

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

IMPLEMENTACIÓN DE TABLEROS DE CONTROL PARA MONITOREO Y SEGURIDAD DE LAS AULAS DE LA ESFOT (TABLEROS 1 Y 2).

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN ELECTROMECAÁNICA

NELSON BOLIVAR RUALES SÁNCHEZ

nelson.ruales@epn.edu.ec

ALEX RODRIGO SINAILIN NACIMBA

alex.sinailin@epn.edu.ec

DIRECTOR: ING. ALAN CUENCA

alan.cuenca@epn.edu.ec

CODIRECTOR: ING. CARLOS ROMO MSC.

carlos.romo@epn.edu.ec

Abril, 2020

DECLARACIÓN

Nosotros, Nelson Bolívar Ruales Sánchez y Alex Rodrigo Sinailin Nacimba, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y que 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 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 establece la normativa nacional vigente”.

Con sentimientos de distinguida consideración

Nelson Bolívar Ruales Sánchez

Alex Rodrigo Sinailin Nacimba

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por Nelson Bolívar Ruales Sánchez y Alex Rodrigo Sinailin Nacimba, bajo nuestra supervisión.

Ing. Alan Cuenca
DIRECTOR DE PROYECTO

Ing. Carlos Orlando Romo Herrera
CODIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis abuelitos que me enseñaron que todo trabajo no es fácil pero que hacerlo por las personas que uno quiere es gratificante, a mis padres por sus valores compartidos, por su humildad y por ser una guía esencial en mi camino, a mis hermanos que me enseñaron el valor de ser su hermano mayor y por darme la fortaleza de ser mejor cada día.

A mis amigos y a la hermandad que compartimos en esta etapa de mi vida, Jessica C, Roberto C, Alejandro M, Maritza R, Daniel V, Giovanni P, Silvia Z, Jairo C, William N, Jorge G, Michael M, Daniel C, Liliana S, Santiago A, Cristian A, Byron E, Jorge T Frederick V, Gabriel A.

A todos los profesores por su conocimiento y sabidurías compartidas a lo largo de este tiempo.

Nelson Bolívar Ruales Sánchez

DEDICATORIA

El presente proyecto está dedicado a las personas que conforman mi familia, mis padres Nelson y Adela y a su esfuerzo y compromiso de enseñarme el valor y la grandeza que representa el contar con un título, dedicado a mis hermanos Esteban, Yajaira y Kevin por su amistad y por permanecer todo este tiempo a mi lado y por su apoyo incondicional.

A mi gran amiga Jessica Carillo a quien estimo mucho y aprecio como una hermana, aunque no compartamos lazos de sangre ha estado presente en algunos momentos de inflexibilidad de mi vida, dedicado a sus rizas, su tiempo, su paciencia y amistad.

Y finalmente dedicado a la memoria de las personas que hoy ya no se encuentran presentes en mi vida, pero que contribuyeron a la culminación de este sueño y que fueron y serán muy importantes para mí.

Nelson Bolívar Ruales Sánchez

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco a Dios, por siempre resguardar y guiar mis pasos en el día a día de mi vida, por guiarme a través de todo este camino de estudio.

A mis padres, personas de gran sabiduría, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, todos mis logros y metas los he cumplido gracias al apoyo incondicional que sin importar las adversidades me lo ha prestado.

Agradezco también a mi tutor de Tesis el Ing. Alan Cuenca por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, así como también haberme tenido toda la paciencia del mundo para guiarme durante todo el desarrollo de la tesis.

A mis compañeros y amigos que en si se convirtieron en mi segunda familia viviendo momentos de alegría y tristezas por estar ahí en momentos difíciles apoyándome y dando me fuerzas para superarme.

A una de las personas más valiosas que me acompaño desde el inicio hasta la culminación de mis estudios a mi compañera y amiga Gissela Cupuerán por sus enseñanzas y apoyo en momentos difíciles y en los momentos de alegría.

Alex Rodrigo Sinailin Nacimba

DEDICATORIA

La presente tesis se la dedico a mi familia que gracias a sus consejos y palabras de aliento crecí como persona. A mis padres y hermanos por su apoyo, confianza y amor. Gracias por ayudarme a cumplir mis objetivos como persona y estudiante, por brindarme los recursos necesarios y estar a mi lado apoyándome y aconsejándome siempre. A mi madre por hacer de mí una mejor persona a través de sus consejos, enseñanzas y amor.

A mis maestros quienes nunca desistieron al enseñarme, aun sin importar que muchas veces no ponía atención en clase, a ellos que continuaron depositando su esperanza en mí.

Gracias a esas personas importantes en mi vida, que siempre estuvieron listas para brindarme toda su ayuda, ahora me toca regresar un poquito de todo lo inmenso que me han otorgado. Con todo mi cariño esta tesis se las dedico a ustedes.

Alex Rodrigo Sinailin Nacimba

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Justificación.....	1
1.3 Objetivos.....	2
2. METODOLOGÍA.....	3
2.1 Tipo de investigación.....	3
2.2 Descripción de la metodología usada.....	3
3. EJECUCIÓN Y RESULTADOS.....	5
3.1 Estado actual de las aulas y sistemas eléctricos.	5
• Cableado y acometidas.	5
• Puertas y ventanas de las aulas de la ESFOT.	7
3.2 Requerimientos de componentes para el sistema de automatización.	8
• Monitoreo de apertura de puertas y ventanas.	8
• Control de accionamiento de luminarias.	8
• Sistema de protección.	9
3.3 Planos esquemáticos y unifilares del sistema.....	9
• Diagrama unifilar de conexión de luminarias.....	10
• Diagrama de conexión de sensores.	12
• Planos esquemáticos del tablero de control.	12
• Diagrama de conexión del tablero de control.....	13
• Selección de equipos y componentes.....	13
3.4 Instalaciones eléctricas de los tableros.	20
• Selección del cable para la acometida.	20
• Implementación de la acometida para luminarias.	20
• Instalación de la canaletización.....	22
• Instalación del cableado.....	23
• Implementación de los tableros.	25
• Instalación de los dispositivos de control.	27
3.5 Pruebas de funcionamiento.....	32

• Pruebas eléctricas.....	32
• Pruebas funcionales.....	37
3.6 Manual de mantenimiento.....	39
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	40
4.1 Conclusiones.....	40
4.2 Recomendaciones.....	41
BIBLIOGRAFÍA.....	42
ANEXOS.....	44

