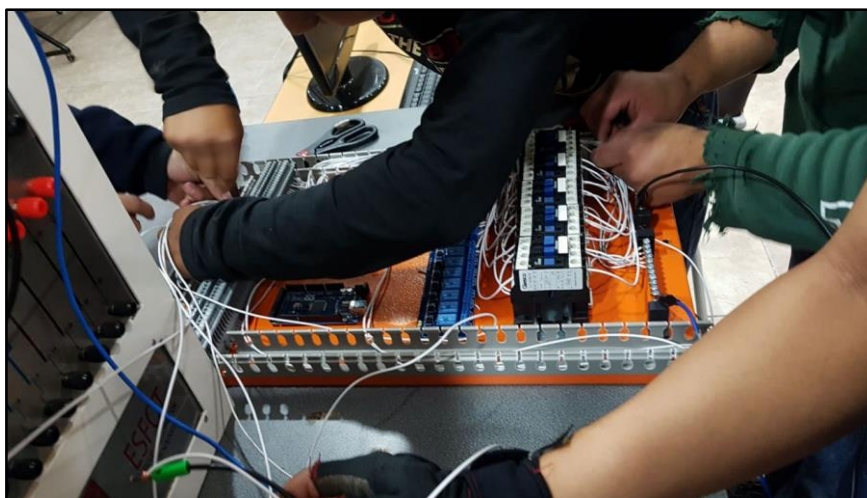


Figura 3.24: Conexión del tablero de control.
(Fuente Propia)

Para poder realizar las conexiones a los pines de Arduino se estañan las puntas del cable 20 AWG lo que permite que se puedan conectar directamente en los pines de entrada del microcontrolador. Estos pines de entrada permiten leer las señales de los sensores que están ubicados en cada aula y que fueron llevados vía cable eléctrico 20 AWG hasta el tablero de control donde se conectaron en borneras identificadas con etiquetas y de ahí hacia Arduino con los cables realizados para ello. En la Figura 3.25 se observa cómo fueron soldadas las puntas de cada cable para su correcta conexión en el módulo Arduino.



Figura 3.25: Suelda de puntas de conexión para pines de Arduino.

(Fuente Propia)

Se procede a insertar la placa al interior del tablero para poder realizar la conexión con la fuente de poder de DC y los interruptores montados en el tablero, de esta manera la conexión del tablero y la instalación de los elementos se encuentran completas.

Se incorpora la utilización de etiquetas que permiten diferenciar la función y conexión de los elementos. Como se observa en la Figura 3.26 las etiquetas se encuentran en el cableado y en las paredes del tablero para ayudar con la señalización al usuario. El tablero posee todos los elementos de control necesarios para su funcionamiento.



Figura 3.26: Implementación del tablero finalizada.
(Fuente Propia)

- **Funcionamiento del tablero de control**

El tablero cumple con los requerimientos mencionados en el literal 3.1. En la Figura 3.27 se muestra el grupo de borneras cuya función se describe a continuación:

- a) El grupo de borneras de la sección 1 se utilizan para las conexiones de los sensores de ventanas y puertas.
- b) En el grupo de borneras de la sección 2 se encuentran conectados los reguladores de voltaje para alimentar con 5 (VDC) los módulos relé de 8 canales.
- c) El grupo de borneras de la sección 3 envía una señal a una placa diseñada por los estudiantes de Electrónica y Telecomunicaciones para poder accionar el relé y abrir las puertas de las aulas. La descripción del funcionamiento de la placa y de su activación se encuentra explicada en los demás proyectos de los cuales forma parte el presente trabajo.

En la Figura 3.28, se encuentran conectados los elementos de corriente alterna, por lo tanto:

- a) En el grupo de borneras de la sección 1 se encuentra la conexión de entrada y retorno para la activación de las luminarias por medio de los relés de potencia
- b) El grupo de borneras de la sección 2 manejan el control del accionamiento de los relés de potencia, los cuales son accionados desde el aula o también desde el sistema de control con el microcontrolador.

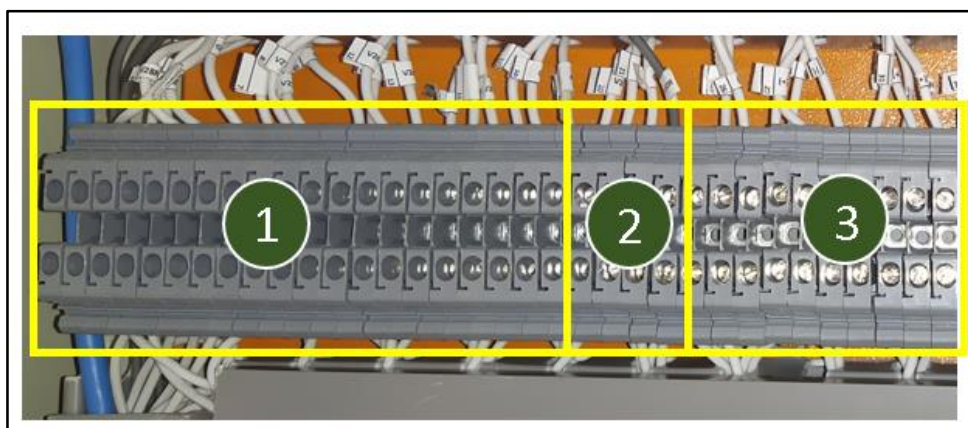


Figura 3.27: Grupo de borneras de corriente continua
(Fuente Propia)

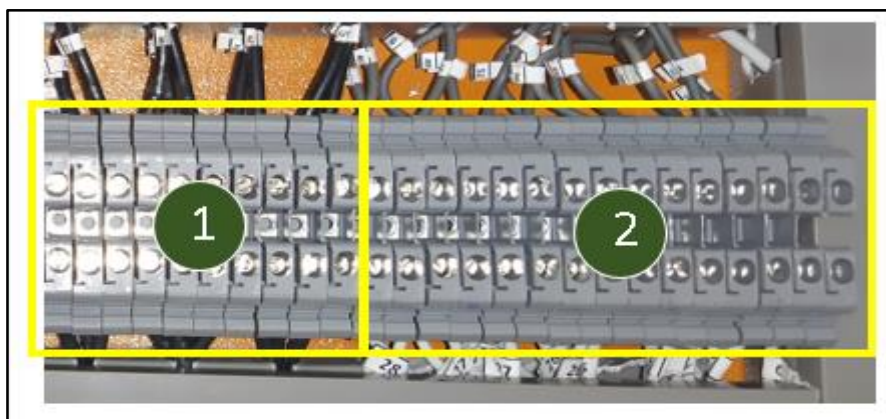


Figura 3.28: Grupo de borneras de corriente alterna
(Fuente Propia)

Inicialmente se observa el cableado de los elementos que llegan a las borneras de distribución para luego conectarse en los pines de Arduino designados como se puede observar en la Figura 3.29 donde se organizan por secciones para que se puedan explicar debidamente cada grupo de conexiones.

El microcontrolador procesa y envía la señal del estado de cada sensor ya sea que corresponda a una puerta o una ventana. En la Figura 3.29 se muestra la distribución de las conexiones del Arduino por secciones, es decir; en la sección 1 se muestran las conexiones referentes a sensores magnéticos, en la sección 2 se muestran las conexiones que provienen desde el relé de potencia el cual envía una señal de neutro cada vez que este se active para conocer el estado de las luminarias ya sea de encendido o apagado.

Por medio de la sección 3 se realiza el control de los módulos relé de 8 canales con los cuales se puede activar desde el microcontrolador las luminarias de las aulas o apagarlas, además se puede controlar la apertura de las puertas.

En la sección 4 se indica el Pin de Reset del Arduino el cual se encuentra en la parte superior externa del tablero para poder resetear el dispositivo en cualquier momento mediante un pulsador.

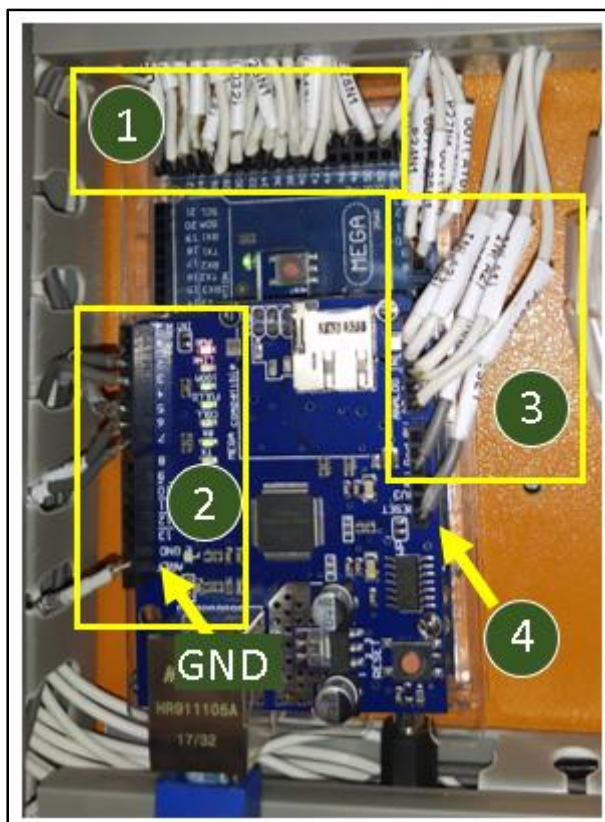


Figura 3.29: Grupos de conexiones de Arduino.
(Fuente Propia)

En la Figura 3.30 se muestran los módulos relés y se agrupan en secciones, es decir; la sección 1 permite el encendido y apagado de luminarias del aula 24, sección 2 aula 25, sección 3 aula 26, sección 4 aula 27 y sección 5 aula 28, además en la sección 6 se

encuentran los relés encargados de la apertura de las puertas de cada aula. Además, en cada relé se puede visualizar mediante su etiqueta a que aula pertenece. El diagrama de conexiones se puede observar en el Anexo F.

Los dos módulos relé de 8 canales son alimentados tanto por el microcontrolador como por los reguladores de voltaje mostrados en la Figura 3.31. La función de dichos reguladores es reducir el voltaje de 12(VDC) a 5(VDC).

Los módulos relé se encargan de encender y apagar las luminarias de cada aula mediante su accionamiento, dicho accionamiento permite controlar el relé de potencia energizándolo o apagándolo como si fuese un accionamiento físico.



Figura 3.30: Grupos de relés de control ON/OFF de luces y apertura de puertas.
(Fuente Propia)

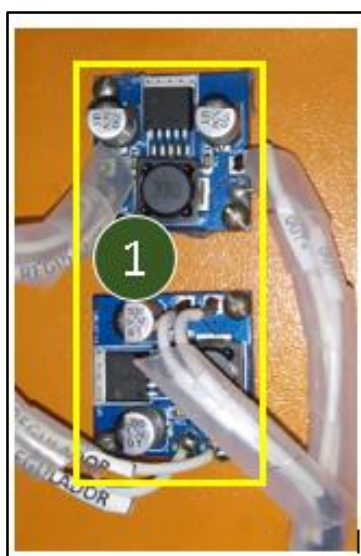


Figura 3.31: Grupo de Reguladores de voltaje.
(Fuente Propia)

El control de encendido y apagado se realiza de manera remota desde los sistemas de control y comunicación implementados de forma conjunta con los estudiantes de Electrónica y Telecomunicaciones y los estudiantes de Sistemas Informáticos. Además, el control local se realiza mediante relés de potencia, el accionamiento de su bobina permite enviar la señal de activación hacia las luminarias que funcionan con un balastro a 110 (VAC). Cada aula posee un relé de potencia que controla el encendido y el apagado, en la Figura 3.32 se muestran físicamente los relés de potencia y a que aula pertenecen, además de un circuito de control mostrado en la Figura 3.33 que permite el enclavamiento y apagado del relé.

El diagrama completo de control de los relés de potencia de cada aula y su conexión con las luminarias se diseñó en CadeSimu y se encuentra en el Anexo F. En este Anexo se puede observar de manera más detallada la conexión de cada sistema de control de encendido y apagado del relé y su conexión con cada luminaria de manera general.



Figura 3.32: Grupo de relés de potencia para cada aula.

(Fuente Propia)

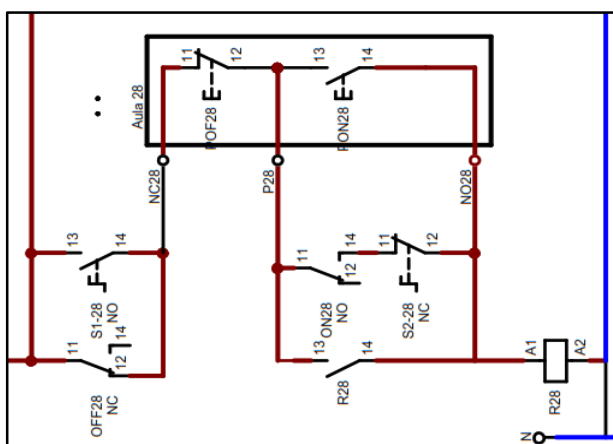


Figura 3.33: Sistema de control del relé de potencia por aula (Aula 28).

(Fuente Propia)

El tablero de control posee elementos de protección mostrados en la Figura 3.34 tanto para AC (derecha) como para DC (izquierda), los cuales lo protegen de cortos circuitos y de altas temperaturas por sobre corriente. El Breaker además lo protege contra los picos de corriente que puedan dañar a los equipos.



Figura 3.34: Grupo de protecciones eléctricas del tablero.

(Fuente Propia)

La alimentación DC del tablero se realiza mediante una fuente de voltaje de 12(VDC) a 10(A) mostrada en la Figura 3.35 la misma que es alimentada desde el regulador de voltaje mostrada en la Figura 3.36 que es tomada desde el tablero de ET el cual utiliza un regulador de AC para alimentar los Switch y demás equipos de comunicación.



Figura 3.35: Fuente de voltaje DC.

(Fuente Propia)



Figura 3.36: Regulador de voltaje de AC.
(Fuente Propia)

3.4 Instalación del tablero de control.

Para la instalación del tablero de control se tomaron en cuenta dos factores, los cuales son:

- a) Ubicación
- b) Accesibilidad

Mediante estos factores se decide la ubicación más eficiente del tablero para realizar las conexiones con los elementos de cada aula como sensores de ventanas y puertas, además de la conexión con las chapas eléctricas para su accionamiento. Además de brindar una ubicación eficiente para la respectiva conexión con los demás tableros del proyecto.

- **Ubicación.**

Tomando en cuenta que el tablero controla cinco aulas se determinó que el mismo se encuentre ubicado en un aula céntrica, de esta manera se logró ahorrar material eléctrico como se muestra en la Tabla 3.10 y Tabla 3.11.

Además, facilitó la comprensión de las conexiones tanto eléctricas como electrónicas que se realizaron desde partes exteriores hacia el tablero de control.

Tabla 3.10: Distancias de cableado eléctrico aulas 24,25 y 26.

(Fuente Propia)

DIMENSIONES DE CABLEADO ELECTRICO POR AULA					
Tablero en el aula 24		Tablero en el aula 25		Tablero en el aula 26	
Aula	Distancia(m)	Aula	Distancia(m)	Aula	Distancia(m)
25	6	24	6	24	14
26	14	26	8	25	8
27	20	27	14	27	6
28	32	28	26	28	18
Total	72	Total	54	Total	46

Tabla 3.11: Distancias de cableado eléctrico aulas 27 y 28.

(Fuente Propia)

DIMENSIONES DE CABLEADO ELECTRICO POR AULA			
Tablero en el aula 27		Tablero en el aula 28	
Aula	Distancia (m)	Aula	Distancia (m)
24	20	24	6
25	14	25	14
26	6	26	20
28	12	27	32
Total	52	Total	72

Como se puede observar en la Tabla 3.10 se considera el aula 26 como la mejor opción para la colocación del tablero de control ya que la distancia máxima de cable a utilizar es más baja en comparación a las otras aulas, cabe recalcar que se tomó en cuenta las distancias máximas de cableado entre aulas para obtener un valor confiable.

- **Accesibilidad**

Tomando en cuenta la norma NEC2011 CAP15, las partes energizadas de un tablero sólo podrán alcanzarse removiendo la cubierta cubre equipos, entendiéndose que esta maniobra solo se realizará por necesidad de efectuar trabajos de mantenimiento o modificaciones en el interior del tablero (Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC), 2013).

Se determinó la posición del tablero el cual fue ubicado en la parte superior izquierda de la parte posterior del aula 26 como se muestra en la Figura 3.37 a una altura de 2.5(m), de tal manera que no sea accesible para personas no calificadas, pero si para personas que vayan a realizar algún tipo de mantenimiento y posean los elementos necesarios para la realización del mismo.



Figura 3.37: Ubicación Tablero de Control Aula 26.

(Fuente Propia)

- **Señalización para el usuario.**

Una vez instalado el tablero de control se identificaron diferentes factores de interés, según la norma NEC2011 CAP15 los tableros deberán contener la siguiente identificación:

- a) Diagrama Unifilar del tablero.
- b) Rotulado para la identificación de circuitos.
- c) Instrucciones de operación y mantenimiento (NEC2011).

- a) Diagrama Unifilar del tablero

El diagrama unifilar del tablero no se encuentra directamente en el tablero, pero se puede obtener al acceder a la información del Anexo D.

- b) Rotulado para la identificación de circuitos

Mediante el etiquetado se identificaron todos los pines utilizados en las conexiones eléctricas y electrónicas de tal manera que el proceso de mantenimiento sea más sencillo de realizar. La nomenclatura del etiquetado utilizado se muestra en el plano de diseño de AutoCAD y en la puerta del gabinete del tablero. De forma física dentro del tablero de control cada cable se encuentra debidamente etiquetado como se muestra en la Figura 3.38.



Figura 3.38: Etiquetado de pines.

(Fuente Propia)

c) Instrucciones de operación.

Se colocaron en el tablero de control diferentes identificaciones que corresponden al manejo de interruptores como se muestra en la Figura 3.39, de tal manera que sea más sencilla la interpretación al usuario sobre el manejo de este.



Figura 3.39: Identificación de interruptores.

(Fuente Propia)

3.5 Instalación eléctrica.

Debido a la disponibilidad de material obtenido por estudiantes ciertas conexiones se realizaron con colores de cable diferentes para la utilización de todo el material propuesto. Como se observa en la Figura 3.40 todas las conexiones de corriente continua se realizaron con cable 20 AWG Blanco.



Figura 3.40: Cableado de sensores y chapas eléctricas.

(Fuente Propia)

Mediante la norma IEC 60446, la cual establece los principios básicos de seguridad para la identificación de conductores eléctricos por colores o números, se establece la Tabla 3.12 para el posterior análisis en base a las necesidades del proyecto.

Tabla 3.12: Colores norma IEC 60446
(Comision Electrotecnica Internacional, 2012)

COLORES DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS	
Sistema	3ΦY
Tensión Nominal	220 (V)
Fases	L1 (café)
	L2 (negro)
	L3 (amarillo)
Neutro	N (blanco)
Tierra de Protección	GND (verde)
Hilo de mando	CONTROL(rojo)
	CONTROL(rojo)

Los diagramas presentados en el Anexo F representan las conexiones implementadas en el tablero de control tanto eléctrica como electrónica.

- **Conexión eléctrica y electrónica.**

Se indican las conexiones desde el tablero de control ubicado en el aula 26 hacia cada aula de manera simplificada, ya que para cada aula se realizó el mismo proceso de conexión tanto para sensores, puertas y luminarias.

- Conexión de Botoneras.

Las botoneras utilizadas fueron de tipo ON/OFF industriales que soportan hasta 30 (A). (Anónimo, LionChip, 2020)

Se muestran en la Figura 3.41 y permiten un acoplamiento adecuado a la pared y estas fueron elegidas por su robustez, debido al accionamiento diario por estudiantes y docentes.

Su función en el tablero es la de enclavar el relé y en cada aula es la de encender o apagar las luminarias. Debido a que su funcionamiento es diferente a la de un circuito normal de encendido por interruptor, se dio las explicaciones necesarias para que los docentes puedan hacer uso adecuado de las botoneras. Para una mejor estética se puso tapas en donde antes se encontraba la conexión del interruptor como se observa a la derecha de la botonera en la Figura 3.41.