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 2.1. Esquema de procesos de la metodología.</i>	4
<i>Figura 3.1. Planos estructurales ESFOT.</i>	5
<i>Figura 3.2. Revisión de instalaciones.</i>	6
<i>Figura 3.3. Aislamiento de los cables.</i>	6
<i>Figura 3.4. Ventana del aula 37.</i>	7
<i>Figura 3.5. Fisura por forcejeo de puerta.</i>	7
<i>Figura 3.6. Aulas 38 y 39.</i>	9
<i>Figura 3.7. Distribución de aulas.</i>	10
<i>Figura 3.8. Diagrama de control de luminarias.</i>	11
<i>Figura 3.9. Conexión de sensores.</i>	12
<i>Figura 3.10. Planos del cableado interno del tablero.</i>	13
<i>Figura 3.11. Borneras.</i>	14
<i>Figura 3.12. Pulsadores NA y NC.</i>	14
<i>Figura 3.13. Interruptor.</i>	15
<i>Figura 3.14. Modulo relé.</i>	15
<i>Figura 3.15. Interruptor circular.</i>	16
<i>Figura 3.16. Relé Industrial.</i>	16
<i>Figura 3.17. Breaker.</i>	17
<i>Figura 3.18. Sensor Magnético.</i>	17
<i>Figura 3.19. Fuente de voltaje.</i>	18
<i>Figura 3.20. Regulador de voltaje fuerza.</i>	18
<i>Figura 3.21. Gabinete.</i>	19
<i>Figura 3.22. Acometida.</i>	20
<i>Figura 3.23. Elección de colores del cable de acuerdo a normas NEC.</i>	21
<i>Figura 3.24. Canaletización AC y DC.</i>	22
<i>Figura 3.25. Paso del cable por la tubería.</i>	23
<i>Figura 3.26. Pruebas de continuidad y voltaje en cables.</i>	24
<i>Figura 3.27. Instalación de sensores en puertas y ventanas.</i>	24
<i>Figura 3.28. Empotrado del pulsador e interruptor.</i>	25
<i>Figura 3.29. Estructura del tablero.</i>	27
<i>Figura 3.30. Montaje de los dispositivos sobre la bandeja.</i>	27
<i>Figura 3.31. Cableado del circuito de luminarias.</i>	28
<i>Figura 3.32. Cableado del circuito de control y monitoreo.</i>	29
<i>Figura 3.33. Estañado de los terminales del cable 20AWG.</i>	29
<i>Figura 3.34. Montaje de los interruptores circulares y de la fuente de Voltaje.</i>	30
<i>Figura 3.35. Empotrado de tableros.</i>	30
<i>Figura 3.36. Alimentación de tableros.</i>	31
<i>Figura 3.37. Tablero 1 finalizado.</i>	31
<i>Figura 3.38. Tablero 2 Finalizado.</i>	32
<i>Figura 3.39. Pruebas de caídas de tensión.</i>	34
<i>Figura 3.40. Interruptores circulares para control manual de emergencia.</i>	35
<i>Figura 3.41. Control manual de luces en las aulas.</i>	36
<i>Figura 3.42. Pruebas de funcionamiento vía Ethernet.</i>	38

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 3.1. Número de ventanas y puertas en las aulas asignadas.....</i>	<i>8</i>
<i>Tabla 3.2. Nomenclatura del diagrama.</i>	<i>11</i>
<i>Tabla 3.3. Especificaciones del regulador de voltaje.....</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 3.4. Elementos usados en la instalación para el control de luces en las aulas.</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 3.5. Elementos para el tablero 1.....</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 3.6. Elementos para el tablero 2.....</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 3.9. Caída de tensión en las líneas de alimentación para los tableros.....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 3.10. Caída de tensión dentro de los tableros.</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 3.11. Prueba de funcionamiento de los interruptores circulares de emergencia</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 3.12. Prueba de los pulsadores ON-OFF e interruptores de luces frontales.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 3.13. Prueba de funcionamiento de los relés de potencia.</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 3.14. Prueba de funcionamiento de los sensores magnéticos en ventanas.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 3.15. Prueba de funcionamiento de los sensores magnéticos en las puertas.....</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 3.16. Prueba de funcionamiento del Arduino.....</i>	<i>39</i>

RESUMEN

El presente proyecto de titulación, IMPLEMENTACIÓN DE TABLEROS DE CONTROL PARA MONITOREO Y SEGURIDAD DE LAS AULAS DE LA ESFOT (TABLEROS 1 Y 2), permite el monitoreo en tiempo real del estado de ventanas, puertas y luces de las aulas 34, 35, 36, 37, 38 y 39 de la Escuela de Formación de Tecnólogos (ESFOT), cuyos estados son controlados y monitoreados por un tablero que posee un micro controlador (Arduino) que comanda un sistema electromecánico semiautomático. El proyecto consta de cuatro capítulos, que se resumen a continuación.

El capítulo uno contiene la introducción y planteamiento del problema, que parte de la necesidad de un sistema de control de accesos y monitoreo para las aulas de la ESFOT, 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 ejecución del mismo.

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 para la ejecución del mismo.

El capítulo tres indica el diseño e implementación de la alimentación eléctrica, la construcción de los tableros de control establecida en los diseños existentes, el cableado de conexiones AC y DC y finalmente las pruebas de funcionamiento y sus resultados.

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

ABSTRACT

This title Project IMPLEMENTATION OF CONTROL BOARDS FOR MONITORING AND SECURITY OF THE ESFOT CLASSROOMS (BOARDS 1 AND 2), allows real-time monitoring of the status of classroom windows, doors and lights 34, 35, 36, 37, 38 and 39 of the Technologists Training School (ESFOT), whose states are controlled and monitored by a board that has a micro controller that controls a semi-automatic electromechanical system. The project consists of four chapters, which are summarized below.

Chapter One contains the introduction and approach to the problem, which is based on the need for an access control and monitoring system for ESFOT classrooms, there is also the justification, which points to the reason why and why the project is implemented and the objectives relating to implementation of the project.

Chapter Two describes the methodology used for the development of the project and sets out the activities necessary to meet the objectives, using techniques and instruments for the execution of the same.

Chapter Three indicates the design and implementation of the power supply, the construction of the control boards established in the existing designs AC and DC connection wiring and finally the operating tests and their results.

The fourth chapter shows the conclusions and recommendations obtained from the implementation and operation of the project.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del problema

La Escuela de Formación de Tecnólogos (ESFOT), cuenta con una infraestructura de 19 aulas y 6 laboratorios de usos múltiples [1], las mismas que no presentan un registro de actividades realizadas por el personal docente y estudiantil en cuanto al uso de las instalaciones. La falta de información de disponibilidad de aulas, crea una descoordinación y cruce de horarios entre los docentes y a su vez el uso indebido de las aulas por personas externas causando daños y perjuicios a los bienes de la ESFOT.

En la actualidad el personal administrativo de la ESFOT, es el que permite el ingreso a las aulas tanto de docentes como de estudiantes, ya que las puertas poseen cerraduras metálicas reforzadas con ángulos de acero que solo se pueden abrir mediante llaves. Sin embargo, se ha evidenciado el ingreso a las aulas de la ESFOT de manera inadecuada. Teniendo como consecuencia, vidrios rotos, daños en mesas y sillas como también forcejeo en las puertas y ventanas.

Por tal motivo se plantea la necesidad de implementar un sistema de control de acceso [2], para de esta manera evitar daños a los bienes de la ESFOT mediante el monitoreo del estado tanto de puertas y ventanas y a su vez controlar el estado de las luminarias para la optimización de la energía. [3]

1.2 Justificación

Las ventajas de implementar un sistema de control de accesos y monitoreo de las aulas son varias: permite optimizar el tiempo del personal administrativo y de docencia en cuanto a sus actividades, reducir daños a la infraestructura y el bien inmueble de la ESFOT, abaratar costos de mantenimiento y de consumo de energía. La dirección de la ESFOT podrá contar con un sistema de monitoreo del estado en tiempo real de las aulas, ya que provee el envío del estado de luces, ventanas y puertas mediante sensores, además se podrá detectar si se produce una acción no permitida en los accesos de las aulas.

Mediante un estudio realizado sobre las pérdidas y consumo de energía [4], se tiene que gran parte de las mismas se debe por el uso inadecuado de las aulas, el envejecimiento de cables, interruptores, conexiones obsoletas y la falta de concientización en el uso energético en horas no curriculares por lo que se plantea la automatización de luces mediante un control RS comandado por relés electromecánicos y por pulsadores precautelando el desgaste de los elementos eléctricos y alargando la vida útil de la instalación. [5]

La alta intensidad luminosa presente en las aulas se debe a factores tanto externos como internos, provocando una ineficiencia en la visualización de imágenes de los proyectores. Siendo capaces de intervenir en los factores internos gracias al estudio realizado se plantea mejorar el cableado de las luminarias diseñando dos sistemas de control, uno para las luces en general y otro sistema comandado mediante un interruptor para las luces frontales para mejorar la utilización del proyector.

Con el fin de tener un sistema de acceso y monitoreo eficiente se opta por la sectorización de las aulas elaborando tableros de control independientes conectados a un sistema central de recepción y envíos de datos, ubicados lógicamente.

El presente proyecto tiene como finalidad la elaboración de los tableros de control 1 y 2 que permite monitorear, controlar y enviar el estado de las aulas 34, 35, 36, 37, 38 y 39 de la ESFOT (Anexo A), disponiendo de la información más relevante para el funcionamiento total del sistema.

1.3 Objetivos

- **Objetivo general**

Implementar tableros de control para monitoreo y seguridad de las aulas de la ESFOT (Tableros 1 y 2).

- **Objetivos específicos**

- Verificar el estado actual de las aulas y sistemas eléctricos.
- Analizar los requerimientos para el sistema de automatización.
- Elaborar planos esquemáticos y unifilares del sistema de control de acceso y monitoreo de las aulas.
- Instalar tableros de control del sistema de automatización.
- Realizar pruebas de funcionamiento.
- Elaborar manuales de utilización de componentes y del sistema de control.

2. METODOLOGÍA

2.1 Tipo de investigación

Por la naturaleza del proyecto se fundamenta en la investigación aplicada, en razón, que se emplea el uso de los conocimientos y habilidades adquiridos a lo largo de la carrera. Mediante la recolección de información se adquieren o se complementan los conocimientos técnicos basados en el sistema de seguridad y monitoreo, también se toma en cuenta la metodología experimental, ya que mediante la implementación del sistema se procede a realizar pruebas que permitan la retroalimentación de conocimientos conllevando a realizar mejoras o cambios para garantizar el correcto funcionamiento del tablero. En este sentido, se concibe como investigación aplicada tanto a la innovación técnica, artesanal e industrial. [6]

2.2 Descripción de la metodología usada

La implementación de dos tableros de control para el sistema de monitoreo y seguridad en las aulas de la ESFOT cuenta con un registro de ingreso a las mismas, además se tiene información del estado de puertas, ventanas y luminarias. A continuación se establecen las respectivas etapas de desarrollo del presente proyecto.

Se realizó una visita técnica a las aulas de la ESFOT para observar el estado de puertas y ventanas, además se revisó el cableado eléctrico de las luminarias teniendo en cuenta el tipo de protección, el cable utilizado y el sistema de alimentación.

Se conllevaron reuniones con las autoridades de la ESFOT quienes plantearon los requerimientos mínimos que cumplirá el sistema de monitoreo y control del estado de las aulas. En base a los requerimientos planteados se realizaron análisis técnicos para el cumplimiento de los mismos.

Teniendo en cuenta los requerimientos del sistema y con ayuda de los planos arquitectónicos de la ESFOT se elaboraron planos esquemáticos bajo normas de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) y la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) [7] [8]. Los planos muestran la ubicación de los tableros y las aulas que controlan, además se elaboraron los diagramas unifilares en los que constan las conexiones de los elementos a utilizarse en el proyecto. Para el diseño de los planos se utilizó el software AUTOCAD.

Tomando en cuenta los diagramas unifilares se realizaron las construcciones e instalaciones de los tableros de control en las aulas estratégicamente escogidas (Anexo A) donde se procedió

con la conexión del nuevo cableado eléctrico de las luminarias y de los sensores comandado por el micro controlador (Arduino) permitiendo el funcionamiento del sistema.

Se procedió a realizar pruebas de funcionamiento del sistema de control de luminarias y el cableado de los sensores en el cual se midió las tensiones de trabajo y el paso de corriente en los conductores al accionarse los dispositivos electromecánicos, además se verificaron las respuestas de los elementos de protección incorporados en el sistema de control.

Se realizó un manual mantenimiento de los tableros que detalla el funcionamiento, esquemas y componentes principales, de manera que los mismos puedan ser utilizados de forma correcta.

En la Figura 2.1 se encuentra el diagrama de los procesos realizados mediante la descripción de la metodología para la ejecución del proyecto.

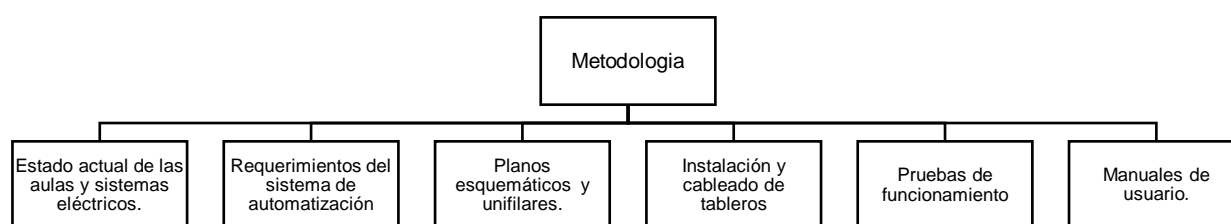


Figura 2.1. Esquema de procesos de la metodología.

Fuente: Propia.