Figura 3.41: Botoneras ON/OFF.

(Fuente Propia)

Internamente se tienen dos pulsadores; el primero es un normalmente abierto (NO) utilizado para la activación de luces, y el otro es un normalmente cerrado (NC) utilizado para la desactivación de luces.

La Figura 3.42 muestra el diagrama de conexión para la botonera, es preciso hacer énfasis en el circuito de enclave que se ha realizado de tal manera que las luces se queden encendidas cuando se presione (ON) y se apaguen al presionar (OFF) mediante la activación o desactivación de un contactor. Sus características técnicas se pueden observar en el Anexo H literal (i).

Debido a que se utilizó contactores para comandar las luces, las botoneras industriales son adecuadas para los circuitos de potencia.

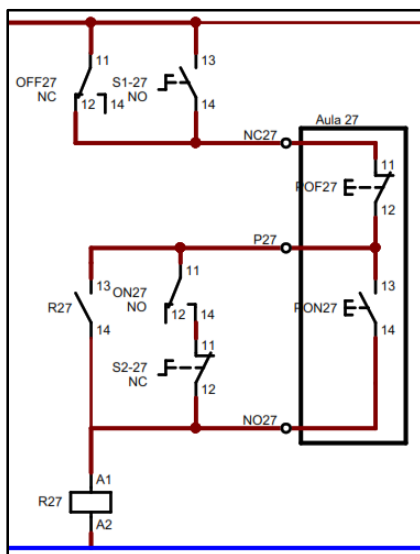


Figura 3.42: Diagrama de conexión botoneras aula 27.

(Fuente Propia)

El P-OFF dará paso a la corriente mientras se mantenga en estado normal (NC) pero al presionarlo cambiará de estado abriendo el circuito y dejándolo sin energía, de igual manera sucede con el P-ON mientras se mantenga en estado normal el circuito estará apagado, pero al presionarlo cambiará de estado energizando el circuito.

- Conexión de sensores magnéticos.

El sensor utilizado fue de tipo magnético para puertas y ventanas modelo MC-38 como se muestra en la Figura 3.43, este sensor trabaja con un voltaje máximo de 12(VDC), tiene una distancia máxima de funcionamiento entre polos de 2.5(cm) y su modo de activación es NC. Sus características técnicas se pueden observar en el Anexo H literal (j).

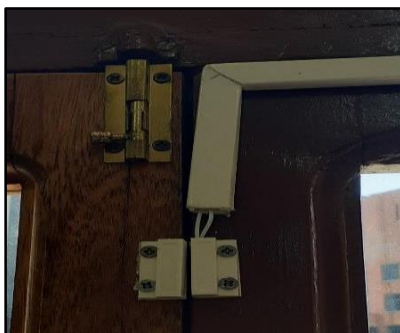


Figura 3.43: Sensor MC-38 Instalado.

(Fuente Propia)

El modo de conexión para este tipo de sensor consiste en la distribución de dos cables (señal y GND). En la Figura 3.44 se muestra la distribución de pines para la señal de los sensores de puertas y ventanas. Se utilizó GND de forma común para todos los sensores y se los trasportó mediante una tubería PVC flexible como se muestra en la Figura 3.45.

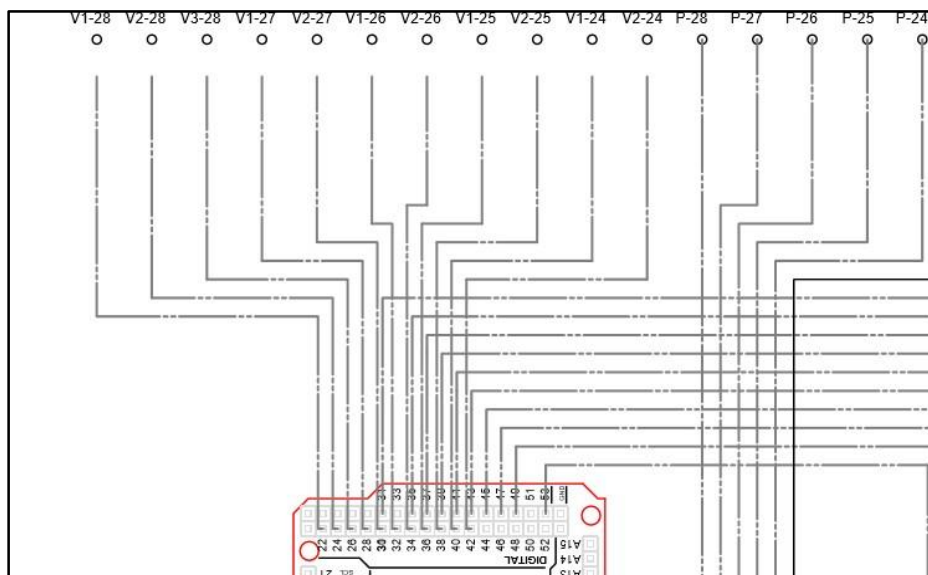


Figura 3.44: Diagrama de conexión sensores magnéticos.

(Fuente Propia)

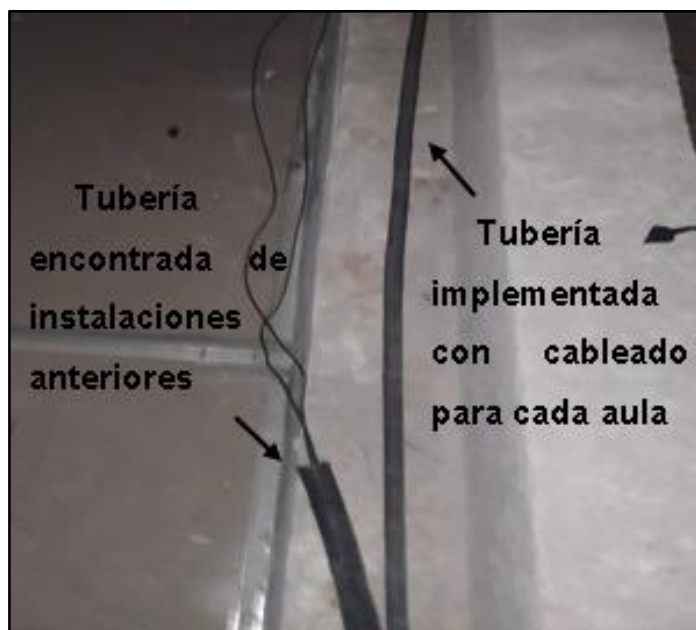


Figura 3.45: Distribución de cableado por tuberías.

(Fuente Propia)

- **Conexión de luminarias.**

El control de luces se lo logra mediante el uso de un contactor el cual está conectado con la botonera respectiva a cada aula la cual le dará un estado de encendido o apagado , para lograr esto la botonera deberá estar conectada en serie al contactor y esté conectado en serie con las luces, para que las luces se mantengan encendidas se debe tomar en cuenta el circuito de enclave en la botonera respectiva, el contactor también deberá estar conectado con un módulo relé el cual se encargará de dar la señal acerca del estado de las luces al Arduino, la conexión necesaria para el control de luces se muestra en la Figura 3.46.

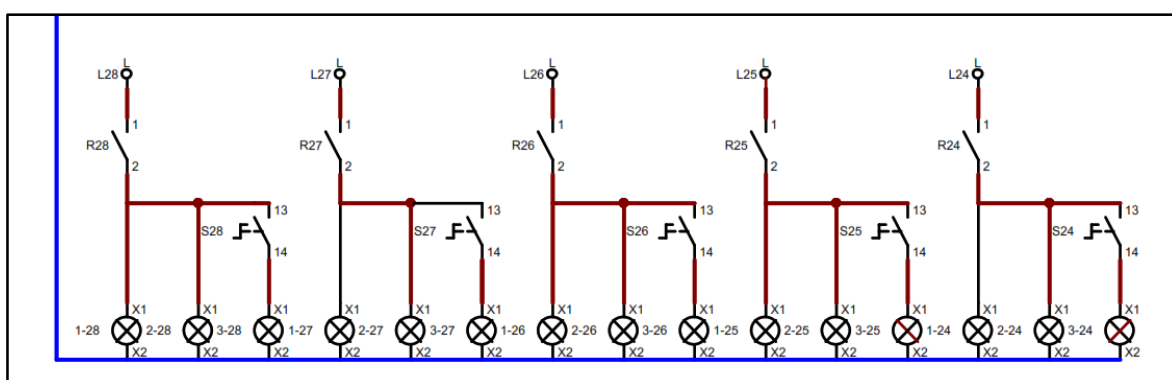


Figura 3.46: Diagrama de conexión de luminarias.

(Fuente Propia)

La conexión de luces fue distribuida en dos formas, es decir; con la botonera se podrá controlar las luces de la parte trasera del aula como se muestra en la Figura 3.47.



Figura 3.47: Luminarias por aula.

(Fuente Propia)

Por otro lado, mediante un interruptor ubicado en la parte central izquierda del pizarrón del aula como se observa en la Figura 3.48 se controlan las luces delanteras de la misma como se muestra en la Figura 3.49, esto con el fin de que sea más sencillo el uso de un proyector para dictar clases.



Figura 3.48: Interruptor para luces frontales.

(Fuente propia)

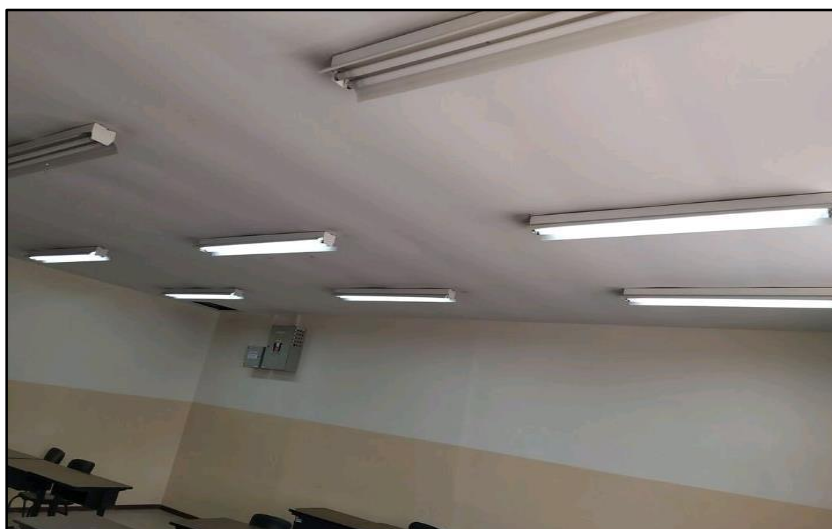


Figura 3.49: Luces frontales apagadas.

(Fuente Propia)

3.6 Pruebas de funcionamiento.

Se realizan las pruebas de funcionamiento al tablero y al cableado de manera general para comprobar su correcto funcionamiento.

- **Pruebas de continuidad en cableado AC y DC.**

Mediante la utilización de un multímetro se mide la continuidad en el cableado eléctrico tanto de la acometida como de la conexión correspondiente a potencia dentro del tablero de control, esto con el fin de constatar el buen estado de los cables conductores utilizados y las conexiones realizadas, esto se realiza mediante un Check list como se muestra en el Anexo G.

En la Tabla 3.13 se muestran las tensiones de entrada y salida de las diferentes fuentes, las cuales sirven para la energización de los elementos tanto de control como de potencia.

Tabla 3.13: Prueba de tensiones In-Out

(Fuente Propia)

TENSIÓN	ELEMENTO	SI	NO
5(V)	Arduino IN	✓	
	Fuente 5(V) OUT	✓	
12(V)	Fuente 12(V) OUT	✓	
	Fuente 5(V) IN	✓	
110(V)	Regulador de voltaje IN , OUT	✓	
	Barra L-N	✓	
	Fuente 12(V) IN	✓	

Mediante la utilización de un multímetro se comprobó el estado de los conductores utilizados y conexiones DC las cuales abarcan la alimentación de 12(V) y 5(V), módulos relé,

Arduino y sensores magnéticos. Esto se lo realiza mediante un Check list como se muestra en el Anexo G. En el Anexo G se muestra el estado correcto en cada uno de los cables conductores que vienen desde el exterior hacia el interior del tablero de control, con lo que se comprueba que las conexiones internas en el tablero de control se encuentran correctas.

- Luminarias

Esta prueba se la realizó mediante la pulsación de las botoneras colocadas en cada aula, el tablero de control contiene 5 contactores, las luminarias de cada aula están controladas por un contactor el cual se encuentra en el orden del 1 al 5 ya que es el total de aulas controladas. En la Tabla 3.14 se muestra la activación del contactor asignado para cada aula.

Tabla 3.14: Control de luces.

(Fuente Propia)

Botonera	Contactador 1	Contactador 2	Contactador 3	Contactador 4	Contactador 5
Aula 24	✓				
Aula 25		✓			
Aula 26			✓		
Aula 27				✓	
Aula 28					✓

- Sensores Magnéticos

Para la comprobación del estado de los sensores magnéticos se utilizó una punta lógica la misma que mostró los siguientes estados:

- a) Nivel alto – abierto
- b) Nivel bajo – cerrado

Para esta prueba se tomó en cuenta el estado de las puertas y ventanas abiertas como se muestra en la Tabla 3.15 de revisión de estados actuales de cada sensor magnético.

Tabla 3.15: Estado de puertas y ventanas (sensores magnéticos).

(Fuente Propia)

SENSOR	PIN ARDUINO	ALTO	BAJO
P28	Bornera59 - PinA0_Arduino	✓	
V28N4	Bornera58 - PinD44_Arduino	✓	
V28N3	Bornera57 - PinD26_Arduino	✓	
V28N2	Bornera56 - PinD24_Arduino	✓	
V28N1	Bornera55 - PinD22_Arduino	✓	
P27	Bornera53 - PinA1_Arduino	✓	
V27N2	Bornera52 - PinD30_Arduino	✓	
V27N1	Bornera51 - PinD28_Arduino	✓	
P26	Bornera49 - PinA2_Arduino	✓	
V26N2	Bornera48 - PinD34_Arduino	✓	
V26N1	Bornera47 - PinD32_Arduino	✓	
P25	Bornera45 - PinA3_Arduino	✓	
V25N2	Bornera44 - PinD38_Arduino	✓	
V25N1	Bornera43 - PinD36_Arduino	✓	
P24	Bornera41 - PinA4_Arduino	✓	
V24N2	Bornera40 - PinD42_Arduino	✓	
V24N1	Bornera39 - PinD40_Arduino	✓	

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones.

- Con la implementación del proyecto se comprueba la importancia de poseer un sistema de control de acceso en lugares de interés como las aulas de la ESFOT, con el fin de resguardar los bienes y la infraestructura de la institución. Mediante este sistema se lleva un registro adecuado del estado de puertas, ventanas, luminarias y horarios de acceso lo que establece mayores niveles de seguridad.
- El funcionamiento correcto de un sistema de control se logra mediante el correcto dimensionamiento de los elementos a utilizar, los cuales deben cumplir con los respectivos requerimientos y necesidades del sistema, en el presente proyecto se implementó un tablero de control utilizando elementos que permitieron establecer un control y monitoreo adecuados del estado de las aulas de la ESFOT.
- Con la implementación del proyecto se muestra que una de las formas correctas de mejorar un sistema de control de acceso es mediante la utilización de un servidor para el registro de datos en tiempo real provenientes de los tableros de control implementados. Esto permite al personal administrativo tomar las acciones respectivas para el uso adecuado de las aulas y sus recursos.
- Los tableros de control se encuentran en puntos específicos en las zonas respectivas, con el fin de evitar la pérdida de información sobre el estado de las aulas, ventanas, puertas y luminarias, lo que permite que todo el sistema de control de acceso de las aulas de la ESFOT pueda funcionar de forma adecuada y correcta.
- La distancia entre el tablero y los sensores magnéticos de las ventanas al no ser significativa permitió transmitir las respectivas señales por voltaje, ya que la caída de tensión era menor al 1%, lo cual evitó la transmisión por corriente y por ende la utilización de circuitos adicionales.
- El control de luminarias desarrollado en el proyecto permite un ahorro energético, ya que solventa el problema de tener luces innecesariamente encendidas, además el control es manual desde el aula y se puede revisar y controlar su estado desde las oficinas administrativas.
- La utilización de Arduino en los de circuitos de control facilitó la implementación del sistema de control de acceso a las aulas de la ESFOT, evitando el uso de

controladores industriales costosos y complejos. Además, estos microcontroladores disponen de las herramientas necesarias para el desarrollo de este tipo de sistemas, gracias a la gran cantidad de información disponible y su sencillo lenguaje de programación.

- Los sistemas de control de acceso y monitorización presentan el inconveniente de utilizar sensores en cada puerta y ventana que se desea monitorear, lo cual incrementa los costos de implementación. En el presente proyecto se utilizaron sensores magnéticos pequeños importados para conocer el estado de puertas y ventanas en tiempo real de manera sencilla y económica.
- La utilización de proyectores durante la impartición de clases es muy importante para los docentes, por lo cual se reestructuró el cableado eléctrico de luminarias, separando las frontales (luminarias frente al pizarrón) del resto con el fin de que puedan encenderse o apagarse en función de la clase.
- Para ingresar a las aulas, además del sistema automático se disponen llaves físicas en caso de un acceso autorizado que no se encuentre dentro del protocolo, o para cualquier tipo de revisión del funcionamiento de los tableros y de los sistemas de control. Así también se dispone de una tarjeta de acceso para las autoridades o personal administrativo.

4.2 Recomendaciones.

- Cuando el elemento a utilizar es un módulo relé se debe tener en cuenta su alimentación, es decir; esta no puede ser mayor o menor a la establecida por el fabricante del elemento ya que la mínima variación provocará que el relé no funcione de forma adecuada teniendo daños en los elementos que desea controlar.
- Para la elección de la fuente de voltaje principal es recomendable tomar el valor de corriente nominal de los elementos a alimentar, esto con el fin de abastecer a los elementos de menor consumo sin ningún problema.
- En caso de funcionamiento incorrecto por parte de los relés de control, o de haber cumplido con su vida útil de alrededor de 1000 accionamientos existen interruptores en la parte externa de los tableros que permiten cerrar el circuito y excluir el funcionamiento del relé de control. Esto permite que el relé pueda ser revisado o realizar el cambio del mismo sin afectar el funcionamiento del tablero de control.