3. EJECUCIÓN Y RESULTADOS

3.1 Estado actual de las aulas y sistemas eléctricos.

Se realizó un estudio de los planos arquitectónicos de la Escuela de Formación de Tecnólogos que se muestra en la Figura 3.1, para conocer la ubicación de las aulas y sus instalaciones disponibles para el desarrollo del presente proyecto. La Escuela de Formación de tecnólogos cuenta con un número de 19 aulas y 6 laboratorios. [1]

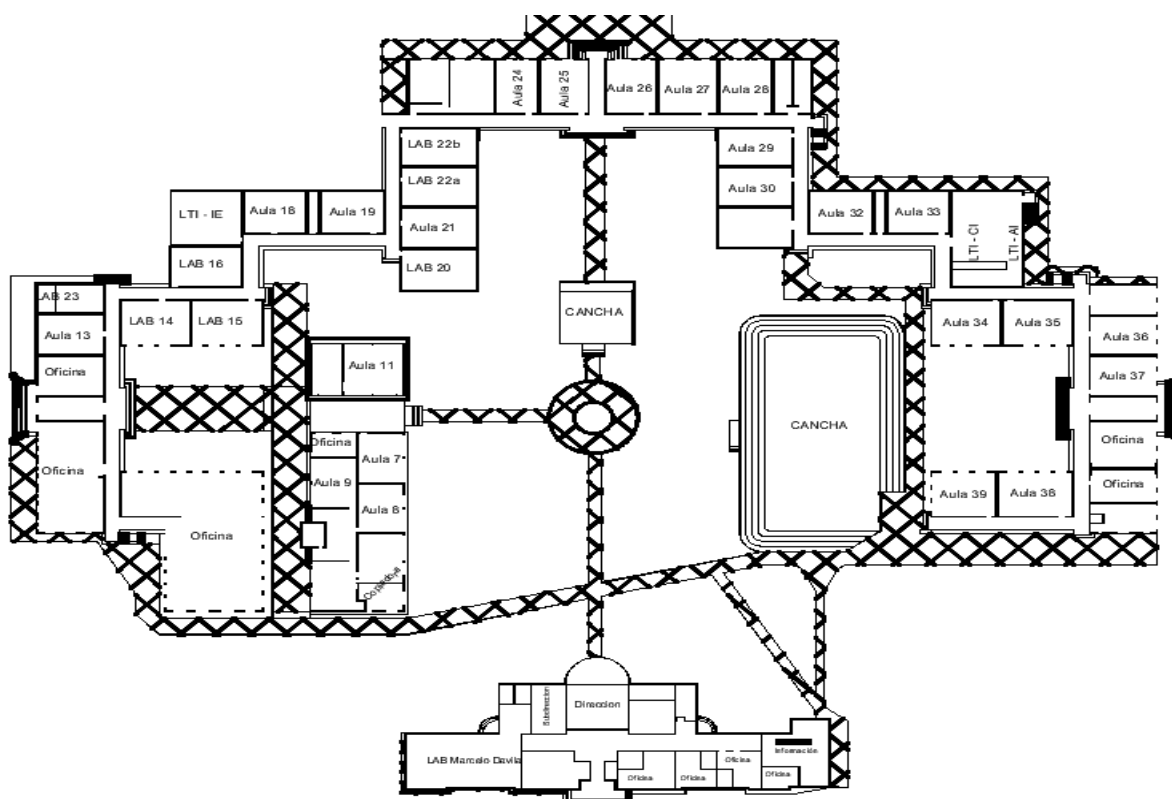


Figura 3.1. Planos estructurales ESFOT.

Fuente: Propia.

- **Cableado y acometidas.**

Fue necesario conocer el estado de las instalaciones eléctricas como requerimiento para el proyecto, es decir identificar el tipo de cable y condición del mismo.

Para esto se realizó una inspección visual para confirmar que todos los componentes eléctricos conectados cumplan con los requisitos de seguridad y no estén visiblemente dañados como se indica en la Figura 3.2.



Figura 3.2. Revisión de instalaciones.

Fuente: Propia.

Se comprobó en los cables los aislantes, el tipo de conductor y la conmutación de los equipos electromecánicos que estaban instalados para proceder con las pruebas eléctricas en las líneas de alimentación tanto de luminarias como de tomacorrientes tal cual se establecen a continuación:

- **Prueba de continuidad.**

Mediante el multímetro se procedió a realizar las pruebas con las cuales se confirmó la continuidad de todos los conductores de las instalaciones eléctricas de cada aula, permitiendo observar si los conductores estaban degradados.

- **Prueba de aislamiento en las instalaciones.**

Mediante inspección visual se verificó el estado del aislamiento de los conductores teniendo en cuenta la normativa AWG. Se evidenció que mediante la nomenclatura que posee el conductor tiene un aislamiento termoplástico, que soporta hasta una tensión de 600 (VAC) y trabaja hasta temperaturas de 90 (°C). Por la ubicación de la ESFOT y tomando en cuenta la máxima temperatura registrada en Quito la misma que llegó a los 27 (°C) y el ambiente cerrado en el que se encuentran las instalaciones eléctricas se observó que el aislamiento se encuentra en perfecto estado tal cual se observa en la Figura 3.3.

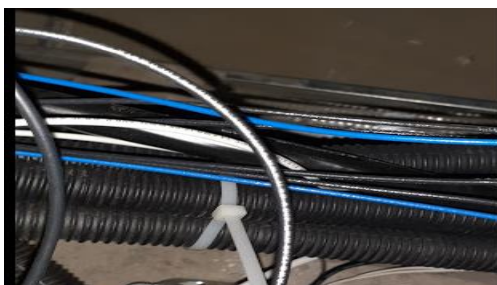


Figura 3.3. Aislamiento de los cables.

Fuente: Propia.

- **Puertas y ventanas de las aulas de la ESFOT.**

Como requisito para el proyecto se necesitó conocer exactamente el número de puertas y ventanas de las aulas 34, 35, 36, 37, 38 y 39 para lo cual se visitaron las inmediaciones. En la revisión se visualizó vidrios rotos o trizados en las ventanas como también ventanas sin los vidrios como se muestra en la Figura 3.4.



*Figura 3.4. Ventana del aula 37.
Fuente: Propia.*

También se verificó el estado de las puertas (Ver Figura 3.5) las cuales mostraron señales de forcejeo y daño, además las mismas tienen instaladas cerraduras metálicas que prestaban seguridades mínimas.



*Figura 3.5. Fisura por forcejeo de puerta.
Fuente: Propia.*

Una vez revisado el estado de las aulas se procedió al registro de la cantidad de puertas y ventanas de cada aula asignada para lo cual se presenta la información recolectada en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1.
Número de ventanas y puertas en las aulas asignadas.

Aulas	Nº Ventanas	Nº Puertas
Aula 34	3	1
Aula 35	5	1
Aula 36	3	1
Aula 37	3	1
Aula 38	4	1
Aula 39	5	1
Total	23	6

Fuente: Propia.

3.2 Requerimientos de componentes para el sistema de automatización.

Mediante varias reuniones realizadas con las autoridades de la ESFOT, se plantearon los requerimientos mínimos que se debe cumplir como también los problemas a solucionar en cuanto a la implementación del sistema. Los principales requerimientos se especifican a continuación:

- **Monitoreo de apertura de puertas y ventanas.**

Uno de los requerimientos planteados para el sistema es que se debe obtener información de las ventanas y puertas al ser abiertas, permitiendo conocer si se ha realizado un ingreso en el horario de clases establecido por las autoridades o un ingreso indebido de personas no autorizadas para el uso de las aulas.