- Para realizar el mantenimiento o revisión de los elementos del tablero se debe desenergizar los equipos, para lo cual se debe apagar el Breaker. Utilizar la documentación presentada en los Anexos donde se encuentran los mantenimientos a realizar y los planos necesarios además de las conexiones para poder ubicar los elementos en el tablero de forma correcta.
- Se recomienda informar a estudiantes y personal de la ESFOT que los elementos dentro de las aulas como sensores, chapas y cableado no deben ser manipulados. Además, el mismo tablero posee interruptores en la parte externa, que deben permanecer sin cambios a menos que sean realizados por personal autorizado, ya que se puede provocar daños en el funcionamiento correcto del proyecto.
- Para mejorar la eficiencia de la iluminación de las aulas se recomienda la utilización de un sistema tipo led de bajo consumo, ya que se reduciría el consumo energético en un 70 %. Además, alargaría la vida útil de contactores y relés utilizados en los tableros de control debido a la baja de corriente de conmutación.
- Se recomienda revisar el estado físico tanto de ventanas como puertas, ya que al realizar la revisión de las aulas se notan varios defectos en la estructura de ambas, siendo así necesario en algunas su reparación o cambio para que cumplan adecuadamente su función.
- El personal de seguridad, administrativo o docente debe tener en cuenta que las puertas y ventanas no se cierran de manera automática y que deben ser cerradas por la persona que se encuentra utilizando el aula. En caso de puertas o ventanas abiertas sin utilización se debe proceder a cerrarlas hasta el próximo acceso autorizado.
- En caso de un acceso no autorizado se posee un registro de horarios de ingreso, con lo cual se puede coordinar una revisión con las cámaras de seguridad y así poder reconocer a la persona que realizó dicho acceso para tomar las medidas que sean necesarias.
- Se pueden implementar sensores más robustos y con comunicación inalámbrica tanto para ventanas como puertas para evitar el uso de cableado desde el tablero hacia el punto de control de estado de apertura o cierre.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Anónimo. (2013). Protection equipment. CAMSCO.
- Anónimo. (2014). Arduino Mega 2560 y Shield Ethernet. Lima. Obtenido de <https://blog.bricogeek.com/noticias/arduino/como-hacer-funcionar-la-ethernet-shield-con-arduino-mega/>
- Anónimo. (2015). Pc 2.5. China: Degson.
- Anónimo. (2016). Modulos Rele. Colombia.
- Anónimo. (2018). Zelio Relay. Alemania: Siemens.
- Anónimo. (20 de Febrero de 2020). LionChip. Obtenido de Botoneras Industriales: www.lionchip.com/datasheet206044/CK-212
- Anónimo. (2015). Instrumentos para Tableros. Lima: Marcombo.
- Artero, O. (2013). ARDUINO Curso practico de formacion. Col. Del Valle, Mexico: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.
- Aviles, A. D., & Cobeña, K. L. (2015). Diseño e implementacion de un sistema de seguridad a travez de camaras, sensores y alarma. Monitorizado y Controlado Telemetricamente para el centro de acogida " Patio mi Pana " perteneciente a la fundacion Proyecto Salesiano. Guayaquil : Universidad Politecnica Salesiana .
- Cedeño, R., & Montesdeoca, M. (2012). Especificaciones Tecnicas para Tableros de Control, Proteccion y Medicion. Manabi: Corporacion Nacional de Electricidad Regional Manabi.
- Cerda, L. M. (2014). Instalaciones electricas y automatismos. Madrid: Paraninfo.
- Colmenar Santos, A., & Hernández, J. L. (2012). Instalaciones eléctricas de baja tensión: Diseño, Cálculo, Dirección, Seguridad y Montaje. Madrid: CEUTA.
- Comision Electrotecnica Internacional. (2012). IEC - 60446. Suiza: Verembe.
- Domínguez Soriano, E. J., & Ferrer Ruiz, J. (2013). Técnicas de corte (mecanizado básico). Pozuelo de Alarcón: Editex.
- Flores, J. (2014). Instalaciones Electricas y Taller. Mexico: Cmf.
- García, T. (2010). Seguridad en plantas industriales.
- Harper, G. (2011). El abc de las instalaciones electricas. En G. Harper, El abc de las instalaciones electricas. Mexico : MexWorks.
- Noriega, C. (2014). Guia de equipos y material. Ambato: Mogromerc.
- Norma Ecuatoriana de Construccion (NEC). (2013). Instalaciones Electromecanicas. Quito: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda .

- Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC). (Febrero, 2018). Instalaciones Eléctricas. Quito: Ministerio de desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI).
- Nudel, G. (2015). ISO 9001:2015 El Futuro de la Calidad. Veritas : IOS Tools Excellence.
- Sallan, J. (2012). La seguridad integral de los centros de enseñanza obligatoria en España. Madrid: FUNDACION MAPRE.
- Vargas Cordero, Z. R. (2014). La investigación aplicada. Educación, 155-165.

ANEXOS

ANEXO A: Carta de Compromiso del proyecto.

ANEXO B: Planos del tablero en AUTOCAD.

ANEXO C: Tabla de conexiones del tablero.

ANEXO D: Documentos, archivos y datasheet en línea.

ANEXO E: Manual de Mantenimiento.


ANEXO F: Diagramas de Conexiones.

ANEXO G: Tablas de Check List.

ANEXO H: Datos técnicos de equipos.

ANEXO A
CARTA DE COMPROMISO DEL PROYECTO

Se muestran las imágenes del documento que fue presentado como compromiso para la realización del proyecto.



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
Campus Politécnico "J. Rubén Orellana R"

Quito, 04 de abril de 2019

CARTA DE COMPROMISO

Yo, Santiago Maximiliano Guberna Almeida, con número de cédula 1717843963, estudiante de la Escuela de Formación de Tecnólogos de la carrera de Tecnología en Electromecánica, me encuentro interesado en formar parte del proyecto "SUPERVISIÓN DE ACCESO Y SEGURIDAD PARA LAS AULAS DE LA ESFOT" mediante el desarrollo de mi trabajo de titulación.

Una vez asistido a la reunión del día 9 de abril del 2019, en la cual se detalló el cronograma y el presupuesto del proyecto, me comprometo a lo siguiente:


- Cumplir el cronograma expuesto por los directores del proyecto, el cual se encuentra anexo a este documento.
- Una vez finalizado el trabajo, donar los equipos que conforman el proyecto a la Escuela Politécnica Nacional.
- Cumplir un mínimo de 200 horas de trabajo
- Una vez finalizado el proyecto, entregar el Plan de Titulación a la respectiva Comisión de Titulación en un plazo máximo de un mes.
- Entregar en un plazo máximo de 60 días el primer borrador del trabajo de titulación a mi director.

Así mismo, acepto que las siguientes condiciones son causales para mi desvinculación del proyecto

- Abandono parcial o total del mismo
- Incumplir con el presupuesto acordado con los otros participantes
- Suplantación de autoría material o intelectual del proyecto
- Agresión de cualquier tipo a otro miembro del equipo

Figura A.1 – Carta de compromiso 1/2 Gutiérrez.


(Fuente Propia)



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
Campus Politécnico "J. Rubén Orellana R"

Mediante este documento certifico que entiendo y acepto las condiciones antes mencionadas y llegado el caso de incumplirlas perderé mi participación en el mismo sin derecho a un reembolso económico de los aportes y equipos comprados para el desarrollo del proyecto.

Atentamente,




Firma

Nombres Completos: Santiago Maximiliano Gutiérrez Almeida
 Correo: santiago.gutierrez@epn.edu.ec
 Teléfono: 0983294635

CRONOGRAMA DE TRABAJO	
Semana	Actividad
15 de Abril a 4 de Mayo	Adquisición de materiales
6 de Mayo a 12 de Mayo	Instalación de Racks
13 de Mayo a 2 de Junio	Instalación de Tableros
3 de Junio a 23 de Junio	Instalación de Chapas y Biométricos
24 de Junio a 7 de Julio	Instalación de Sensores y Cableado
8 de Julio a 21 de Julio	Automatización
22 de Julio a 4 de Agosto	Diseño del sistema de Control Remoto
5 de Agosto a 11 de Agosto	Pruebas del Sistema
12 de Agosto a 25 de Agosto	Entrega Proyecto Finalizado

Figura A.2 – Carta de compromiso 2/2 Gutiérrez.

(Fuente Propia)



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
Campus Politécnico "J. Rubén Orellana R"

Quito, 4 de abril de 2019

CARTA DE COMPROMISO

Yo, José Luis Burbano Vasquez, con número de cédula 172194377-0, estudiante de la Escuela de Formación de Tecnólogos de la carrera de Tecnología en Electromecánica, me encuentro interesado en formar parte del proyecto "SUPERVISIÓN DE ACCESO Y SEGURIDAD PARA LAS AULAS DE LA ESFOT" mediante el desarrollo de mi trabajo de titulación.

Una vez asistido a la reunión del día 9 de abril del 2019, en la cual se detalló el cronograma y el presupuesto del proyecto, me comprometo a lo siguiente:


- Cumplir el cronograma expuesto por los directores del proyecto, el cual se encuentra anexo a este documento.
- Una vez finalizado el trabajo, donar los equipos que conforman el proyecto a la Escuela Politécnica Nacional.
- Cumplir un mínimo de 200 horas de trabajo
- Una vez finalizado el proyecto, entregar el Plan de Titulación a la respectiva Comisión de Titulación en un plazo máximo de un mes.
- Entregar en un plazo máximo de 60 días el primer borrador del trabajo de titulación a mi director.

Así mismo, acepto que las siguientes condiciones son causales para mi desvinculación del proyecto

- Abandono parcial o total del mismo
- Incumplir con el presupuesto acordado con los otros participantes
- Suplantación de autoría material o intelectual del proyecto
- Agresión de cualquier tipo a otro miembro del equipo

Figura A.3 – Carta de compromiso 1/2 Burbano.

(Fuente Propia)

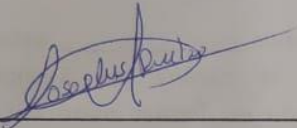


ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
Campus Politécnico "J. Rubén Orellana R"

Mediante este documento certifico que entiendo y acepto las condiciones antes mencionadas y llegado el caso de incumplirlas perderé mi participación en el mismo sin derecho a un reembolso económico de los aportes y equipos comprados para el desarrollo del proyecto.

CARTA DE COMPROMISO

Atentamente,



Firma

Nombres Completos: José Luis Burbano Vásquez
 Correo: jose.burbano@epn.edu.ec
 Teléfono: 0941856777

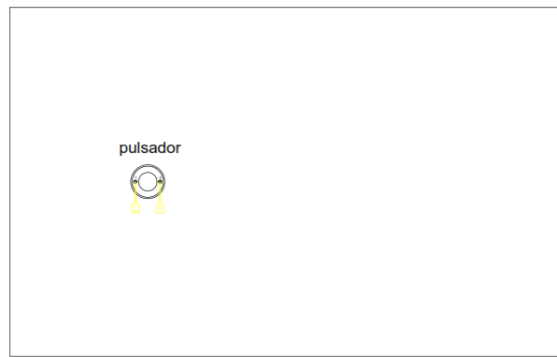
CRONOGRAMA DE TRABAJO	
Semana	Actividad
15 de Abril a 4 de Mayo	Adquisición de materiales
6 de Mayo a 12 de Mayo	Instalación de Racks
13 de Mayo a 2 de Junio	Instalación de Tableros
3 de Junio a 23 de Junio	Instalación de Chapas y Biométricos
24 de Junio a 7 de Julio	Instalación de Sensores y Cableado
8 de Julio a 21 de Julio	Automatización
22 de Julio a 4 de Agosto	Diseño del sistema de Control Remoto
5 de Agosto a 11 de Agosto	Pruebas del Sistema
12 de Agosto a 25 de Agosto	Entrega Proyecto Finalizado

Figura A.4 – Carta de compromiso 2/2 Burbano.

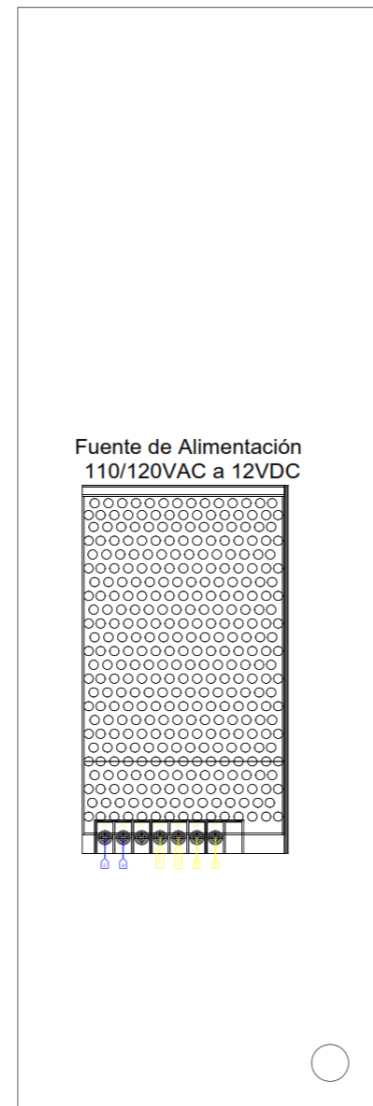
(Fuente Propia)

ANEXO B
PLANOS DEL TABLERO EN AUTOCAD

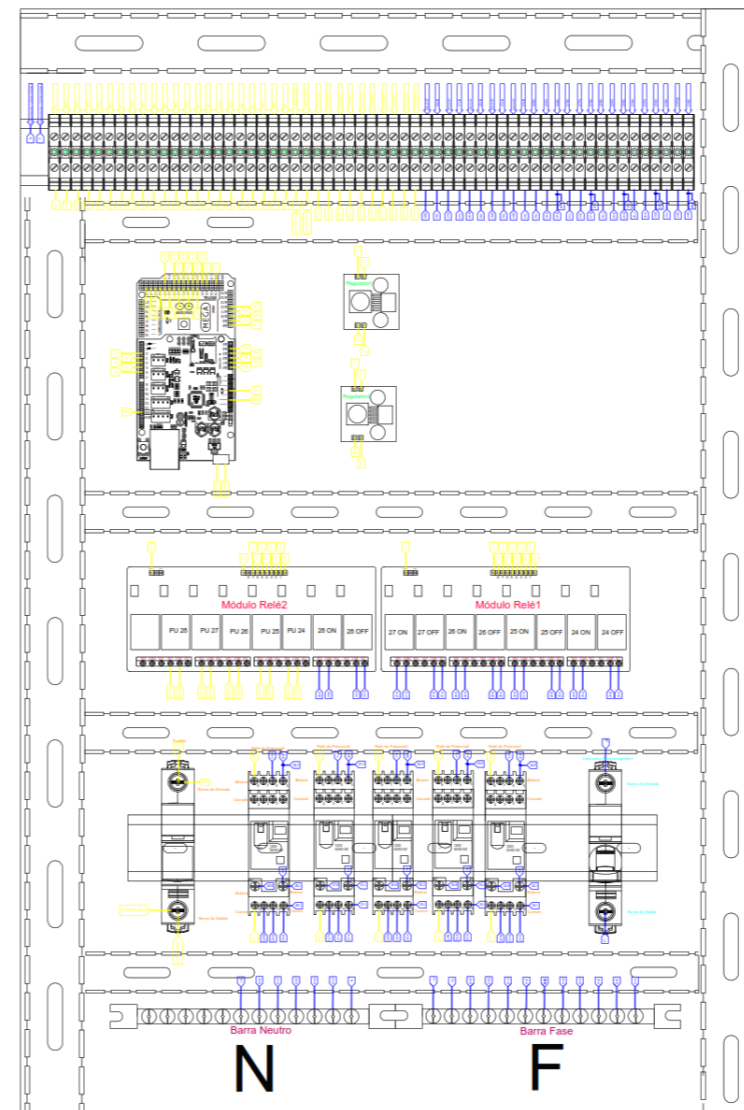
vista superior



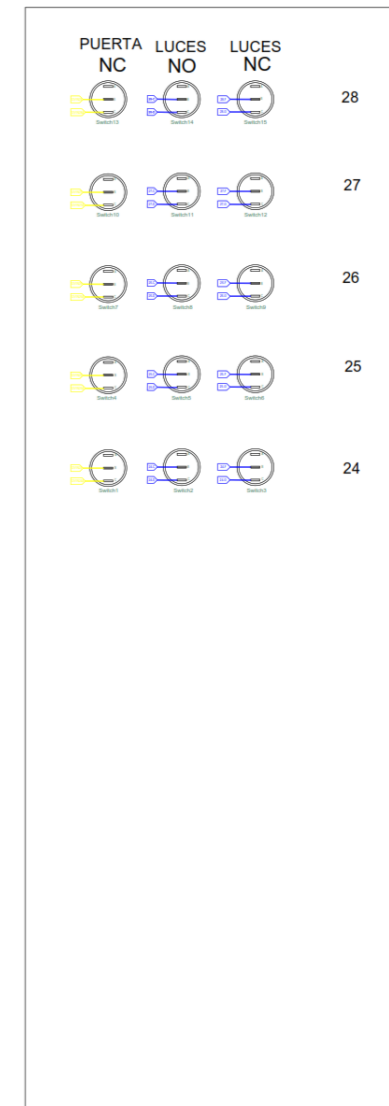
vista lateral izquierda



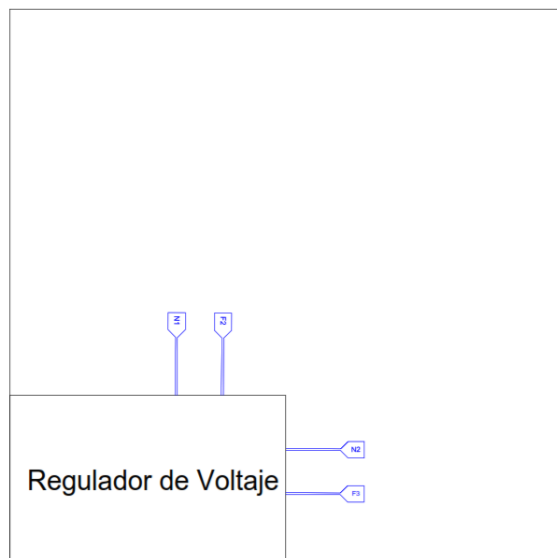
vista frontal



vista lateral derecha



tablero de ET



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

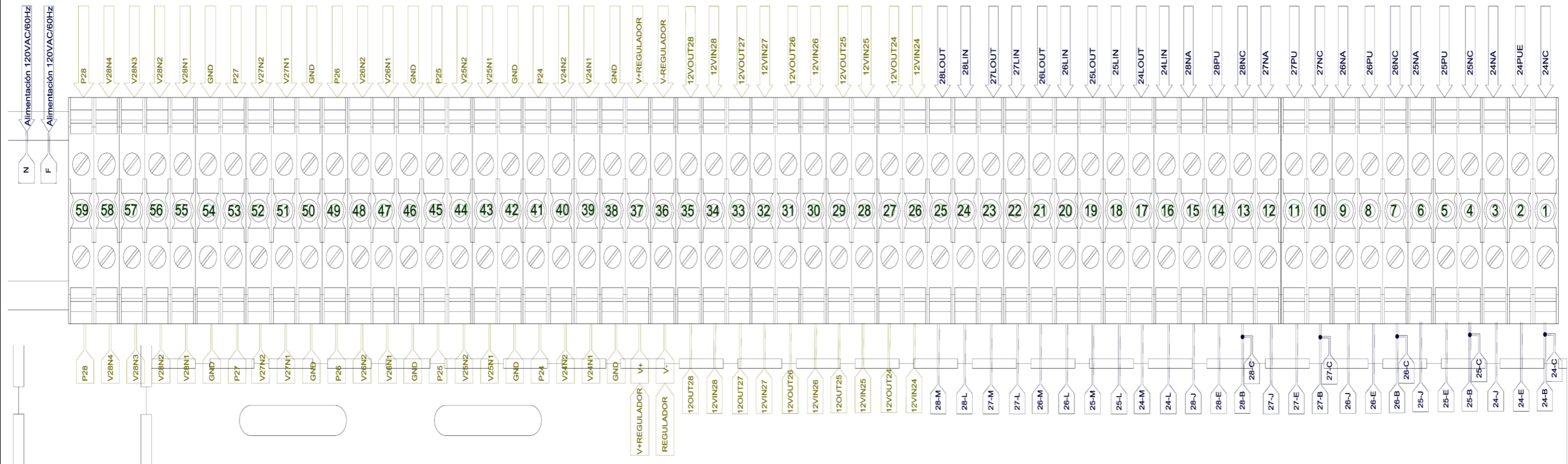
Título: PLANO DEL TABLERO DE CONTROL – VISTA GENERAL


Responsables:
SANTIAGO MAXIMILIANO GUTIERREZ ALMEIDA
JOSÉ LUIS BURBANO VASQUEZ

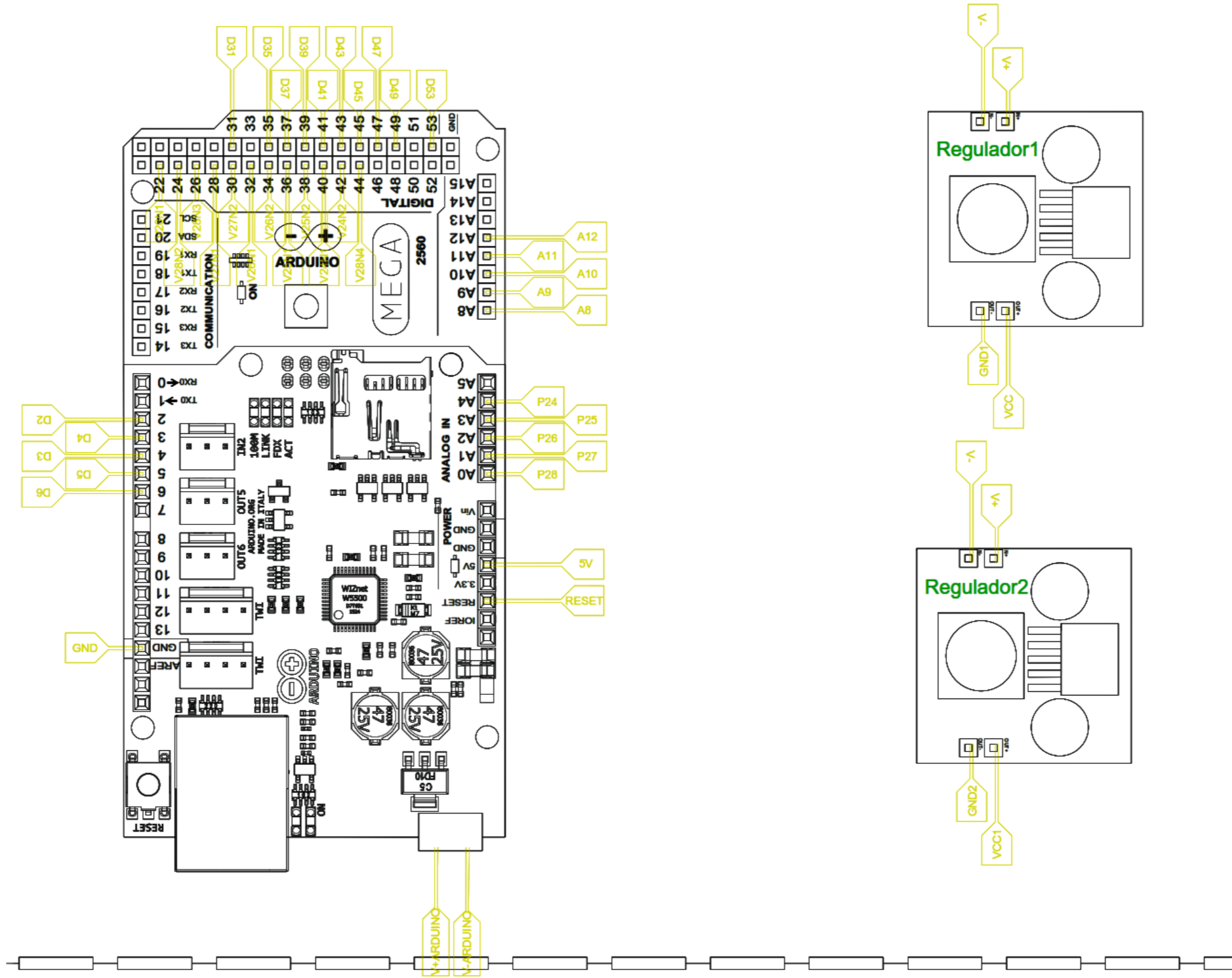
Fecha: 16 / 04 / 2020
Escala: 1:5

Lamina N°:

B1



	ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL		Lamina N°:
	Titulo: PLANO DEL TABLERO DE CONTROL – BORNERAS		Fecha: 16 / 04 / 2020
	Responsables: SANTIAGO MAXIMILIANO GUTIERREZ ALMEIDA JOSÉ LUIS BURBANO VASQUEZ		Escala: 1:2
			B2



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

Título: PLANO DEL TABLERO DE CONTROL – MICROCONTROLADOR

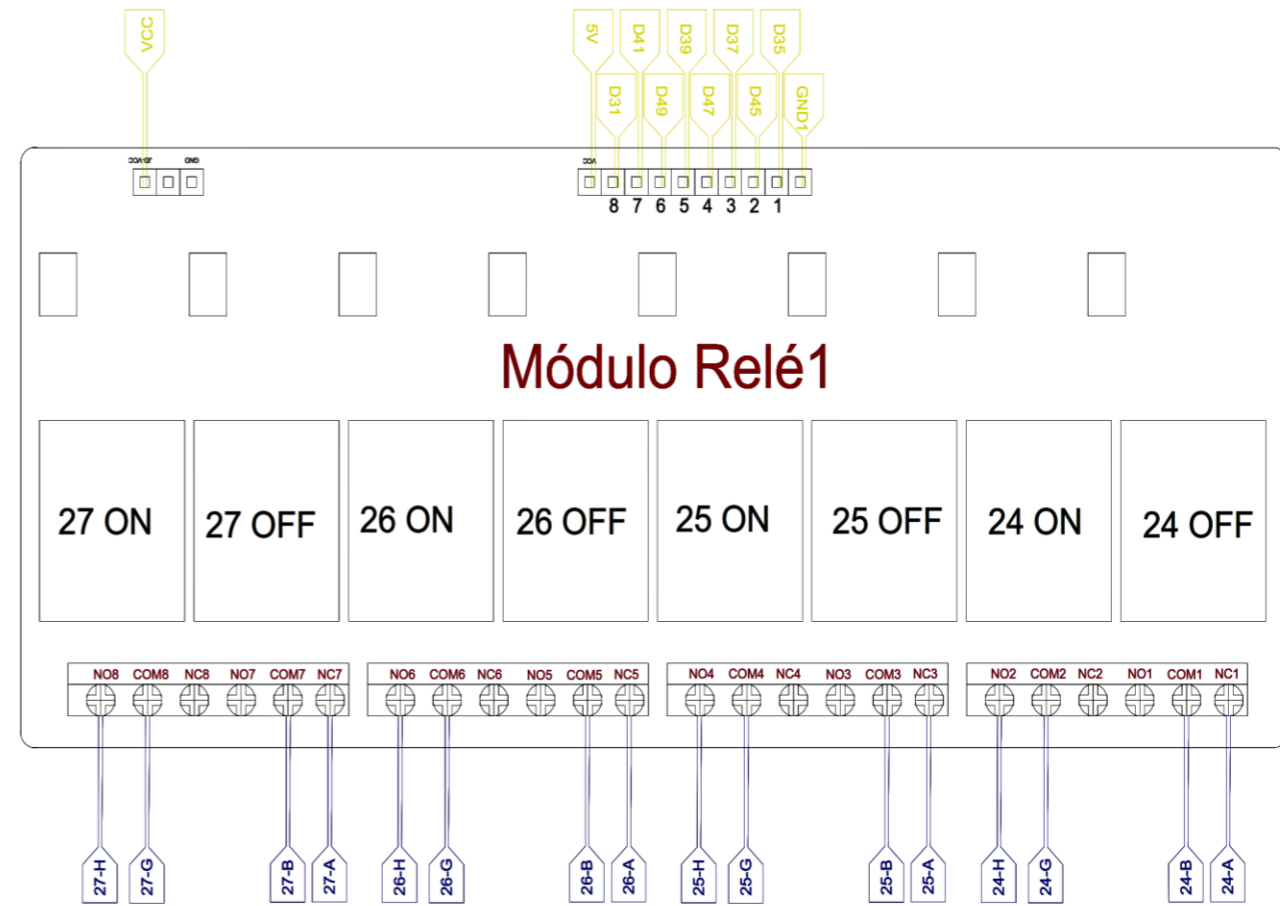
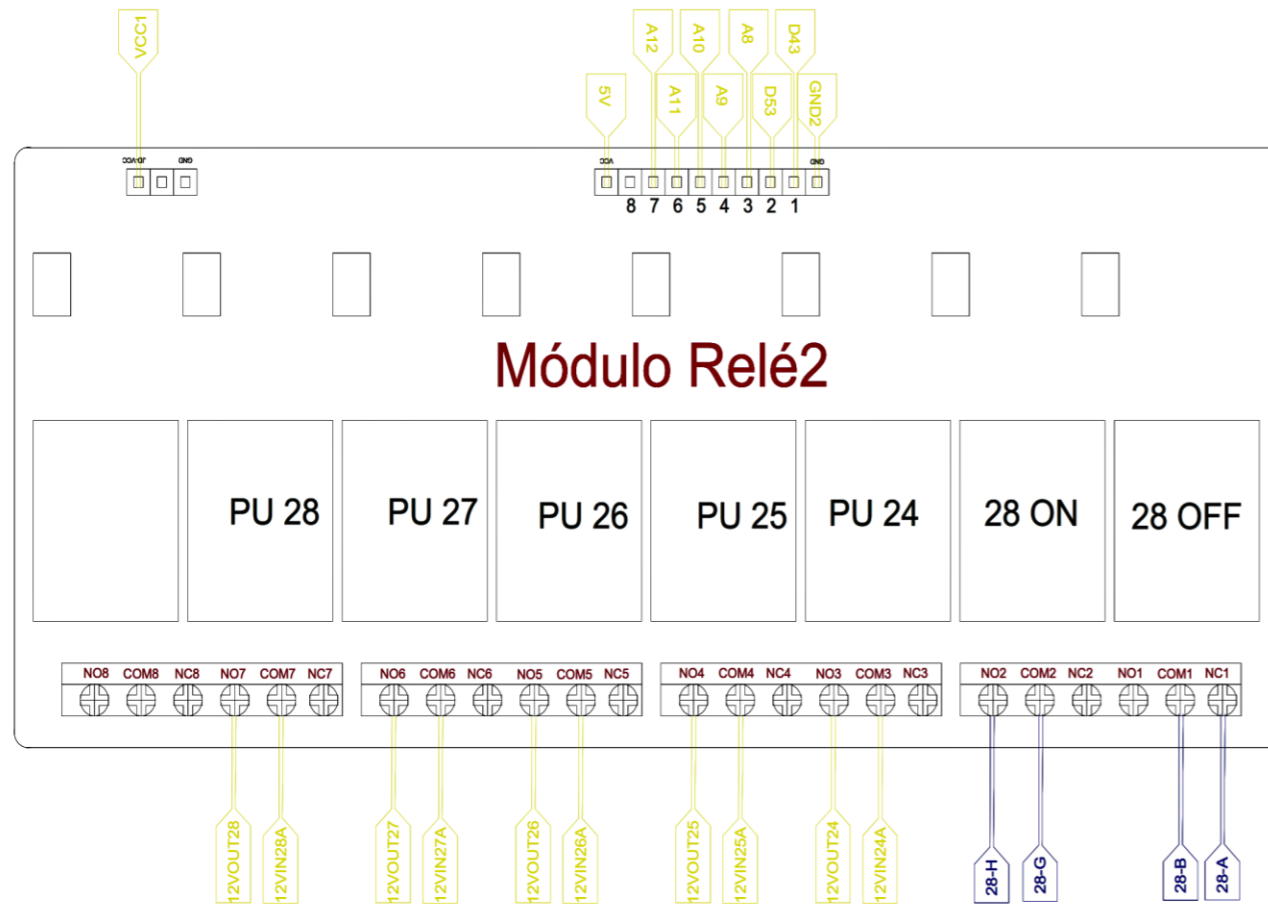
Responsables:
SANTIAGO MAXIMILIANO GUTIERREZ ALMEIDA
JOSÉ LUIS BURBANO VASQUEZ

Fecha: 16 / 04 / 2020

Escala: 1:1

Lamina N°:

B3



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

Título: PLANO DEL TABLERO DE CONTROL – RELES DE CONTROL

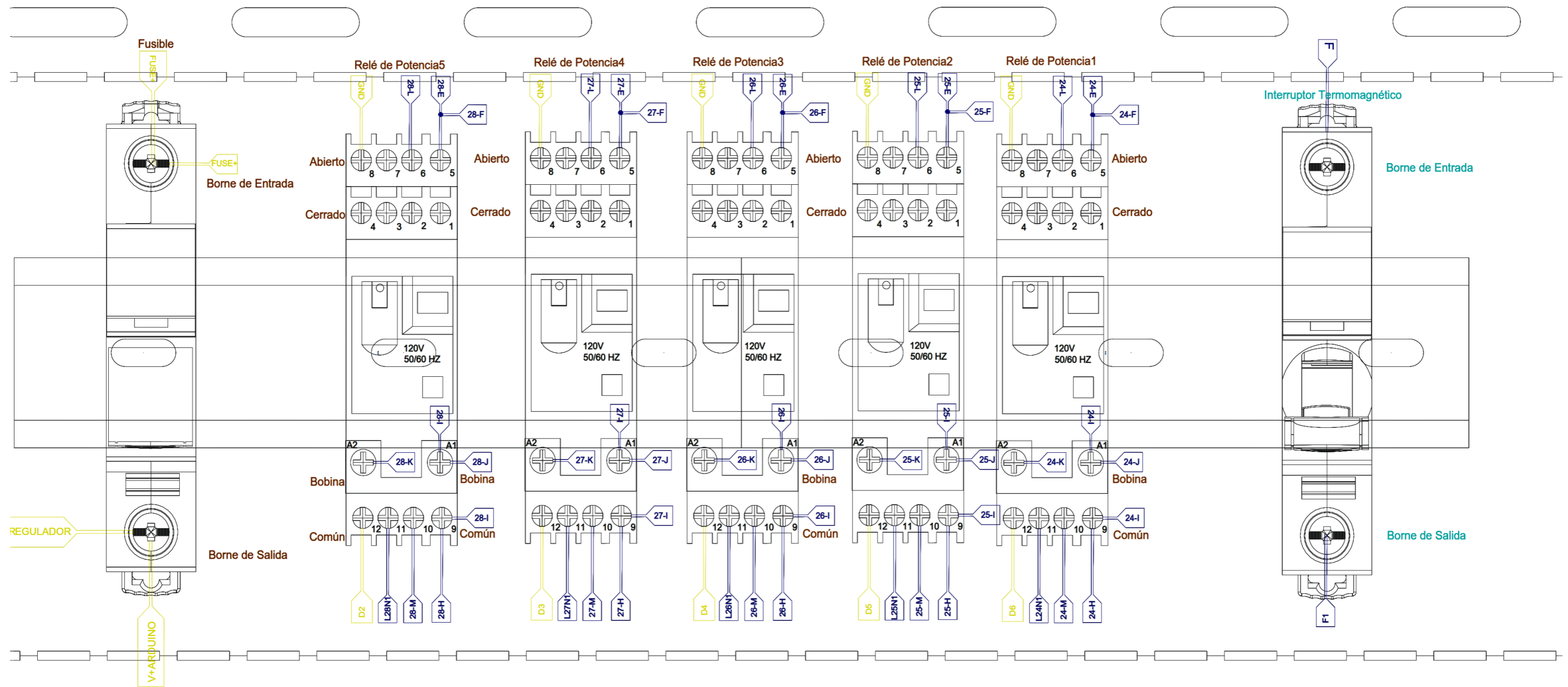
Responsables:
SANTIAGO MAXIMILIANO GUTIERREZ ALMEIDA
JOSÉ LUIS BURBANO VASQUEZ

Fecha: 16 / 04 / 2020

Escala: 1:1

Lamina N°:

B4



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

Título: PLANO DEL TABLERO DE CONTROL – RELES DE POTENCIA

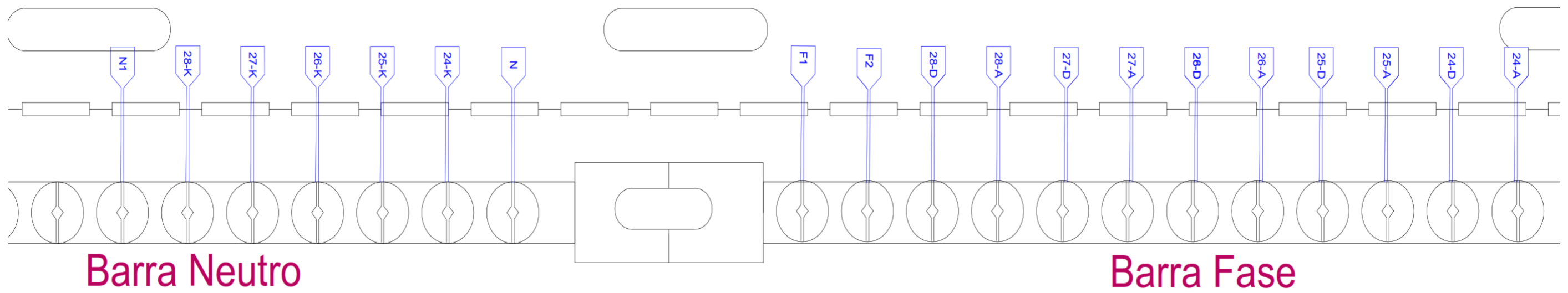
Responsables:
SANTIAGO MAXIMILIANO GUTIERREZ ALMEIDA
JOSÉ LUIS BURBANO VASQUEZ


Fecha: 16 / 04 / 2020

Escala: 1:2

Lamina N°:

B5

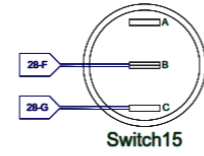
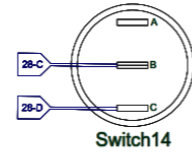
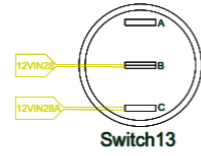


	ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL		B6	
	Titulo: PLANO DEL TABLERO DE CONTROL – ALIMENTACION			Lamina N°:
	Responsables: SANTIAGO MAXIMILIANO GUTIERREZ ALMEIDA JOSÉ LUIS BURBANO VASQUEZ			Fecha: 16 / 04 / 2020 Escala: 1:1

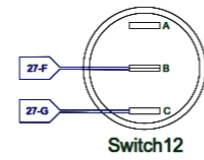
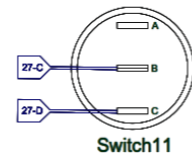
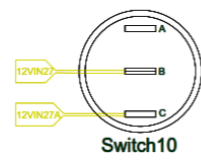
PUERTAS
NC

LUCES
NO

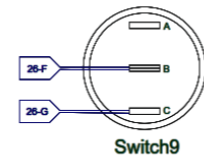
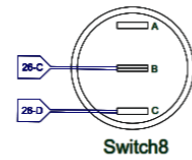
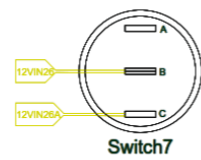
LUCES
NC



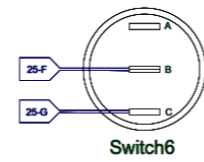
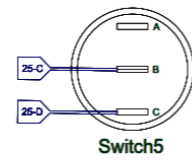
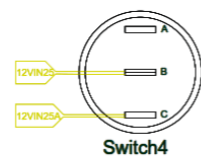
28



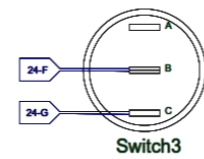
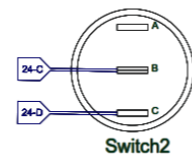
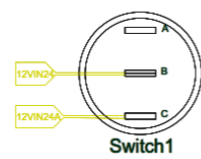
27