- **Control de accionamiento de luminarias.**

Con el pasar de los años y el uso frecuente del sistema de iluminación se tiene un envejecimiento del mismo, lo que afecta sus propiedades eléctricas y por ende el consumo

energético tiende a incrementarse. Además las luminarias permanecen encendidas después de las clases como se puede observar en la Figura 3.6.



*Figura 3.6. Aulas 38 y 39.
Fuente. Propia.*

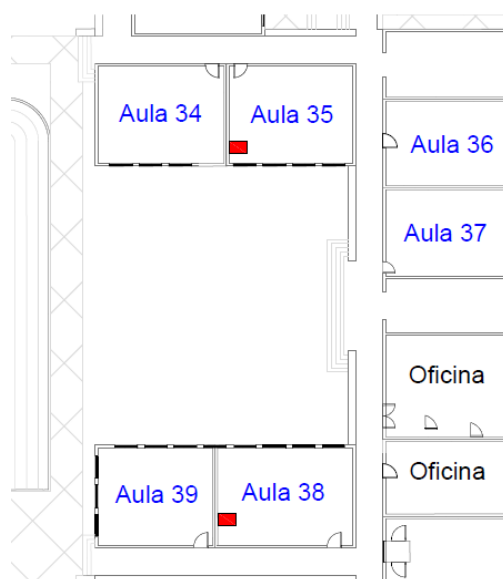
En base a los problemas planteados se estableció como requerimiento poder controlar el encendido y el apagado de las luminarias desde dos puntos remotos permitiendo controlar el uso de las mismas en las horas necesarias y monitorear su estado.

- **Sistema de protección.**

Al tener un proyecto de grandes prestaciones se debe contar con un correcto sistema de protección, ante posibles variaciones de voltaje, cortocircuitos y sobrecargas que puedan afectar a todos los elementos del mismo, para lo cual se deben implementar dos sistemas de protección, uno para la alimentación del circuito de potencia y otro para el sistema de control siendo este la parte más sensible. Se debe tomar en cuenta que el sistema eléctrico de las ESFOT no posee un sistema de protección a tierra.

3.3 Planos esquemáticos y unifilares del sistema.

El tablero de control es la parte más importante, por lo cual fue necesario disponer una ubicación específica dentro de las instalaciones de la ESFOT que cumpla con las necesidades del proyecto. Mediante el uso de los planos arquitectónicos realizados con el software AutoCAD que se pueden visualizar en el Anexo A y teniendo en cuenta que el proyecto abarca 6 aulas se decidió disponer de 2 tableros de control. Uno en el aula 38 que monitorea las aulas 38 y 39 y un segundo tablero en el aula 35 que monitorea las aulas 34, 35, 36 y 37. En la Figura 3.7 se pueden observar la distribución de las aulas y la ubicación de los tableros de control.



*Figura 3.7. Distribución de aulas.
Fuente: Propia.*

Mediante la NEC se consideró que los tableros 1 y 2 deben estar dentro de las aulas en la parte posterior a una altura de 2 (m) del piso para evitar posibles accidentes y disponer suficiente espacio para maniobrar los elementos ante mantenimientos programados.

A partir de estas especificaciones se pudieron obtener las distancias desde el tablero hacia las puertas y ventanas para los cálculos de longitud del cable a utilizarse.

- **Diagrama unifilar de conexión de luminarias.**

Para el diagrama unifilar de control de las luminarias se utilizó AutoCAD y CADe_SIMU para realizar los respectivos diseños.

En el plano de conexión que se puede ver en el Anexo B se detalla el diagrama de control de luminarias RS que está integrado en el tablero de control para la energización de las luminarias de cada aula, además posee una conexión auxiliar de interruptores en serie a los relés en caso de fallo, también se encuentran los elementos de maniobra y protección como las líneas de alimentación monofásicas. En la Figura 3.8 se puede apreciar el diagrama de conexión del sistema de luminarias.

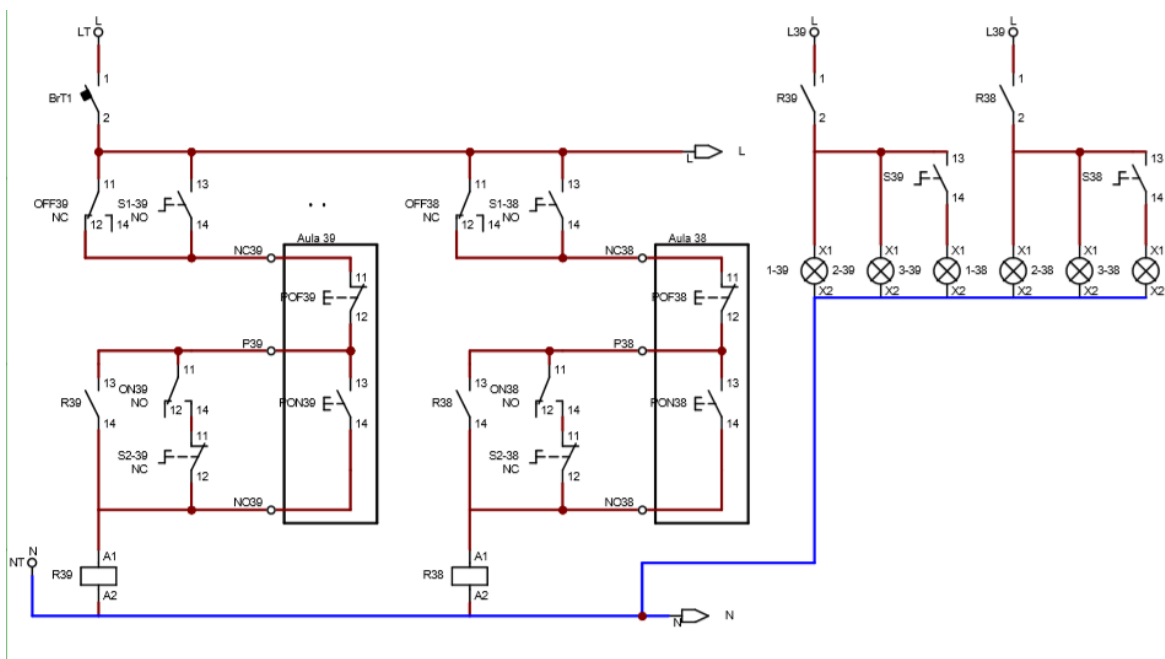


Figura 3.8. Diagrama de control de luminarias.
Fuente: Propia.

Las instalaciones ya sean residenciales o industriales requieren su respectivo diagrama de control, en el cual se debe tener especificado según normativas eléctricas las numeraciones de las conexiones de los diferentes elementos. [7]

En la Tabla 3.2 se puede identificar las nomenclaturas utilizadas en el diagrama de control de luminarias para una comprensión eficaz.