26



25



24



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

Título: PLANO DEL TABLERO DE CONTROL – BOTONERAS

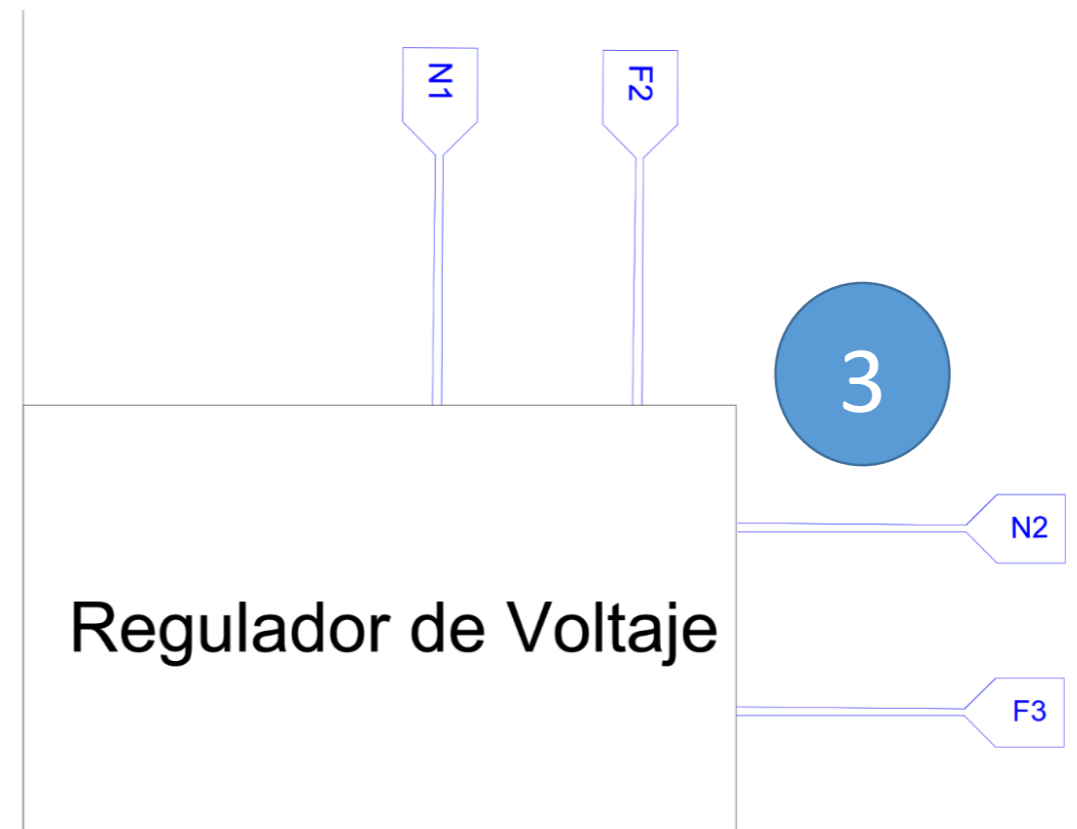
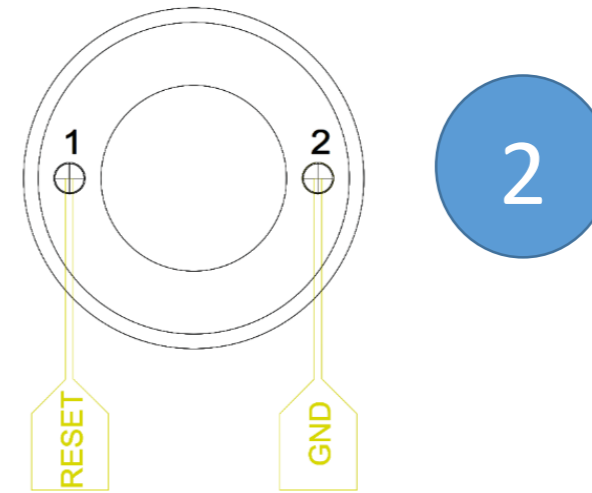
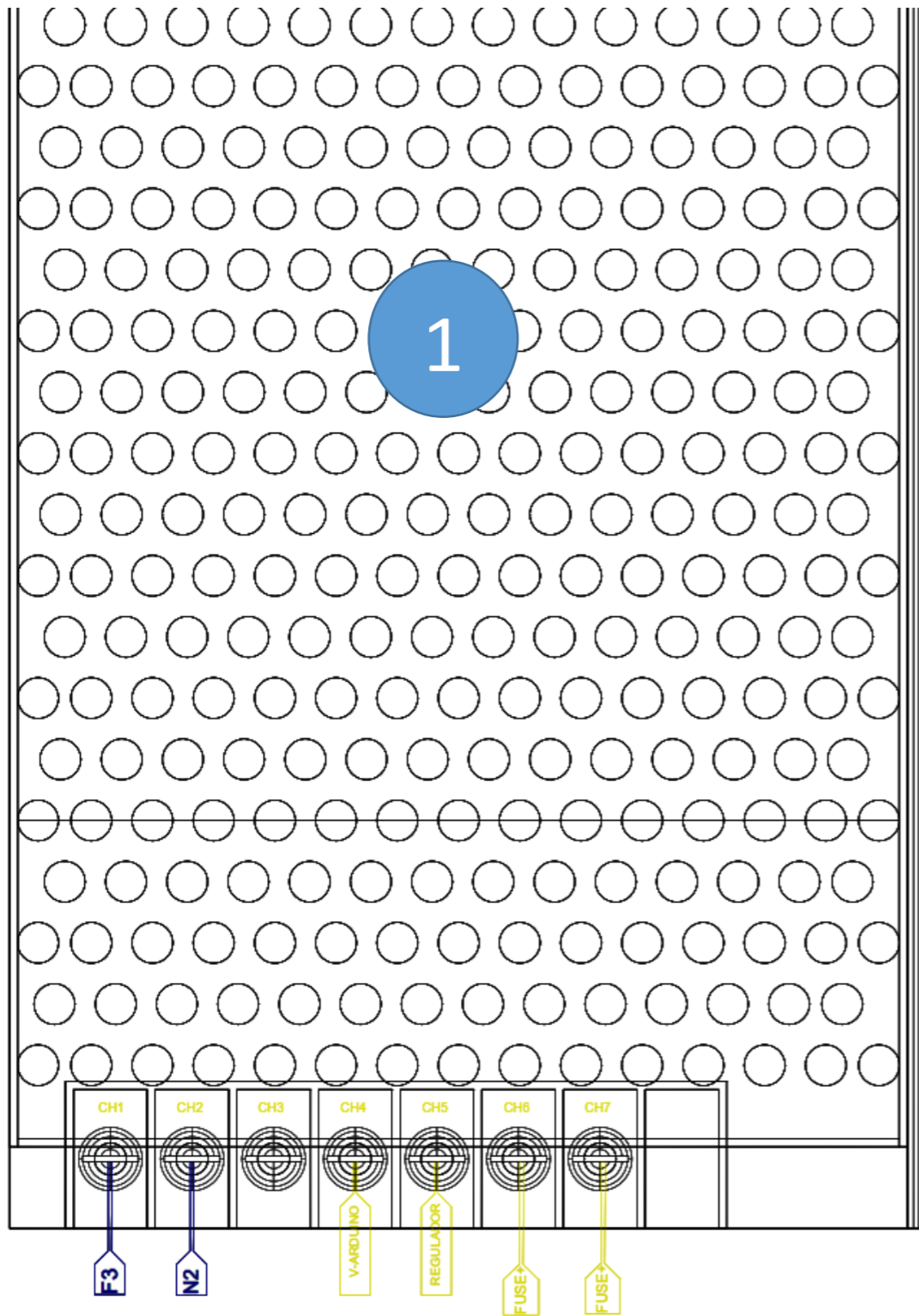
Responsables:
SANTIAGO MAXIMILIANO GUTIERREZ ALMEIDA
JOSÉ LUIS BURBANO VASQUEZ

Fecha: 16 / 04 / 2020

Escala: 1:2

Lamina N°:

B7



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

Título: PLANO DEL TABLERO DE CONTROL – (1) FUENTE DC, (2) PULSADOR Y (3) REGULADOR

Responsables:
SANTIAGO MAXIMILIANO GUTIERREZ ALMEIDA
JOSÉ LUIS BURBANO VASQUEZ

Fecha: 16 / 04 / 2020

Escala: 1,2) 1:1 3) 1:3

Lamina N°:

B8

ANEXO C
TABLA DE CONEXIONES DEL TABLERO

Tabla C.1 – Conexiones de elementos de AC para el tablero.

(Fuente Propia)

A. C.	
ETIQUETA	ELEMENTOS CONECTADOS
24-B	Bornera1 - Módulo Relé1_COM1
24-C	Bornera1 - Switch2_B
24-E	Bornera2 - Relé de Potencia1_Abierto_5
24-F	Relé de Potencia1_Abierto_5 - Switch3_B
24-J	Bornera3 - Relé de Potencia1_Bobina_A1
24-A	Módulo Relé1_NC1 - Barra Fase
24-D	Barra Fase - Switch2_C
24-G	Módulo Relé1_COM2 - Switch3_C
24-H	Módulo Relé1_NO2 - Relé de Potencia1_Común_9
24-L	Bornera16 - Relé de Potencia1_Abierto_6
24-M	Bornera14 - Relé de Potencia1_Común_10
24-I	Relé de Potencia1_Bobina_A1 - Relé de Potencia1_Común_9
24-K	Relé de Potencia1_Bobina_A2 - Barra Neutro
25-B	Bornera4 - Módulo Relé1_COM3
25-C	Bornera4 - Switch5_B
25-E	Bornera5 - Relé de Potencia2_Abierto_5
25-F	Relé de Potencia2_Abierto_5 - Switch4_B
25-J	Bornera6 - Relé de Potencia2_Bobina_A1
25-A	Módulo Relé1_NC3 - Barra Fase
25-D	Barra Fase - Switch5_C
25-G	Módulo Relé1_COM4 - Switch6_C
25-H	Módulo Relé1_NO4 - Relé de Potencia2_Común_9
25-L	Bornera18 - Relé de Potencia2_Abierto_6
25-M	Bornera19 - Relé de Potencia2_Común_10
25-I	Relé de Potencia2_Bobina_A1 - Relé de Potencia2_Común_9
25-K	Relé de Potencia2_Bobina_A2 - Barra Neutro
26-B	Bornera7 - Módulo Relé1_COM5
26-C	Bornera7 - Switch8_B
26-E	Bornera8 - Relé de Potencia3_Abierto_5

ETIQUETA	ELEMENTOS CONECTADOS
26-F	Relé de Potencia3_Abierto_5 - Switch9_B
26-J	Bornera9 - Relé de Potencia3_Bobina_A1
26-A	Módulo Relé1_NC5 - Barra Fase
26-D	Barra Fase - Switch8_C
26-G	Módulo Relé1_COM6 - Switch9_C
26-H	Módulo Relé1_NO6 - Relé de Potencia3_Común_9
26-L	Bornera20 - Relé de Potencia3_Abierto_6
26-M	Bornera21 - Relé de Potencia3_Común_10
26-I	Relé de Potencia3_Bobina_A1 - Relé de Potencia3_Común_9
26-K	Relé de Potencia3_Bobina_A2 - Barra Neutro
27-B	Bornera10 - Módulo Relé1_COM7
27-C	Bornera10 - Switch11_B
27-E	Bornera11 - Relé de Potencia4_Abierto_5
27-F	Relé de Potencia4_Abierto_5 - Switch12_B
27-J	Bornera12 - Relé de Potencia4_Bobina_A1
27-A	Módulo Relé1_NC7 - Barra Fase
27-D	Barra Fase - Switch11_C
27-G	Módulo Relé1_COM8 - Switch12_C
27-H	Módulo Relé1_NO8 - Relé de Potencia4_Común_9
27-L	Bornera22 - Relé de Potencia4_Abierto_6
27-M	Bornera23 - Relé de Potencia4_Común_10
27-I	Relé de Potencia4_Bobina_A1 - Relé de Potencia4_Común_9
27-K	Relé de Potencia4_Bobina_A2 - Barra Neutro
28-B	Bornera13 - Módulo Relé2_COM1
28-C	Bornera13 - Switch14_B
28-E	Bornera14 - Relé de Potencia5_Abierto_5
28-F	Relé de Potencia5_Abierto_5 - Switch15_B
28-J	Bornera15 - Relé de Potencia5_Bobina_A1
28-A	Módulo Relé2_NC1 - Barra Fase
28-D	Barra Fase - Switch14_C
28-G	Módulo Relé2_COM2 - Switch15_C
28-H	Módulo Relé2_NO2 - Relé de Potencia5_Común_9
28-L	Bornera24 - Relé de Potencia5_Abierto_6
28-M	Bornera25 - Relé de Potencia5_Común_10

ETIQUETA	ELEMENTOS CONECTADOS
28-I	Relé de Potencia5_Bobina_A1 - Relé de Potencia5_Común_9
28-K	Relé de Potencia5_Bobina_A2 - Barra Neutro
N	Alimentación 120VAC/60Hz - Barra Neutro
N1	Regulador de Voltaje - Barra Neutro
N2	Regulador de Voltaje - Fuente de Alimentación_CH2
F	Alimentación 120VAC/60Hz - Interruptor Termomagnético_Bornera de Entrada
F1	Interruptor Termomagnético_Bornera de Salida - Barra Fase
F2	Regulador de Voltaje - Barra Fase
F3	Regulador de Voltaje - Fuente de Alimentación_CH1

Tabla C.2 – Conexiones de elementos de DC para el tablero.

(Fuente Propia)

D. C.	
ETIQUETA	ELEMENTOS CONECTADOS
P28	Bornera59 - PinA0_Arduino
V28N4	Bornera58 - PinD44_Arduino
V28N3	Bornera57 - PinD26_Arduino
V28N2	Bornera56 - PinD24_Arduino
V28N1	Bornera55 - PinD22_Arduino
GND	Bornera54 - Bornera50 - Bornera46 - Bornera42 - Bornera38 - PinGND_Arduino - ReleDePotencia1_Pin8 - ReleDePotencia2_Pin8 - ReleDePotencia3_Pin8 - ReleDePotencia4_Pin8 - ReleDePotencia5_Pin8 - Pin2_Pulsador
P27	Bornera53 - PinA1_Arduino
V27N2	Bornera52 - PinD30_Arduino
V27N1	Bornera51 - PinD28_Arduino
P26	Bornera49 - PinA2_Arduino
V26N2	Bornera48 - PinD34_Arduino
V26N1	Bornera47 - PinD32_Arduino
P25	Bornera45 - PinA3_Arduino
V25N2	Bornera44 - PinD38_Arduino
V25N1	Bornera43 - PinD36_Arduino

ETIQUETA	ELEMENTOS CONECTADOS
P24	Bornera41 - PinA4_Arduino
V24N2	Bornera40 - PinD42_Arduino
V24N1	Bornera39 - PinD40_Arduino
V+	Bornera37 - Regulador1_In+ - Regulador2_In+
V-	Bornera36 - Regulador1_In- - Regulador2_In-
V+REGULADOR	Bornera32 - Fusible_Out
REGULADOR	Bornera31 - Fuente12VDC_CH5
VCC	Regulador1_Out+ - ModuloRele1_JD-Vcc
GND1	Regulador1_Out- - ModuloRele1_Gnd
VCC1	Regulador2_Out+ - ModuloRele2_JD-Vcc
GND2	Regulador2_Out- - ModuloRele2_Gnd
V+ARDUINO	Arduino_IN+ - Fusible_Out
V-ARDUINO	Arduino_IN- - Fuente12VDC_CH4
FUSE+	Fusible_In - Fuente12VDC_CH6 - Fuente12VDC_CH7
RESET	PinReset_Arduino - Pin1_Pulsador
A8	PinA8_Arduino - ModuloRele2_Pin3
A9	PinA9_Arduino - ModuloRele2_Pin4
A10	PinA10_Arduino - ModuloRele2_Pin5
A11	PinA11_Arduino - ModuloRele2_Pin6
A12	PinA12_Arduino - ModuloRele2_Pin7
D2	PinD2_Arduino - ReleDePotencia5_Pin12
D3	PinD3_Arduino - ReleDePotencia4_Pin12
D4	PinD4_Arduino - ReleDePotencia3_Pin12
D5	PinD5_Arduino - ReleDePotencia2_Pin12
D6	PinD6_Arduino - ReleDePotencia1_Pin12
D35	PinD35_Arduino - ModuloRele1_Pin1
D45	PinD45_Arduino - ModuloRele1_Pin2
D37	PinD37_Arduino - ModuloRele1_Pin3
D47	PinD47_Arduino - ModuloRele1_Pin4
D39	PinD39_Arduino - ModuloRele1_Pin5
D49	PinD49_Arduino - ModuloRele1_Pin6
D41	PinD41_Arduino - ModuloRele1_Pin7
D31	PinD31_Arduino - ModuloRele1_Pin8

ETIQUETA	ELEMENTOS CONECTADOS
D43	PinD43_Arduino - ModuloRele2_Pin1
D53	PinD53_Arduino - ModuloRele2_Pin2
12VOUT28	Bornera35 - MóduloRele2_NO7
12VIN28	Bornera34 - Switch13_B
12VIN28A	Switch13_C - ModuloRele2_COM7
12VOUT27	Bornera33 - MóduloRele2_NO6
12VIN27	Bornera32 - Switch10_B
12VIN27A	Switch10_C - ModuloRele2_COM6
12VOUT26	Bornera31 - MóduloRele2_NO5
12VIN26	Bornera30 - Switch7_B
12VIN26A	Switch7_C - ModuloRele2_COM5
12VOUT25	Bornera29 - MóduloRele2_NO4
12VIN25	Bornera28 - Switch4_B
12VIN25A	Switch4_C - ModuloRele2_COM4
12VOUT24	Bornera27 - MóduloRele2_NO3
12VIN24	Bornera26 - Switch1_B
12VIN24A	Switch1_C - ModuloRele2_COM3
5V	Pin5V_Arduino - ModuloRele1_PinVCC - ModuloRele2_PinVCC

ANEXO D
DOCUMENTOS, ARCHIVOS Y DATASHEET EN
LINEA.

La documentación es accesible en línea desde el siguiente link de descarga en MEGA:

- <https://mega.nz/#!t2hw3QgD!vPhLl0lj2P5-hbtfzflhTXdYVIB0uT8bZ0AbbvVjofU>

En el archivo comprimido se encuentra una carpeta que contiene documentos relacionados al proyecto con la siguiente organización como se observa en el diagrama de la Figura D.1.

Los documentos son de acceso público y no requieren de contraseña o usuario para su descarga. Los mismos pertenecen a los creadores del presente documento de titulación. Estos archivos podrán ser utilizados para conocer y dar mantenimiento a el tablero implementado. Además, en la carpeta principal se encuentran links del repositorio digital de la EPN para poder ingresar a revisar las y tesis referentes al mismo proyecto.

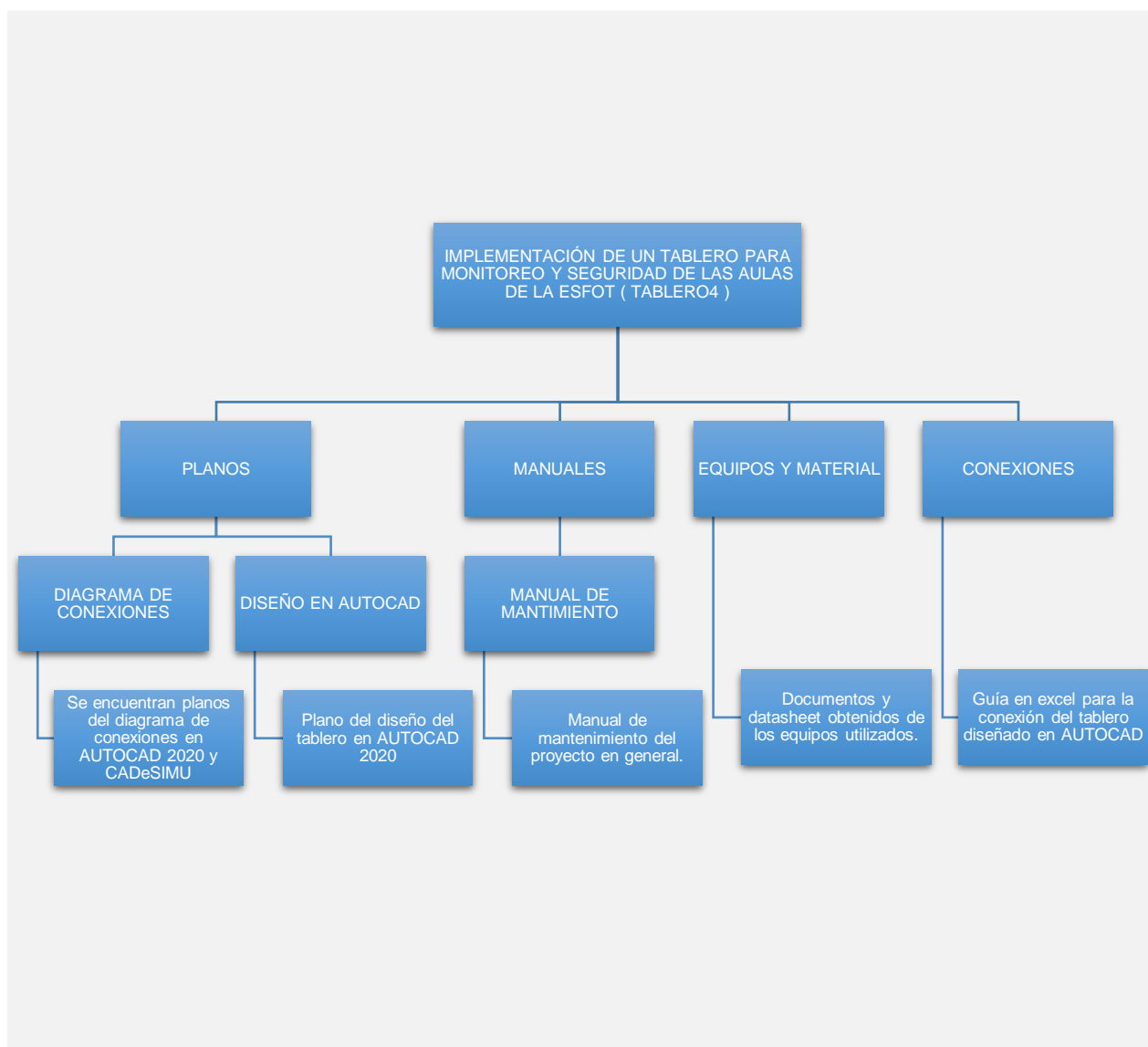




Figura D.1 – Descripción de la carpeta comprimida.