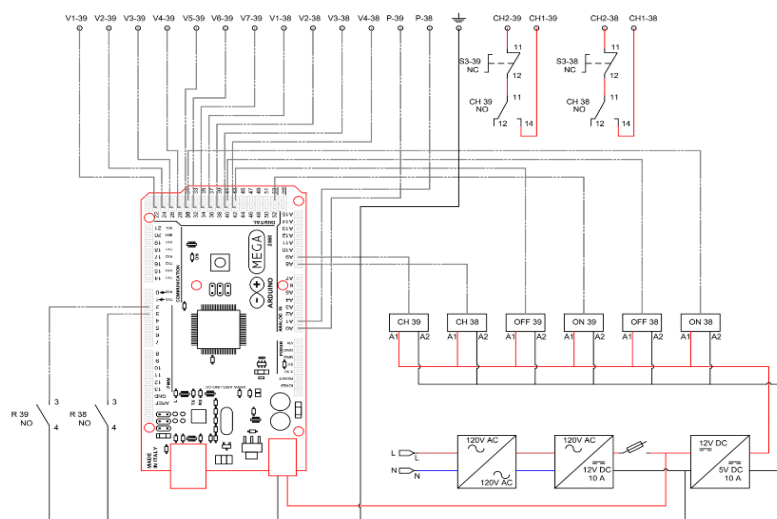
Tabla 3.2. Nomenclatura del diagrama.

Elementos	Nomenclatura
Luminarias	X1, X2, X3...
Pulsadores NA	3 y 4
Pulsadores NC	1 y 2
Bobinas	A1 y A2
Brt	Breaker

Fuente: Propia.

- **Diagrama de conexión de sensores.**

Para el diagrama del sistema de monitoreo se utilizó el software AutoCAD por tener en sus librerías las plantillas de arduino, una vez creada la plantilla se conectaron los pines de entradas digitales para la recepción de señales del micro controlador (Arduino) y la conexión de un solo punto de referencia teniendo en cuenta que los sensores magnéticos trabajan a 5 (VDC). En la Figura 3.9 se tiene el diagrama de conexión de sensores del tablero 1. Para su mejor visualización revisar el Anexo C.



*Figura 3.9. Conexión de sensores.
Fuente: Propia.*

Para el tablero 2 se utilizaron diseños similares del diagrama unifilar de conexión de luminarias y del diagrama de conexión de sensores del tablero 1, la diferencia entre los dos radica en el número de entradas digitales utilizadas: en el tablero uno se utilizaron 13 entradas digitales y en el tablero 2 se utilizó 22 entradas digitales.

- **Planos esquemáticos del tablero de control.**

Teniendo en cuenta los requerimientos y una vez realizados los diagramas de los sistemas de luminarias y sensores se elaboró el esquema del tablero de control tomando en cuenta la ubicación y distribución de los elementos del mismo.

En los planos del tablero se detalla la disposición de los elementos que forman parte de él, basándose en normas eléctricas y de construcción. [7] [8] En el Anexo D se pueden observar los planos realizados.

Se diseñó la alimentación del tablero en la parte inferior por normativas técnicas de IEC y NEC. [8] [7] Indicando la ubicación de las protecciones cercanas a la línea de alimentación para el fácil acceso y precautelando los dispositivos que se encuentran en el tablero.

- **Diagrama de conexión del tablero de control.**

Mediante el plano esquemático del tablero se realizó el diagrama de conexión tanto de fuerza como de control para el cableado (Ver Figura 3.10). Para los cables de corriente alterna se utilizaron etiquetas azules en las cuales se presenta la información de los puntos de conexión entre los elementos predispuestos dentro del tablero, mientras para el cableado de corriente continua se utilizaron etiquetas amarillas presentando su respectiva información de conexión. El plano se puede apreciar de forma correcta en el Anexo D Lámina D1.

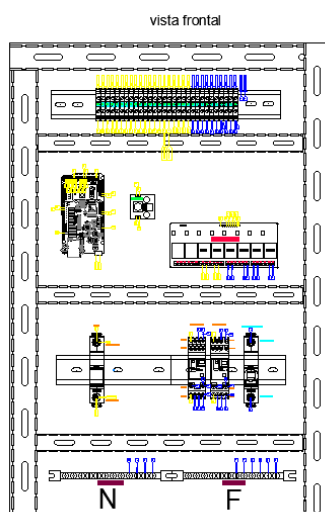


Figura 3.10. Planos del cableado interno del tablero.

Fuente: Propia.

- **Selección de equipos y componentes.**

- **Borneras riel DIN.**

Las borneras son contactos eléctricos (Ver Figura 3.11) que permiten derivar la energía para conectar de forma sencilla el cableado externo del tablero de control al cableado interno, esto para evitar accidentes eléctricos y empalmes innecesarios que puedan reducir la eficiencia del cableado. Las características de estas borneras son:

- a) Rango de corriente: 125 (A)
- b) Rango de voltaje: 800 (VAC)
- c) Rango de conductor: 2-18 AWG



*Figura 3.11. Borneras.
Fuente: Propia.*

- o **Pulsador.**

El sistema de control de luminarias necesita dos pulsadores uno normalmente abierto que permite el paso de corriente eléctrica para el accionamiento de las luminarias y otro normalmente cerrado que corta el paso de la corriente eléctrica. Los pulsadores a utilizar se pueden observar en la Figura 3.12.

Las características de estos pulsadores son:

- a) Marca: Siemens.
- b) Protección frontal y de terminales: IP 66.
- c) Voltaje asignado de empleo: 120 (VAC) 50/60 (Hz).
- d) Contactos: 1 contacto NA + 1 contacto NC.



*Figura 3.12. Pulsadores NA y NC
Fuente: Propia*

- **Interruptor.**

Es un dispositivo diseñado para interrumpir o permitir el paso de corriente eléctrica. En combinación, permite el control ON/ OFF para separar en dos secciones el circuito de control de luminarias. El interruptor utilizado se puede observar en la Figura 3.13.