(Fuente Propia)

ANEXO E
MANUAL DE MANTENIMIENTO

 <p>ESFOT ESCUELA DE FORMACION DE TECNOLOGOS</p>	<p>ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS</p>	 <p>ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL</p>
Fecha de efectividad :	No Revisión :	
		No de páginas:
MANUAL DE MANTENIMIENTO		

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

MANUAL DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DE LAS AULAS DE LA ESFOT

ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES ANÁLISIS DE SISTEMAS INFORMÁTICOS Y ELECTROMECAÁNICA

2020

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
2. OBJETIVOS	3
2.1. General.....	3
2.2. Específicos	3
3. CUADRO DE MANTENIMIENTO	3
4. LISTADO DE VERIFICACIÓN DEL SISTEMA	7
5. LISTADO DE SOLUCIONES	8
6. PROBLEMAS COMUNES	11

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla E.1: Mantenimiento del sistema de automatización de las aulas	4
Tabla E.2: Listado de verificación del sistema	7
Tabla E.3: Listado de soluciones para problemas técnicos del sistema	8
Tabla E.4: Problemas comunes	11
Tabla E.5: Sistema de automatización de las aulas de la ESFOT	13
Tabla E.6: Listado de soluciones.....	14

1. INTRODUCCIÓN

El sistema de automatización implementado en las aulas de la ESFOT (Escuela de Formación Tecnólogos) provee varias características como: acceso seguro mediante datos biométricos, monitoreo y control de ventanas, puertas e iluminarias. Dichas herramientas se pueden utilizar a través de una aplicativo móvil y página web.

El sistema funciona a través de tableros electrónicos y mecánicos controlados por un dispositivo embebido, un Arduino MEGA, el cual provee las características antes mencionadas a varias aulas, además utiliza una red de alimentación eléctrica y de comunicación de datos.

Así pues, es de vital importancia que se lleve a cabo un programa de mantenimiento acorde a la importancia y tiempo de vida útil de cada instalación en particular, como: eléctrica, electrónica, electromecánica y de cableado estructurado.

2. OBJETIVOS

2.1. General

- Generar un documento para el mantenimiento preventivo del sistema de automatización de las aulas de la ESFOT (Escuela de Formación de Tecnólogos).

2.2. Específicos



- Establecer áreas importantes del sistema para el respectivo mantenimiento.
- Verificar el constante funcionamiento del sistema de automatización.
- Diseñar un documento de registro para la evaluación mensual, trimestral, semestral o anual.

3. CUADRO DE MANTENIMIENTO

En la Tabla E.1 se puede observar las diferentes áreas, tiempos de evaluación y procedimientos que se deben ejecutar como planes de mantenimiento para corregir inconvenientes con el sistema de automatización de las aulas de la ESFOT.

Tabla E.1: cuadro de mantenimiento del sistema de automatización de las aulas de la ESFOT

(Fuente Propia)

		CUADRO DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DE LAS AULAS DE LA ESFOT			
PERIODO	ÁREA	ELEMENTO	ACTIVIDAD	PROCEDIMIENTO	
6 meses	Eléctrico	Fuente de alimentación del tablero	- Limpieza	<ul style="list-style-type: none"> - Quitar la alimentación para evitar accidentes. - Limpiar la fuente utilizando una brocha pequeña con el fin de eliminar polvo existente. 	
			- Voltaje	<ul style="list-style-type: none"> - Tomar los equipos de medición, multímetro. - Configurar el equipo con el rango y parámetro de voltaje. - Colocar los cables del multímetro en la salida de la fuente. - Observar el valor medido, 12 (V). 	
6 meses		Regulador de voltaje	- Limpieza	<ul style="list-style-type: none"> - Quitar la alimentación para evitar accidentes - Limpiar la fuente utilizando una brocha pequeña con el fin de eliminar polvo existente. 	
			- Voltaje	<ul style="list-style-type: none"> - Configurar el equipo con el rango y parámetro de voltaje. - Colocar los cables del multímetro en la salida de la fuente. - Medir el valor, este debe ser de 110 (VAC). 	
6 meses		Botoneras	- Limpieza	<ul style="list-style-type: none"> - Quitar la energía del sistema. - Desarmar la botonera utilizando un desarmador tipo estrella. - Limpiar con una pequeña brocha el interior de la botonera con el fin de quitar suciedad. - Cerrar la botonera con el desarmador tipo estrella. - Energizar el sistema. 	
6 meses		Contactores o relés	- Limpieza	- Con una brocha pequeña limpiar hasta retirar todo el polvo existente.	
	- Ajuste de conexiones		- Con un desarmador reajustar las borneras de conexión.		

6 meses	Electromecánico	Chapas Eléctricas	- Limpieza	<ul style="list-style-type: none"> - Usar un paño y sumergirlo en un poco de alcohol. - Pasarlo por el interior de la cerradura. - Lubricar cada parte de tu cerradura con un aerosol en spray, no utilizar lubricantes líquidos.
6 meses		Placas de protección de las chapas	- Limpieza	<ul style="list-style-type: none"> - Con una pequeña brocha limpiar el polvo de las placas de protección de las chapas y realizar una inspección visual de la misma.
6 meses		Sensores magnéticos	- Limpieza	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar una inspección visual y de existir imperfectos tomar acciones de limpieza y calibración.
6 meses			- Revisión de conexiones y calibración.	<ul style="list-style-type: none"> - La distancia técnica a la que debe de estar una de otra es de 0.5 (cm) para un correcto funcionamiento.
6 meses	Electrónico	Arduino mega 2560	- Limpieza	<ul style="list-style-type: none"> - Apagar la fuente de alimentación del Arduino mega. - Obtener un equipo con aire comprimido - Abrir el tablero EM. - Limpiar el arduino y la shield ethernet con aire comprimido. - Energizar el Arduino. - Reiniciar el arduino con el botón en la parte encima del tablero. - Cerrar el tablero EM.
6 meses			- Verificación de conexiones	<ul style="list-style-type: none"> - Apagar la fuente de alimentación del Arduino mega. - Observar el diagrama de conexiones ubicado en el tablero. - Verificar la correcta conexión entre los pines y cables del tablero. - Energizar el Arduino. - Reiniciar el arduino con el botón en la parte encima del tablero.
6 meses		Shield Ethernet arduino	- Verificar conexiones	<ul style="list-style-type: none"> - Apagar la alimentación al Arduino. - Abrir el tablero de EM. - Observar el diagrama de conexiones ubicado en el tablero. - Verificar la correcta conexión entre los pines y cables del tablero. - Energizar el Arduino. - Reiniciar el arduino con el botón en la parte encima del tablero. - Cerrar el tablero EM.
6 meses				<ul style="list-style-type: none"> - Apagar el sistema de biométricos. - Obtener las herramientas necesarias para la limpieza del biométrico y del lector de huellas, un paño, poco de alcohol o limpiador de vidrio y cinta adhesiva. - Humedecer el paño en alcohol o en el limpiador de vidrio. - Limpiar el exterior del biométrico con el paño.


		Biométrico zkteco	- Limpieza	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicar sobre la ventana del lector el lado engomado de una cinta adhesiva transparente, y luego retirarla. - Realizar este proceso con los 19 biométricos respectiva de cada aula de la ESFOT. - Encender el sistema de biométricos.
6 meses			- Funcionamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Observar el manual del biométrico. - Verificar la comunicación IP de cada biométrico. - Verificar el tiempo de 1 (s) en el control de acceso a las puertas de cada aula. - Verificar el funcionamiento de todos los biométricos en el software de zkteco en el servidor.
6 meses		Switch dlink	- Funcionamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Abrir el tablero ET. - Verificar los Leds indicadores que estén linkeando en función de los puertos conectados al switch. - Reiniciar el switch desconectando y conectando el cable de poder al regulador de voltaje. - Cerrar el tablero ET.
6 meses	Cableado estructurado	Servidor	- Hardware	<ul style="list-style-type: none"> - Apagar y desconectar el servidor. - Tocar una superficie metálica para descargarse de electricidad estática. - Limpiar por dentro con algún producto líquido o una espuma para eliminar el polvo y la basura acumulada. - Conectar y encender el servidor.
			- Software	<ul style="list-style-type: none"> - Actualizar software relacionados al sistema, antivirus y firewall del servidor. - Realizar respaldos de la base de datos, registros y el propio sistema operativo. - Verificar el correcto funcionamiento de cada programa o software del sistema.

4. LISTADO DE VERIFICACIÓN DEL SISTEMA

En la Tabla E.2 se puede visualizar un formato para realizar la verificación del mantenimiento del sistema de automatización de las aulas de la ESFOT, el cual debe ser ejecutado por personas técnicas cada 6 meses o inicio de un nuevo semestre, si existe algún problema con las acciones mostradas en el listado deben ser corregidas con el código de solución en la Tabla E.3.

Tabla E.2: Listado de verificación del sistema

(Fuente Propia)

		LISTADO DE VERIFICACIÓN DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DE LAS AULAS DE LA ESFOT			
Nombre del técnico:					
Tablero No:					
Fecha de revisión:					
Área	Elemento	Acciones	SI	NO	Código del listado de Soluciones
Eléctrico	Fuente de alimentación del tablero	Limpieza de la fuente de alimentación y reajuste de conexión			E.1.
		Voltaje de salida de la fuente de alimentación con 12 (V) aproximados			E.2
	regulador de voltaje	Limpieza en el regulador de voltaje			E.3
		Voltaje de salida en el regulador de voltaje con 110 (VAC) aproximados			E.4
	Botoneras	Limpieza de botoneras			E.5
		Prueba de funcionamiento, accionamiento			E.6
Electromecánico	Contactores o relés	Limpieza			M.1
		Reajuste de conexiones y prueba de funcionamiento			M.2
	Chapas Eléctricas	Limpieza (interna ,externa) y ajuste de borneras			M.3
		Prueba de funcionamiento			M.4
	Placas de protección de las chapas	Limpieza			M.5
		Prueba de voltajes, debe existir aproximadamente 12 (V) a la salida de la placa			M.6
	Sensores magnéticos	Limpieza			M.7
		Estado de conexiones y calibración de distancia entre los mismos			M.8
Electrónico	Arduino mega 2560	Limpieza de la placa de arduino mega 2560			N.1
		Led indicador ON del arduino encendido			N.2
		Conexiones correctas de los pines			N.3
	Shield Ethernet arduino	Limpieza de la shield Ethernet			N.1
		Led indicador PWR de la shield encendido			N.4
		Led indicador LINK de la shield encendido			N.5
		Led indicador 100M de la shield encendido			N.5
		Led indicador FULLD de la shield encendido			N.5



		Led indicador RX de la shield linkea			N.5
		Led indicador TX de la shield linkea			N.5
	Lector biométrico zkteco	Limpieza del biométrico de cada aula			N.6
		Tiempo de control de acceso de 1 (s)			N.7
		Direccionamiento IP correcto en cada biométrico			N.8
		Funcionamiento de cada biométrico en el software del servidor			N.9
Cableado estructurado	Switch dlink	Leds indicadores linkean en función del puerto conectado			R.1
	Servidor	Limpieza del hardware			R.2
		Actualizaciones del sistema operativo			R.3
		Actualizaciones del antivirus			R.4
		Actualización del software zkteco			R.5

5. LISTADO DE SOLUCIONES

En la Tabla E.3 se puede visualizar el listado de soluciones que se deben ejecutar cuando se encuentre un inconveniente en el listado de verificación del sistema de mantenimiento de automatización de las aulas de la ESFOT de la Tabla E.2.

Tabla E.3: listado de soluciones para problemas técnicos del sistema

(Fuente Propia)

		LISTADO DE SOLUCIONES	
Área	Código	Solución	
Eléctrico	E.1.	<ul style="list-style-type: none"> - Quitar la alimentación para evitar accidentes. - Limpiar la fuente utilizando una brocha pequeña con el fin de eliminar polvo existente. 	
	E.2	<ul style="list-style-type: none"> - utilizar los equipos de medición. - Configurar el equipo con el rango y parámetro de voltaje - Colocar los cables del multímetro en la salida de la fuente, observar el valor medido, 12 (V). 	
	E.3	<ul style="list-style-type: none"> - Quitar la alimentación para evitar accidentes. - Limpiar la fuente utilizando una brocha pequeña con el fin de eliminar polvo existente. 	
	E.4	<ul style="list-style-type: none"> - Configurar el equipo con el rango y parámetro de voltaje. - Colocar los cables del multímetro en la salida de la fuente. - Observar el valor medido, 110 (VAC). 	
	E.5	<ul style="list-style-type: none"> - Quitar la energía del sistema. - Desarmar la botonera utilizando un desarmador tipo estrella. - Limpiar con una pequeña brocha el interior de la botonera con el fin de quitar suciedad. - Cerrar la botonera con el desarmador tipo estrella. - Energizar el sistema. 	

	E.6	<ul style="list-style-type: none"> - Se puede deber al estado de botoneras causado por polvo o resortes quebrados, desarmar la botonera como se explica en E.5 y proceder al cambio de resortes.
Electromecánico	M.1	<ul style="list-style-type: none"> - Con una brocha pequeña limpiar hasta retirar todo el polvo existente.
	M.2	<ul style="list-style-type: none"> - Se deberá sacar el relé y con un multímetro digital se probará la resistencia entre cada polo del relé y sus contactos, es decir, todos los conectados en NC deberán leer 0 (Ω) en el polo correspondiente y todos los NO deberán leer resistencia infinita el polo correspondiente - Se alimenta el relé de acuerdo al nominal de la bobina, hay que tener en cuenta la polaridad de la alimentación, cuando el relé este alimentado se escuchara un clic.
	M.3	<ul style="list-style-type: none"> - Usar un paño seco el cual haya sido sumergido en un poco de alcohol, considerar que tampoco será necesario que se humedezca mucho el paño, pasarlo por la cerradura (el interior) para que se elimine todo el polvo que tenga dentro de la cerradura, una vez realizado esto lubricar cada parte de la cerradura con un aerosol en spray.
	M.4	<ul style="list-style-type: none"> - Chequear el bobinado de la chapa ya que es posible que se haya quemado por un sobre voltaje, de ser este el caso reemplazar dicho bobinado. - Verificar si los biométricos están energizados, de no ser así energizarlos ya que las placas de las chapas están alimentadas del mismo punto de los biométricos.
	M.5	<ul style="list-style-type: none"> - Con una brocha pequeña limpiar hasta retirar todo el polvo existente.
	M.6	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar la alimentación con un multímetro, esta medición tiene que dar 12 (V) de entrada y 12 (V) de salida, al ser una placa de protección se debe verificar el estado de los diodos, en el caso de estar quemados reemplazarlos.
	M.7	<ul style="list-style-type: none"> - Con una brocha pequeña limpiar hasta retirar todo el polvo existente.
	M.8	<ul style="list-style-type: none"> - La distancia a la que trabajan de forma óptima los sensores es de 0.5 (cm), una vez calibrada esta distancia monitorear el correcto funcionamiento del mismo mediante la interface.
Electrónico	N.1	<ul style="list-style-type: none"> - Apagar la fuente de alimentación del Arduino mega. - Obtener un equipo con aire comprimido. - Abrir el tablero EM. - Limpiar el Arduino y la shield ethernet con aire comprimido. - Energizar el Arduino. - Reiniciar el arduino con el botón en la parte encima del tablero. - Cerrar el tablero EM.
	N.2	<ul style="list-style-type: none"> - Reiniciar el Arduino de la parte superior del tablero EM. - Reiniciar el Arduino desde el botón reset de la placa.
	N.3	<ul style="list-style-type: none"> - Apagar la fuente de alimentación del Arduino mega - Observar el diagrama de conexiones ubicado en el tablero. - Verificar la correcta conexión entre los pines y cables del tablero.

		<ul style="list-style-type: none"> - Energizar el Arduino. - Reiniciar el Arduino con el botón en la parte encima del tablero.
	N.4	<ul style="list-style-type: none"> - Reiniciar el Arduino de la parte superior del tablero EM. - Reiniciar el Arduino desde el botón reset de la placa.
	N.5	<ul style="list-style-type: none"> - Reiniciar el Arduino de la parte superior del tablero EM. - Reiniciar el Arduino desde el botón reset de la placa. - Desconectar y conectar el cable Ethernet de la shield.
	N.6	<ul style="list-style-type: none"> - Apagar el sistema de biométricos. - Obtener las herramientas necesarias para la limpieza del biométrico y del lector de huellas, un paño, poco de alcohol o limpiador de vidrio y cinta adhesiva. - Humedecer el paño en alcohol o en el limpiador de vidrio. - Limpiar el exterior del biométrico con el paño. - Aplicar sobre la ventana del lector el lado engomado de una cinta adhesiva transparente, y luego retirarla. - Realizar este proceso con los 19 biométricos respectiva de cada aula de la ESFOT. - Encender el sistema de biométricos.
	N.7	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar el manual de uso del biométrico. - Ingresar a la configuración del biométrico en modo administrador. - Cambiar el control de acceso de 1 (s).
	N.8	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar el manual de uso del biométrico. - Ingresar a la configuración del biométrico en modo administrador. - Cambiar el direccionamiento IP de acuerdo a la red del sistema de automatización.
	N.9	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar que los biométricos estén encendidos. - Verificar la configuración de direccionamiento y contraseña de comunicación. - Reiniciar el servidor y software zkteco.
Cableado estructurado	R.1	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar los Leds indicadores que estén linkeando en función de los puertos conectados al switch. - Reiniciar el switch desconectando y conectando el cable de poder al regulador de voltaje.
	R.2	<ul style="list-style-type: none"> - Apagar y desconectar el servidor. - Tocar una superficie metálica para descargarse de electricidad estática. - Limpiar por dentro con algún producto líquido o una espuma para eliminar el polvo y la basura acumulada. - Conectar y encender el servidor.
	R.3	<ul style="list-style-type: none"> - Abrir Windows Update del servidor. - Buscar actualizaciones recientes del sistema operativo. - Descargar las actualizaciones. - Instalar las actualizaciones. - Reiniciar el servidor.
	R.4	<ul style="list-style-type: none"> - Abrir el antivirus del sistema operativo. - Ingresar a configuraciones. - Actualizar la base de registros del antivirus.

	R,5	<ul style="list-style-type: none"> - Observar el manual de uso del software zkteco. - Realizar un respaldo de la base de datos del sistema. - Ingresar a la página oficial del software zkteco. - Descargar la última versión del sistema. - Instalar en el servidor. - Ingresar la base de datos de respaldo al nuevo sistema.
--	-----	---

6. PROBLEMAS COMUNES

En la Tabla E.4 se puede verificar algunos problemas comunes que se generan fuera del tiempo de mantenimiento de manera inoportuna, por lo cual se cita las posibles soluciones correctivas. Utilizando la Tabla E.5 y E.6 para reconocer y solucionar dichos problemas.

Tabla E.4: Problemas comunes

(Fuente Propia)

		PROBLEMAS COMUNES		
Problema	Causas posibles	Solución		
Tablero no enciende	<ul style="list-style-type: none"> - Mal estado de fusible. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dirigirse a la porta fusible y verificar el estado del fusible, de detectar una falla reemplazarlo por uno de 5 (A). 		
	<ul style="list-style-type: none"> - Interruptor defectuoso 	<ul style="list-style-type: none"> - Medir continuidad simulando el encendido y apagado, si no marca continuidad en ninguno de los dos estados, reemplazar el componente. 		
	<ul style="list-style-type: none"> - Regulador de voltaje en mal estado 	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar el voltaje de entrada al regulador y cada voltaje de salida el cual tiene que ser de 110 (VAC) , si la salida al tablero no marca dicho voltaje cambiar el lugar de conexión en el mismo regulador. 		
Luminarias no funcionan	<ul style="list-style-type: none"> - Mal estado de botoneras causado por polvo o resortes quebrados 	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar funcionamiento mediante continuidad (DESCONECTAR TODO TIPO DE ALIMENTACION ELÉCTRICA). - Realizar una limpieza interna de dicha botonera con el fin de despejar polvo. 		
	<ul style="list-style-type: none"> - Cableado en mal estado 	<ul style="list-style-type: none"> - Guiarse en planos de cableado estructurado con el fin de detectar alguna anomalía (cables desconectados o rotos) en conexión de relés. 		
	<ul style="list-style-type: none"> - Lámparas quemadas 	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar estado de lámparas y cambiar si están quemadas. 		
	<ul style="list-style-type: none"> - Tablero desenergizado 	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar que el regulador de voltaje este encendido. 		

	<ul style="list-style-type: none"> - Arduino con errores 	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar el Arduino encendido. - Verificar las conexiones de las luminarias en los pines correctos del Arduino de acuerdo al diagrama en el tablero.
Relés no encienden	<ul style="list-style-type: none"> - Mal estado de bobinas 	<ul style="list-style-type: none"> - Se deberá sacar el relé y con un multímetro digital se probará la resistencia entre cada polo del relé y sus contactos, es decir, todos los conectados en NC deberán leer 0 (Ω) en el polo correspondiente y todos los NO deberán leer resistencia infinita el polo correspondiente. - Se alimenta el relé de acuerdo al nominal de la bobina, hay que tener en cuenta la polaridad de la alimentación, cuando el relé este alimentado se escuchara un clic.
No se abren las puertas	<ul style="list-style-type: none"> - Placa de chapas des energizada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar si los biométricos están energizados, de no ser así energizarlos ya que las placas de las chapas están alimentadas del mismo punto de los biométricos
	<ul style="list-style-type: none"> - Chapa quemada por sobre voltaje 	<ul style="list-style-type: none"> - Cambiar el bobinado de la chapa. - Reemplazar chapa.
	<ul style="list-style-type: none"> - Arduino con errores 	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar el Arduino encendido. - Verificar las conexiones de las puertas en los pines correctos del Arduino de acuerdo al diagrama en el tablero.
Chapa se abre, pero no se puede cerrar	<ul style="list-style-type: none"> - Botón del abridor está hundido. 	<ul style="list-style-type: none"> - Este botón es para que no se pueda volver a abrir sin que se accione la bobina del abridor. - El botoncillo debe de estar hundido cuando la puerta está cerrada. Cuando se libera el abridor y se abre la puerta, sale para afuera, pero al cerrar de nuevo, debe ser pisado por el "resbalón" de la puerta, para quedar la puerta cerrada. - Si el dispositivo está bien, vea si el "resbalón", no queda encallado y no pisa el botoncillo hasta el fondo, bien sea porque no sale del todo o porque la distancia entre cerradura y abridor es demasiado amplia.
No se detectan sensores magnéticos	<ul style="list-style-type: none"> - Sensores en mal estado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar aparte el funcionamiento del sensor utilizando Arduino, de verificar que el sensor está dañado reemplazarlo.
Sensores magnéticos no funcionan correctamente	<ul style="list-style-type: none"> - Conexión a tierra del sensor desconectada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Para la conexión de los sensores se utilizó una tierra común, verificar si dicho punto se encuentra conectado a tierra.

	- Distancia entre sensores muy amplia.	- Colocar el sensor a una distancia aproximada de 0.5 (cm) uno del otro para su correcto funcionamiento.
Software no reconoce los biométricos	- Error en la red	- Verificar el correcto funcionamiento del switch. - Verificar los leds indicadores estén encendidos o linkeando. - Verificar las conexiones de los cables ethernet conectados al switch. - Verificar la conexión del cable ethernet al servidor.
	- Biométricos no se encuentran encendidos	- Verificar el correcto funcionamiento de cada biométrico respectivo a cada aula. - Verificar la correcta configuración de direccionamiento de acuerdo al manual de uso del mismo. - Verificar que el regulador de voltaje del tablero de ET esté encendido. - Verificar el cableado de alimentación del biométrico que no se reconoce.

Tabla E.5: listado de verificación del sistema de automatización de las aulas de la ESFOT



(Fuente Propia)

 ESFOT <small>ESCUELA DE FORMACION DE TECNOLOGOS</small>		LISTADO DE VERIFICACIÓN DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DE LAS AULAS DE LA ESFOT			 <small>ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL</small>
Nombre del técnico:					
Tablero No:					
Fecha de revisión:					
Área	Elemento	Acciones	SI	NO	Código del listado de Soluciones
Eléctrico	Fuente de alimentación del tablero	Limpieza de la fuente de alimentación y reajuste de conexión			E.1.
		Voltaje de salida de la fuente de alimentación con 12 (V) aproximados			E.2
	regulador de voltaje	Limpieza en el regulador de voltaje			E.3
		Voltaje de salida en el regulador de voltaje con 110 (V) aproximados			E.4
	Botoneras	Limpieza de botoneras			E.5
		Prueba de funcionamiento, accionamiento			E.6
Electromecánico	Contactores o relés	Limpieza			M.1
		Reajuste de conexiones y prueba de funcionamiento			M.2
	Chapas Eléctricas	Limpieza (interna ,externa) y ajuste de borneras			M.3
		Prueba de funcionamiento			M.4
	Placas de protección de las chapas	Limpieza			M.5
		Prueba de voltajes, debe existir aproximadamente 12 (V) a la salida de la placa			M.6
		Limpieza			M.7

	Sensores magnéticos	Estado de conexiones y calibración de distancia entre los mismos			M.8
Electrónico	Arduino mega 2560	Limpieza de la placa de arduino mega 2560			N.1
		Led indicador ON del arduino encendido			N.2
		Conexiones correctas de los pines			N.3
	Shield Ethernet arduino	Limpieza de la shield Ethernet			N.1
		Led indicador PWR de la shield encendido			N.4
		Led indicador LINK de la shield encendido			N.5
		Led indicador 100M de la shield encendido			N.5
		Led indicador FULLD de la shield encendido			N.5
		Led indicador RX de la shield linkea			N.5
	Lector biométrico zkteco	Led indicador TX de la shield linkea			N.5
		Limpieza del biométrico de cada aula			N.6
		Tiempo de control de acceso de 1 (s)			N.7
Direccionamiento IP correcto en cada biométrico				N.8	
Cableado estructurado	Switch dlink	Funcionamiento de cada biométrico en el software del servidor			N.9
		Leds indicadores linkean en función del puerto conectado			R.1
	Servidor	Limpieza del hardware			R.2
		Actualizaciones del sistema operativo			R.3
		Actualizaciones del antivirus			R.4
Actualización del software zkteco				R.5	

Tabla E.6: Listado de soluciones.

(Fuente Propia)

		LISTADO DE SOLUCIONES	
Área	Código	Solución	
Eléctrico	E.1.	<ul style="list-style-type: none"> - Quitar la alimentación para evitar accidentes - Limpiar la fuente utilizando una brocha pequeña con el fin de eliminar polvo existente. 	
	E.2	<ul style="list-style-type: none"> - Tomar los equipos de medición, multímetro. - Configurar el equipo con el rango y parámetro de voltaje - Colocar los cables del multímetro en la salida de la fuente, observar el valor medido, 12 (V). 	
	E.3	<ul style="list-style-type: none"> - Quitar la alimentación para evitar accidentes - Limpiar la fuente utilizando una brocha pequeña con el fin de eliminar polvo existente. 	
	E.4	<ul style="list-style-type: none"> - Tomar los equipos de medición, multímetro. - Configurar el equipo con el rango y parámetro de voltaje - Colocar los cables del multímetro en la salida de la fuente. - Observar el valor medido, 110 (VAC). 	
	E.5	<ul style="list-style-type: none"> - Quitar la energía del sistema. - Desarmar la botonera utilizando un desarmador tipo estrella. - Limpiar con una pequeña brocha el interior de la botonera con el fin de quitar suciedad. - Cerrar la botonera con el desarmador tipo estrella. 	

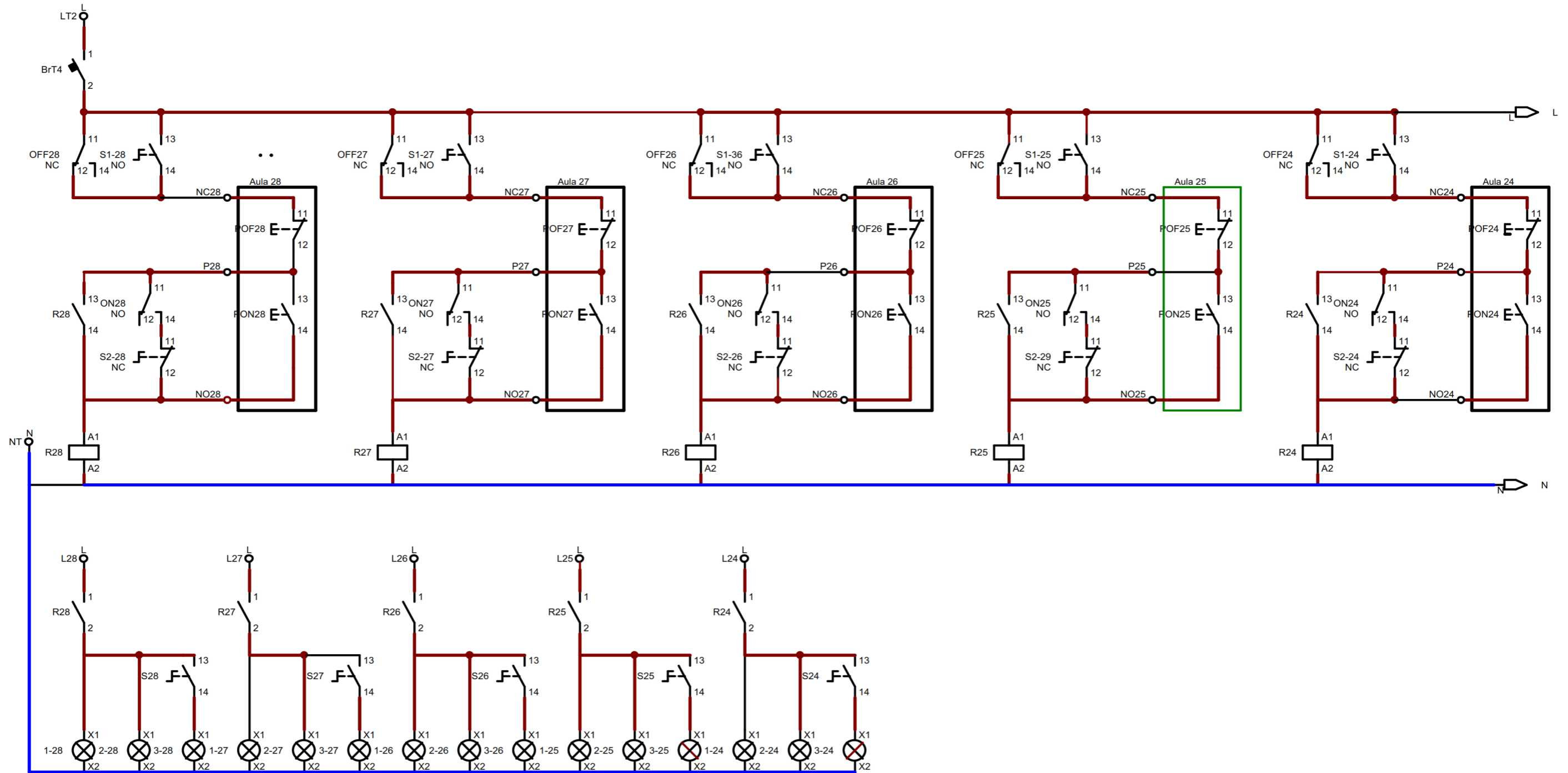
		<ul style="list-style-type: none"> - Energizar el sistema.
	E.6	<ul style="list-style-type: none"> - Se puede deber al estado de botoneras causado por polvo o resortes quebrados, desarmar la botonera como se explica en E.5 y proceder al cambio de resortes.
Electromecánico	M.1	<ul style="list-style-type: none"> - Con una brocha pequeña limpiar hasta retirar todo el polvo existente.
	M.2	<ul style="list-style-type: none"> - Se deberá sacar el relé y con un multímetro digital se probará la resistencia entre cada polo del relé y sus contactos, es decir, todos los conectados en NC deberán leer 0 (Ω) en el polo correspondiente y todos los NO deberán leer resistencia infinita el polo correspondiente. - Se alimenta el relé de acuerdo al nominal de la bobina, hay que tener en cuenta la polaridad de la alimentación, cuando el relé este alimentado se escuchara un clic.
	M.3	<ul style="list-style-type: none"> - usar un paño seco el cual haya sido sumergido en un poco de alcohol, considerar que tampoco será necesario que se humedezca mucho el paño, pasarlo por la cerradura (el interior) para que se elimine todo el polvo que tenga dentro de la cerradura una vez realizado esto lubricar cada parte de la cerradura con un aerosol en spray.
	M.4	<ul style="list-style-type: none"> - Chequear el bobinado de la chapa ya que es posible que se haya quemado por un sobre voltaje, de ser este el caso reemplazar dicho bobinado. - Verificar si los biométricos están energizados, de no ser así energizarlos ya que las placas de las chapas están alimentadas del mismo punto de los biométricos.
	M.5	<ul style="list-style-type: none"> - Con una brocha pequeña limpiar hasta retirar todo el polvo existente.
	M.6	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar la alimentación con un multímetro, esta medición tiene que dar 12 (V) de entrada y 12 (V) de salida, al ser una placa de protección se debe verificar el estado de los diodos, en el caso de estar quemados reemplazarlos.
	M.7	<ul style="list-style-type: none"> - Con una brocha pequeña limpiar hasta retirar todo el polvo existente.
	M.8	<ul style="list-style-type: none"> - La distancia a la que trabajan de forma óptima los sensores es de 0.5 (cm), una vez calibrada esta distancia monitorear el correcto funcionamiento del mismo mediante la interface.
Electrónico	N.1	<ul style="list-style-type: none"> - Apagar la fuente de alimentación del Arduino mega. - Obtener un equipo con aire comprimido. - Abrir el tablero EM. - Limpiar el Arduino y la shield ethernet con aire comprimido. - Energizar el Arduino. - Reiniciar el Arduino con el botón en la parte encima del tablero. - Cerrar el tablero EM.
	N.2	<ul style="list-style-type: none"> - Reiniciar el arduino de la parte superior del tablero EM.

		<ul style="list-style-type: none"> - Reiniciar el arduino desde el botón reset de la placa.
	N.3	<ul style="list-style-type: none"> - Apagar la fuente de alimentación del Arduino mega. - Observar el diagrama de conexiones ubicado en el tablero. - Verificar la correcta conexión entre los pines y cables del tablero. - Energizar el Arduino. - Reiniciar el Arduino con el botón en la parte encima del tablero.
	N.4	<ul style="list-style-type: none"> - Reiniciar el Arduino de la parte superior del tablero EM. - Reiniciar el Arduino desde el botón reset de la placa.
	N.5	<ul style="list-style-type: none"> - Reiniciar el Arduino de la parte superior del tablero EM. - Reiniciar el Arduino desde el botón reset de la placa. - Desconectar y conectar el cable Ethernet de la shield.
	N.6	<ul style="list-style-type: none"> - Apagar el sistema de biométricos. - Obtener las herramientas necesarias para la limpieza. del biométrico y del lector de huellas, un paño, poco de alcohol o limpiador de vidrio y cinta adhesiva. - Humedecer el paño en alcohol o en el limpiador de vidrio. - Limpiar el exterior del biométrico con el paño. - Aplicar sobre la ventana del lector el lado engomado de una cinta adhesiva transparente, y luego retirarla. - Realizar este proceso con los 19 biométricos respectiva de cada aula de la ESFOT. - Encender el sistema de biométricos.
	N.7	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar el manual de uso del biométrico. - Ingresar a la configuración del biométrico en modo administrador. - Cambiar el control de acceso de 1 (s).
	N.8	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar el manual de uso del biométrico. - Ingresar a la configuración del biométrico en modo administrador. - Cambiar el direccionamiento IP de acuerdo a la red del sistema de automatización.
	N.9	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar que los biométricos estén encendidos. - Verificar la configuración de direccionamiento y contraseña de comunicación. - Reiniciar el servidor y software zkteco.
Cableado estructurado	R.1	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar los Leds indicadores que estén linkeando en función de los puertos conectados al switch. - Reiniciar el switch desconectando y conectando el cable de poder al regulador de voltaje.
	R.2	<ul style="list-style-type: none"> - Apagar y desconectar el servidor. - Tocar una superficie metálica para descargarse de electricidad estática. - Limpiar por dentro con algún producto líquido o una espuma para eliminar el polvo y la basura acumulada. - Conectar y encender el servidor.
	R.3	<ul style="list-style-type: none"> - Abrir Windows Update del servidor. - Buscar actualizaciones recientes del sistema operativo. - Descargar las actualizaciones. - Instalar las actualizaciones. - Reiniciar el servidor.
	R.4	<ul style="list-style-type: none"> - Abrir el antivirus del sistema operativo.

		<ul style="list-style-type: none">- Ingresar a configuraciones.- Actualizar la base de registros del antivirus.
	R.5	<ul style="list-style-type: none">- Observar el manual de uso del software zkteco.- Realizar un respaldo de la base de datos del sistema.- Ingresar a la página oficial del software zkteco.- Descargar la última versión del sistema.- Instalar en el servidor.- Ingresar la base de datos de respaldo al nuevo sistema.