Las características de los interruptores son:

- a) Tensión nominal (VN): 125 / 250 (VAC).
- b) Corriente nominal (IN): 10 (A).
- c) Certificado IEC 60669-1



*Figura 3.13. Interruptor.
Fuente: Propia.*

- **Relés con optoacopladores**

Los relés optoacopladores de 8 módulos (Ver Figura 3.14) se utilizan para el accionamiento y desconexión de las luminarias, mediante una orden enviada y controlada desde una interfaz de control inalámbrica. Las características de los relés optoacopladores son:

- a) Módulo de 8 canales
- b) Voltaje de bobina: 5 (VDC)
- c) Corriente de funcionamiento: 15 a 20 (mA)
- d) Terminales de conexión: NA y NC



*Figura 3.14. Modulo relé.
Fuente: Propia.*

- **Interruptor circular luminoso.**

Es un dispositivo de maniobra diseñado para controlar el paso del flujo de corriente eléctrica permitiendo observar el accionamiento mediante la iluminación del mismo, el uso del interruptor es para precautelar la desconexión de los relés opto acopladores del sistema en una eventual emergencia de conmutación interna. En la Figura 3.15 se puede observar el interruptor escogido. Las características del interruptor circular luminoso son:

- a) Tensión nominal (VN): 125 / 250 (VAC).
- b) Corriente nominal (IN): 10 (A).
- c) Certificado IEC 60669-1



*Figura 3.15. Interruptor circular.
Fuente: Propia.*

- **Relé de potencia.**

El relé industrial es usado por su bajo consumo de energía y accionamiento silencioso, posee una bobina que puede ser alimentada con 110 (VAC) y contactos auxiliares que son utilizados para la etapa de control de luminarias y accionamiento de las mismas, además dispone de una base extraíble permitiendo la fácil remoción para su mantenimiento. En la Figura 3.16 se puede apreciar el relé industrial utilizado y su base desmontable. Las características del relé industrial son:

- a) Protección frontal y de terminales: IP 20.
- b) Voltaje asignado de empleo: AC 120(V) 50/60 (Hz).
- c) Número de contactos CO para contactos auxiliares: 4.



*Figura 3.16. Relé Industrial.
Fuente: Propia.*

- **Interruptor termomagnético.**

Un interruptor termomagnético (Ver Figura 3.17) es un dispositivo que como su nombre indica combina dos efectos, el magnetismo y termicó, para interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando se detectan valores mayores a 15 (A).

Las características del interruptor termomagnético son:

- a) Modelo: Schneider electric
- b) Numero de polos: 1
- c) Corriente nominal: 16 (A)
- d) Voltaje nominal: 120 (VAC)



Figura 3.17. Breaker.

Fuente: Propia.

- **Sensor magnético.**

Los sensores magnéticos (Ver Figura 3.18) efectúan una conmutación mediante la presencia de un campo magnético externo, próximo y dentro del área sensible. Está constituido por un imán permanente y un bobinado que mediante el paso de corriente por el campo magnético permite tener un circuito cerrado. Las características del sensor magnético son:

- a) Voltaje de trabajo: 5 (VDC)
- b) Corriente de trabajo: 300 (mA)
- c) Detección de contacto abierto
- d) Modo de conexión: NC
- e) Distancia de activación arriba de los 2.5 (cm)



Figura 3.18. Sensor Magnético.

Fuente: Propia.

- **Fuente de voltaje 110 (VAC) a 12 (VDC).**

La fuente de 12 (VDC) con una potencia de 120 (W) y una intensidad de 10 (A), se utiliza para la rectificación de voltaje de 110 (VAC) a 12 (VDC) para la alimentación del arduino y los elementos que necesiten corriente continua, la fuente soporta hasta 10 (A) teniendo un gran alcance y buenas prestaciones para el sistema, además posee una carcasa de plástico para aislamiento. En la Figura 3.19 se puede observar la fuente de poder utilizada.

Las características de la fuente son:

- a) Transformador alimentador de 120-110 (VAC) a 12 (VDC)
- b) Intensidad de 10 (A).
- c) Carcaza metálica aislada.



Figura 3.19. Fuente de voltaje.
Fuente: Propia.

- **Regulador de voltaje.**

Debido a que el monitoreo de las aulas se lo realiza a través de señales de voltaje no pueden existir picos o caídas lo que provocaría error al reconocer la información presentando problemas. En la Figura 3.20 se observa el regulador utilizado y en la Tabla 3.3 sus principales características.



Figura 3.20. Regulador de voltaje fuerza.
Fuente: Propia.

Tabla 3.3.
Especificaciones del regulador de voltaje.

Especificaciones necesarias	Especificaciones prestadas
Capacidad: 2000 (W)	Capacidad: 1500 (W)
Protección contra sobrecarga	Si presenta protección
Temperatura de trabajo mayor a 30 (°C)	Trabajo desde 0 (°C) a 40 (°C)

Fuente: Propia.

○ **Gabinete.**

Para la selección del gabinete se tomó en cuenta el tamaño de los elementos utilizados, además se consideraron las condiciones ambientales a las cuales está expuesto el tablero. En las aulas 35 y 38 se observó que tiene condiciones normales y una baja exposición a la humedad teniendo en cuenta estas condiciones se eligió un tablero de dimensiones 600x400x200 (mm) que representa el largo, ancho y la profundidad respectivamente. En la Figura 3.21 se muestra el gabinete escogido.



Figura 3.21. Gabinete.
Fuente: Propia.

Una vez elegido el tamaño del tablero se tomó en cuenta la protección internacional (IP- ##) que es el grado de protección que el tablero posee teniendo dos dígitos, el primero corresponde a la protección contra sólidos y el segundo a la protección contra líquidos.

El presente tablero posee un IP de 65 que tiene una protección total contra el polvo, además está protegido contra chorros a baja presión de agua desde todas las direcciones.

3.4 Instalaciones eléctricas de los tableros.

- **Selección del cable para la acometida.**

Con la potencia total de las luminarias y el voltaje teórico de 110 (VAC) se calculó la corriente principal de consumo, la misma que permitió elegir el cable y su calibre.

El circuito para el tablero 1 está formado por 36 luminarias de 32 (W) dando una potencia total de 1152 [W]. Por lo tanto la corriente de las cargas alcanzan 10.47 (A).

El circuito para el tablero 2 está formado por 18 luminarias de 32 (W) dando una potencia total de 576 [W]. Lo que equivale a un consumo de corriente de 5.23 (A).

Con la corriente calculada y mediante la ayuda de la tabla AWG de sección de conductores (Ver Anexo E), se determinó la utilización del cable número 14 AWG con una protección de 15 (A), las lámparas utilizadas son las mismas que se encuentran ya colocadas en cada aula. Para los sensores se utilizó un cable número 20 AWG, el mismo que soporta una corriente de 2 (A), cabe destacar que los sensores no conllevan una carga, pero este cable fue usado para las conexiones de corriente continua del tablero.

- **Implementación de la acometida para luminarias.**

Para la implementación de la acometida se aplicó las normas IEC y NEC basadas en técnicas y métodos que permiten realizar el circuito de alimentación para el tablero y el circuito de iluminación. El diseño de la acometida contempla dos vías una para AC y la otra para DC evitando así la interferencia electromagnética entre los dos circuitos. (Ver Figura 3.22).



*Figura 3.22. Acometida.
Fuente: Propia.*

La norma NEC establece los colores de los cables en un circuito. (Ver Figura 3.23).

ELECCION DE COLORES DEL ALAMBRE DE ACUERDO A LAS NORMAS ELECTRICAS NEC	
Circuito de dos alambres	Blanco, Negro
Circuito de tres alambres	Blanco, negro, rojo
Circuito de cuatro alambres	Blanco, negro, rojo, azul
Circuito de cinco alambres	Blanco, negro, rojo, azul, amarillo




Figura 3.23. Elección de colores del cable de acuerdo a normas NEC.
Fuente: [8].