ANEXO F
DIAGRAMAS DE CONEXIONES

TABLERO 4 - AULAS (24,25,26,27 Y 28)



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

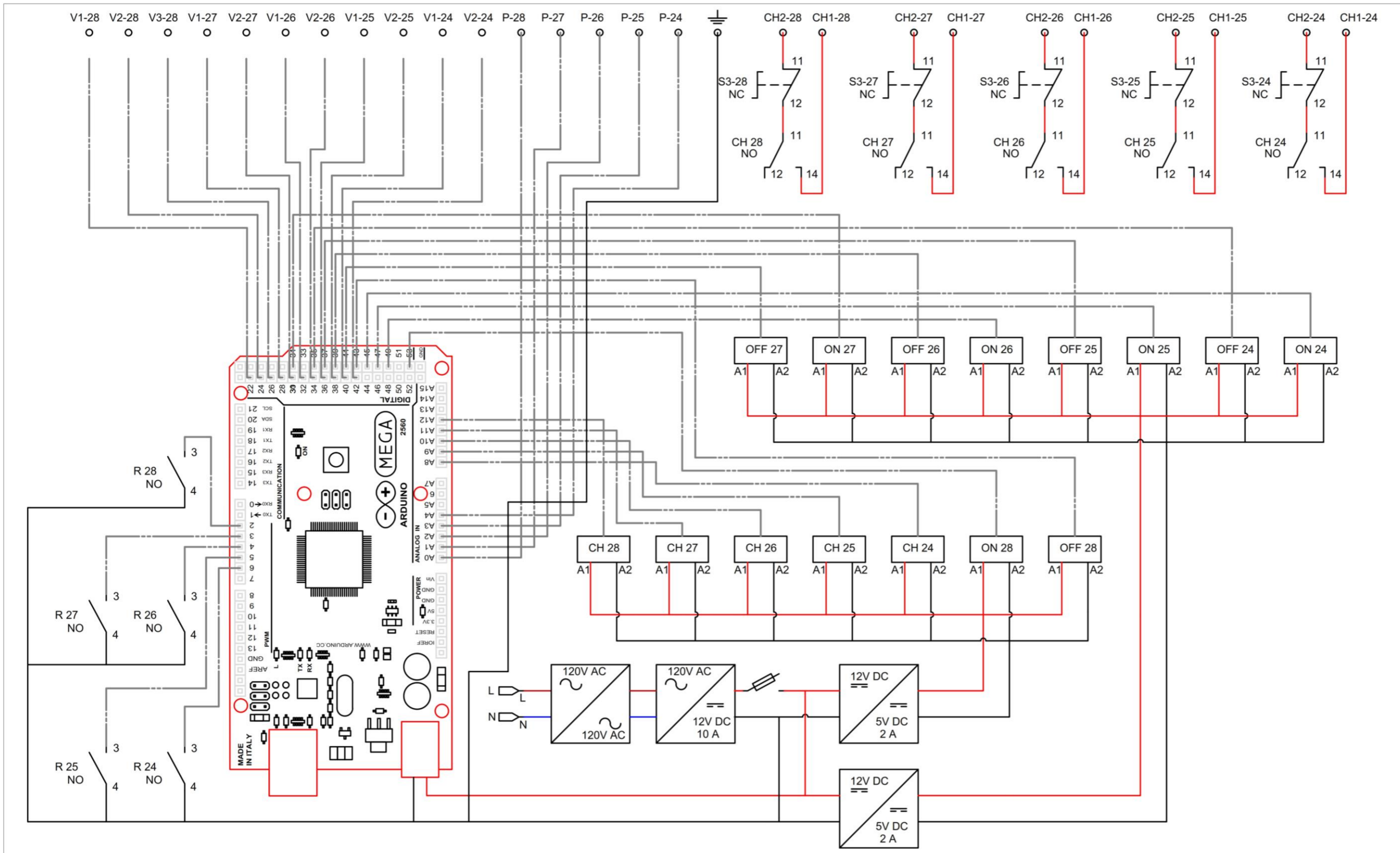
Título: DIAGRAMAS DE CONEXIONES

Responsables:
SANTIAGO MAXIMILIANO GUTIERREZ ALMEIDA
JOSÉ LUIS BURBANO VASQUEZ

Fecha:
16 / 04 / 2020

Lamina N°:

F1



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

Título: DIAGRAMAS DE CONEXIONES

Responsables:
SANTIAGO MAXIMILIANO GUTIERREZ ALMEIDA
JOSÉ LUIS BURBANO VASQUEZ

Fecha:
16 / 04 / 2020

Lamina N°:

F2

ANEXO G
TABLAS DE CHECK LIST

Tabla G.1 – Check List de conductividad AC.

(Fuente Propia)

A. C.		CONDUCTIVIDAD	
ETIQUETA	ELEMENTOS CONECTADOS	SI	NO
24-B	Bornera1 - Módulo Relé1_COM1	✓	X
24-C	Bornera1 - Switch2_B	✓	X
24-E	Bornera2 - Relé de Potencia1_Abierto_5	✓	X
24-F	Relé de Potencia1_Abierto_5 - Switch3_B	✓	X
24-J	Bornera3 - Relé de Potencia1_Bobina_A1	✓	X
24-A	Módulo Relé1_NC1 - Barra Fase	✓	X
24-D	Barra Fase - Switch2_C	✓	X
24-G	Módulo Relé1_COM2 - Switch3_C	✓	X
24-H	Módulo Relé1_NO2 - Relé de Potencia1_Común_9	✓	X
24-L	Bornera16 - Relé de Potencia1_Abierto_6	✓	X
24-M	Bornera14 - Relé de Potencia1_Común_10	✓	X
24-I	Relé de Potencia1_Bobina_A1 - Relé de Potencia1_Común_9	✓	X
24-K	Relé de Potencia1_Bobina_A2 - Barra Neutro	✓	X
25-B	Bornera4 - Módulo Relé1_COM3	✓	X
25-C	Bornera4 - Switch5_B	✓	X
25-E	Bornera5 - Relé de Potencia2_Abierto_5	✓	X
25-F	Relé de Potencia2_Abierto_5 - Switch4_B	✓	X
25-J	Bornera6 - Relé de Potencia2_Bobina_A1	✓	X
25-A	Módulo Relé1_NC3 - Barra Fase	✓	X
25-D	Barra Fase - Switch5_C	✓	X
25-G	Módulo Relé1_COM4 - Switch6_C	✓	X
25-H	Módulo Relé1_NO4 - Relé de Potencia2_Común_9	✓	X
25-L	Bornera18 - Relé de Potencia2_Abierto_6	✓	X
25-M	Bornera19 - Relé de Potencia2_Común_10	✓	X
25-I	Relé de Potencia2_Bobina_A1 - Relé de Potencia2_Común_9	✓	X
25-K	Relé de Potencia2_Bobina_A2 - Barra Neutro	✓	X
26-B	Bornera7 - Módulo Relé1_COM5	✓	X
26-C	Bornera7 - Switch8_B	✓	X
26-E	Bornera8 - Relé de Potencia3_Abierto_5	✓	X
26-F	Relé de Potencia3_Abierto_5 - Switch9_B	✓	X
26-J	Bornera9 - Relé de Potencia3_Bobina_A1	✓	X
26-A	Módulo Relé1_NC5 - Barra Fase	✓	X
26-D	Barra Fase - Switch8_C	✓	X
26-G	Módulo Relé1_COM6 - Switch9_C	✓	X
26-H	Módulo Relé1_NO6 - Relé de Potencia3_Común_9	✓	X

ETIQUETA	ELEMENTOS CONECTADOS	SI	NO
26-L	Bornera20 - Relé de Potencia3_Abierto_6	✓	X
26-M	Bornera21 - Relé de Potencia3_Común_10	✓	X
26-I	Relé de Potencia3_Bobina_A1 - Relé de Potencia3_Común_9	✓	X
26-K	Relé de Potencia3_Bobina_A2 - Barra Neutro	✓	X
27-B	Bornera10 - Módulo Relé1_COM7	✓	X
27-C	Bornera10 - Switch11_B	✓	X
27-E	Bornera11 - Relé de Potencia4_Abierto_5	✓	X
27-F	Relé de Potencia4_Abierto_5 - Switch12_B	✓	X
27-J	Bornera12 - Relé de Potencia4_Bobina_A1	✓	X
27-A	Módulo Relé1_NC7 - Barra Fase	✓	X
27-D	Barra Fase - Switch11_C	✓	X
27-G	Módulo Relé1_COM8 - Switch12_C	✓	X
27-H	Módulo Relé1_NO8 - Relé de Potencia4_Común_9	✓	X
27-L	Bornera22 - Relé de Potencia4_Abierto_6	✓	X
27-M	Bornera23 - Relé de Potencia4_Común_10	✓	X
27-I	Relé de Potencia4_Bobina_A1 - Relé de Potencia4_Común_9	✓	X
27-K	Relé de Potencia4_Bobina_A2 - Barra Neutro	✓	X
28-B	Bornera13 - Módulo Relé2_COM1	✓	X
28-C	Bornera13 - Switch14_B	✓	X
28-E	Bornera14 - Relé de Potencia5_Abierto_5	✓	X
28-F	Relé de Potencia5_Abierto_5 - Switch15_B	✓	X
28-J	Bornera15 - Relé de Potencia5_Bobina_A1	✓	X
28-A	Módulo Relé2_NC1 - Barra Fase	✓	X
28-D	Barra Fase - Switch14_C	✓	X
28-G	Módulo Relé2_COM2 - Switch15_C	✓	X
28-H	Módulo Relé2_NO2 - Relé de Potencia5_Común_9	✓	X
28-L	Bornera24 - Relé de Potencia5_Abierto_6	✓	X
28-M	Bornera25 - Relé de Potencia5_Común_10	✓	X
28-I	Relé de Potencia5_Bobina_A1 - Relé de Potencia5_Común_9	✓	X
28-K	Relé de Potencia5_Bobina_A2 - Barra Neutro	✓	X
N	Alimentación 120VAC/60Hz - Barra Neutro	✓	X
N1	Regulador de Voltaje - Barra Neutro	✓	X
N2	Regulador de Voltaje - Fuente de Alimentación_CH2	✓	X
F	Alimentación 120VAC/60Hz - Interruptor Termomagnético_Bornera de Entrada	✓	X
F1	Interruptor Termomagnético_Bornera de Salida - Barra Fase	✓	X
F2	Regulador de Voltaje - Barra Fase	✓	X
F3	Regulador de Voltaje - Fuente de Alimentación_CH1	✓	X

Tabla G.2 – Check List de conductividad DC.

(Fuente Propia)

D. C.		CONDUCTIVIDAD	
ETIQUETA	ELEMENTOS CONECTADOS	SI	NO
P28	Bornera59 - PinA0_Arduino	✓	X
V28N4	Bornera58 - PinD44_Arduino	✓	X
V28N3	Bornera57 - PinD26_Arduino	✓	X
V28N2	Bornera56 - PinD24_Arduino	✓	X
V28N1	Bornera55 - PinD22_Arduino	✓	X
GND	Bornera54 - Bornera50 - Bornera46 - Bornera42 - Bornera38 - PinGND_Arduino - ReléDePotencia1_Pin8 - Relé dePotencia2_Pin8 - ReléDePotencia3_Pin8 - ReléDePotencia4_Pin8 - ReléDePotencia5_Pin8 - Pin2_Pulsador	✓	X
P27	Bornera53 - PinA1_Arduino	✓	X
V27N2	Bornera52 - PinD30_Arduino	✓	X
V27N1	Bornera51 - PinD28_Arduino	✓	X
P26	Bornera49 - PinA2_Arduino	✓	X
V26N2	Bornera48 - PinD34_Arduino	✓	X
V26N1	Bornera47 - PinD32_Arduino	✓	X
P25	Bornera45 - PinA3_Arduino	✓	X
V25N2	Bornera44 - PinD38_Arduino	✓	X
V25N1	Bornera43 - PinD36_Arduino	✓	X
P24	Bornera41 - PinA4_Arduino	✓	X
V24N2	Bornera40 - PinD42_Arduino	✓	X
V24N1	Bornera39 - PinD40_Arduino	✓	X
V+	Bornera37 - Regulador1_In+ - Regulador2_In+	✓	X
V-	Bornera36 - Regulador1_In- - Regulador2_In-	✓	X
V+REGULADOR	Bornera32 - Fusible_Out	✓	X
REGULADOR	Bornera31 - Fuente12VDC_CH5	✓	X
VCC	Regulador1_Out+ - ModuloRelé1_Vcc	✓	X
GND1	Regulador1_Out- - ModuloRelé1_Gnd	✓	X
VCC1	Regulador2_Out+ - ModuloRelé2_Vcc	✓	X
GND2	Regulador2_Out- - ModuloRelé2_Gnd	✓	X
V+ARDUINO	Arduino_IN+ - Fusible_Out	✓	X
V-ARDUINO	Arduino_IN- - Fuente12VDC_CH4	✓	X
FUSE+	Fusible_In - Fuente12VDC_CH6 - Fuente12VDC_CH7	✓	X
RESET	PinReset_Arduino - Pin1_Pulsador	✓	X
A8	PinA8_Arduino - ModuloRelé2_Pin3	✓	X
A9	PinA9_Arduino - ModuloRelé2_Pin4	✓	X

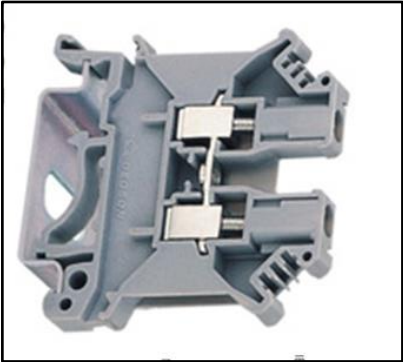
ETIQUETA	ELEMENTOS CONECTADOS	SI	NO
A10	PinA10_Arduino - ModuloRelé2_Pin5	✓	X
A11	PinA11_Arduino - ModuloRelé2_Pin6	✓	X
A12	PinA12_Arduino - ModuloRelé2_Pin7	✓	X
D2	PinD2_Arduino - ReléDePotencia5_Pin12	✓	X
D3	PinD3_Arduino - ReléDePotencia4_Pin12	✓	X
D4	PinD4_Arduino - ReléDePotencia3_Pin12	✓	X
D5	PinD5_Arduino - ReléDePotencia2_Pin12	✓	X
D6	PinD6_Arduino - ReléDePotencia1_Pin12	✓	X
D35	PinD35_Arduino - ModuloRelé1_Pin1	✓	X
D45	PinD45_Arduino - ModuloRelé1_Pin2	✓	X
D37	PinD37_Arduino - ModuloRelé1_Pin3	✓	X
D47	PinD47_Arduino - ModuloRelé1_Pin4	✓	X
D39	PinD39_Arduino - ModuloRelé1_Pin5	✓	X
D49	PinD49_Arduino - ModuloRelé1_Pin6	✓	X
D41	PinD41_Arduino - ModuloRelé1_Pin7	✓	X
D31	PinD31_Arduino - ModuloRelé1_Pin8	✓	X
D43	PinD43_Arduino - ModuloRelé2_Pin1	✓	X
D53	PinD53_Arduino - ModuloRelé2_Pin2	✓	X
12VOUT28	Bornera35 - MóduloRelé2_NO7	✓	X
12VIN28	Bornera34 - Switch13_B	✓	X
12VIN28A	Switch13_C - ModuloRelé2_COM7	✓	X
12VOUT27	Bornera33 - MóduloRelé2_NO6	✓	X
12VIN27	Bornera32 - Switch10_B	✓	X
12VIN27A	Switch10_C - ModuloRelé2_COM6	✓	X
12VOUT26	Bornera31 - MóduloRelé2_NO5	✓	X
12VIN26	Bornera30 - Switch7_B	✓	X
12VIN26A	Switch7_C - ModuloRelé2_COM5	✓	X
12VOUT25	Bornera29 - MóduloRelé2_NO4	✓	X
12VIN25	Bornera28 - Switch4_B	✓	X
12VIN25A	Switch4_C - ModuloRelé2_COM4	✓	X
12VOUT24	Bornera27 - MóduloRelé2_NO3	✓	X
12VIN24	Bornera26 - Switch1_B	✓	X
12VIN24A	Switch1_C - ModuloRelé2_COM3	✓	X

ANEXO H
DATOS TÉCNICOS DE EQUIPOS

a) Borneras

Tabla H.1: Datos técnicos de bornera Degson.


(Fuente Propia)

PARÁMETRO	VALOR	IMAGEN
Temperatura de operación	-40 a 105 (°C)	
Voltaje nominal	600 (V)	
Corriente nominal	20 (A)	
Voltaje soportado	2220 (VAC)/1(min)	
Valor de cable	24 – 12 (AWG)	

b) Relé de potencia

Tabla H.2: Datos técnicos del relé de potencia Schneider Electric


(Fuente Propia)

PARÁMETRO	VALOR	IMAGEN
Modelo	RXM Schneider Electric	
Tipos de Contacto	4 C/O	
Voltaje en circuito de control	120 (VAC)	
Corriente de trabajo	6 (A) de -40 a 50 (°C)	
Tipo de control	Botón de pulsación	

c) Arduino

Tabla H.3: Datos técnicos de Arduino.

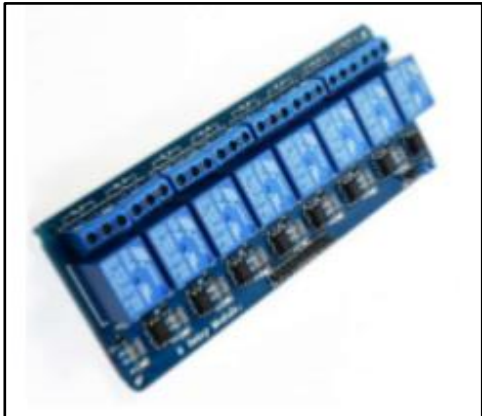
(Fuente Propia)

PARÁMETRO	VALOR	IMAGEN
Modelo	ATmega2560	
Voltaje operativo	5 (VDC)	
Voltaje de entrada	7 a 12 (VDC)	
Voltaje de entrada limites	6 a 20(VDC)	
Pines digitales de entrada / salida	54 (15 de estos proveen salidas PWM)	
Pines analógicos de entrada	16	

d) Módulo relé

Tabla H.4: Datos técnicos del módulo relé de 8 canales.

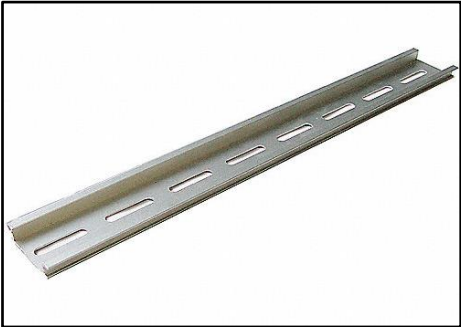
(Fuente Propia)

PARÁMETRO	VALOR	IMAGEN
Voltaje de operación	5 (VDC)	
Señal de control	3.3 a 5 (VDC)	
Capacidad máxima	10 (A) 250 (VAC) – 10 (A) 30 (VDC)	
Corriente máxima	10 (A)	
Tiempo de acción	10 ms	
Entradas	opto acopladas	

e) Carril DIN

Tabla H.5: Datos técnicos del carril DIN.



(Fuente Propia)

PARÁMETRO	VALOR	IMAGEN
Modelo	7030	
Alto	35 (mm)	
Ancho	27 (mm)	
Profundidad	7.5 (mm)	
Espesor	1.5 (mm)	

f) Cable 14 y 20 AWG.

Tabla H.6: Datos técnicos de cable 20 y 14 AWG.


(Fuente Propia)

PARÁMETRO	VALOR 14 AWG	VALOR 20 AWG	IMAGEN
Diámetro del conductor (mm)	1.9	1	
Espesor aislación (mm)	0.76	0.76	
Diámetro exterior (mm)	3.5	2.6	
Resistencia máxima (ohm/km)	8.59	34.8	
Capacidad de corriente (A)	18	7	

g) Porta Fusible.

Tabla H.7: Datos técnicos del porta fusible.

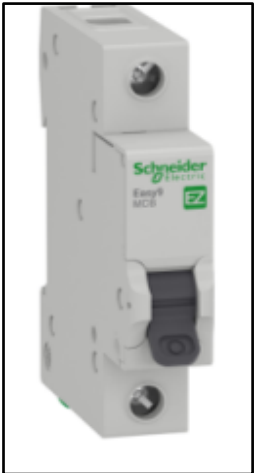
(Fuente Propia)

PARÁMETRO	VALOR	IMAGEN
Modelo	DF10 CAMSCO	
Tamaño de fusible	10 x 38 (mm)	
Tensión máxima asignada de empleo	690 (VAC)	
Intensidad de empleo	690 (VDC)	
	32 (A)	
Modelo	DF10 CAMSCO	

h) Breaker

Tabla H.8: Datos técnicos del Breaker.

(Fuente Propia)

PARÁMETRO	VALOR	IMAGEN
Modelo	Easy 9 MCB	
Polos	1	
Corriente nominal	10 (A)	
Tecnología de unidad de disparo	Térmico – magnético	

i) Botonera

Tabla H.9: Datos técnicos de la botonera.

(Fuente Propia)

PARÁMETRO	VALOR	IMAGEN
Modelo	Easy 9 MCB	
Polos	1	
Corriente nominal	30 (A)	

j) Sensor magnético.

Tabla H.10: Datos técnicos del sensor magnético.

(Fuente Propia)

PARÁMETRO	VALOR	IMAGEN
Modelo	MC-38	
Voltaje de trabajo	12 (VDC)	
Distancia entre polos mínima de trabajo	2.5 (cm)	
Modo de activación	Normalmente cerrado	