La norma internacional IEC 60364 “Instalaciones eléctricas en edificios” especifica exhaustivamente el protocolo de inspección que se debe cumplir para garantizar la seguridad y las características de funcionamiento previstas para todos los tipos de instalaciones eléctricas.

La inspección debe tener prioridad y debe realizarse previo a energizar la instalación. La inspección se realiza para confirmar que el equipo eléctrico que es parte de la instalación cumpla con los requisitos de seguridad de las normas correspondientes.

La inspección debe incluir lo siguiente:

- Elección y colocación de dispositivos de protección y monitoreo.
- Protección contra choque eléctrico.
- Elección de conductores para la capacidad de conducción de corriente y caída de tensión eléctrica.
- Presencia y ubicación correcta de dispositivos de aislamiento e interrupción.
- Elección de equipo y medios de protección apropiados para influencia externa.
- Identificación correcta de conductor neutro y de protección.
- Dispositivo monofásico de interrupción conectado en los conductores de línea.
- Presencia de diagramas, advertencias de precaución u otra información similar.
- Identificación de circuitos, dispositivo de protección contra sobre corriente, terminales, etc.
- Adecuada conexión de conductores.
- Adecuada protección de conductores, incluyendo los conductores de unión equipotencial principal y suplementaria.

- Accesibilidad de equipo para operación conveniente, identificación y mantenimiento.

La inspección debe incluir todos los requisitos particulares para instalaciones y lugares especiales.

Para la verificación deben realizarse pruebas, las cuales se recomienda se realicen en la siguiente secuencia:

- Continuidad de conductores.
 - Resistencia de aislamiento de la instalación eléctrica.
 - Desconexión automática de alimentación.
 - Prueba de polaridad.
 - Prueba de las otras fases.
 - Pruebas funcionales y de operación.
 - Caída de tensión.
- **Instalación de la canaletización.**

El cableado del sistema de iluminación de las aulas empezó por la instalación de la canaletización del mismo, la cual tiene dos partes, la primera parte para los conductores de AC y la segunda parte para DC.

La canalización que se usó para el sistema de iluminación y sensores es de manguera PVC corrugada (Figura 3.24), la cual se eligió por ser flexible y de fácil manejo al momento de realizar una curva, además es resistente a la humedad y a la corrosión, sus características constructivas la hacen resistente a los impactos y presiones que puedan encontrarse en condiciones normales de uso.



*Figura 3.24. Canaletización AC y DC.
Fuente: Propia.*

La manguera PVC corrugada que contiene a los conductores está ubicada sobre el techo de las aulas, conectada a cajas poligonales, las mismas que pertenecen a la instalación antigua, las cuales fueron reutilizadas y que albergan los empalmes de los cables del circuito de iluminación, la fijación de la manguera en la estructura se realizó con amarras plásticas.

- **Instalación del cableado.**

Luego de instalar la canalización y de haber calculado el número del conductor a usarse, se procedió con la instalación del cable por la manguera corrugada. Una de las técnicas más comunes para poder realizar dicho paso es introducir un alambre galvanizado, el mismo que permitirá enviar el cable desde una posición determinada y halarlo hasta la ubicación correspondiente.

Respectivamente se pasa el cable flexible número 14 AWG y el 20AWG para los sistemas de AC y DC, respetando el código de colores que menciona la norma NEC-10, (Ver Figura 3.25).



*Figura 3.25. Paso del cable por la tubería.
Fuente: Propia.*

Adicional a este paso se realizaron pruebas para verificar si las alimentaciones de los tableros son correctas, mediante un multímetro se procedió a realizar la medición de voltaje dando como resultado 120(VAC) aproximadamente (ver Figura 3.26), también se realizó una medición de continuidad entre los cables para descartar cualquier corte o cortocircuito entre ellos.



Figura 3.26. Pruebas de continuidad y voltaje en cables.

Fuente: Propia.

Una vez realizadas las pruebas se colocaron los sensores en puertas y ventanas, (Ver Figura 3.27),



Figura 3.27. Instalación de sensores en puertas y ventanas.

Fuente: propia.

Además se realizó la conexión del Interruptor para el encendido de las luces frontales y de los pulsadores para el encendido general de las luces, para ello se quitó el anterior interruptor y se procedió a colocar el pulsador sobre la pared. (Ver Figura 3.28).



*Figura 3.28. Empotrado del pulsador e interruptor.
Fuente: Propia.*

En la Tabla 3.4 se puede observar la cantidad total de los elementos usados en la instalación dentro de las aulas.

Tabla 3.4.
Elementos usados en la instalación para el control de luces en las aulas.

Descripción	Cantidad
Pulsador contacto NA/NC en caja empotrable	6
Interruptor	6
Sensores magnéticos	29

Fuente: propia

- **Implementación de los tableros.**

- **Especificaciones técnicas para el armado de un tablero.**

- a) Grados de protección IP: El grado de protección ante la humedad y polvo es IP – 65.
- b) Protección contra sobrecargas y cortocircuitos: Se cuenta con un interruptor termo magnético que permitirá a la desconexión de red monofásica.
- c) Instalación de dispositivos y elementos de maniobra: Mediante diagramas esquemáticos se distribuyeron los dispositivos de maniobra para su correcto funcionamiento.
- d) Señalización y etiquetado: mediante el etiquetado se tiene una guía para la realización de mantenimiento como también la numeración de los componentes y elementos incorporados.
- e) Circuitos y conexiones eléctricas: Mediante diagramas esquemáticos se distribuyeron las respectivas conexiones eléctricas.

- **Estructura de los tableros.**

Las Tablas 3.5 y 3.6 indican la cantidad de los elementos que tienen los tableros 1 y 2 respectivamente.

Tabla 3.5.
Elementos para el tablero 1.

Elemento	Cantidad	Elemento	Cantidad
Interruptor termo magnético	1	Módulo de relés	1
Relés de potencia	2	Arduino	1
Fusible	1	Interruptor 3 pin luminoso entre (NC y NA)	6
Fuente de alimentación 110/120 (VAC) a 12 (VDC)	1	Barra de neutro y barra de fase	2
Borneras	30	Regulador de 12 a 5 (VDC)	1

Fuente: Propia

Tabla 3.6.
Elementos para el tablero 2.

Elemento	Cantidad	Elemento	Cantidad
Interruptor termo magnético	1	Módulo de relés	2
Relés de potencia	4	Arduino	1
Fusible	1	Interruptor 3 pin luminoso entre (NC y NA)	12
Fuente de alimentación 110/120 (VAC) a 12 (VDC)	1	Barra de neutro y barra de fase	2
Borneras	56	Regulador de 12 a 5 (VDC)	2

Fuente: Propia.

- **Instalación de los dispositivos de control.**

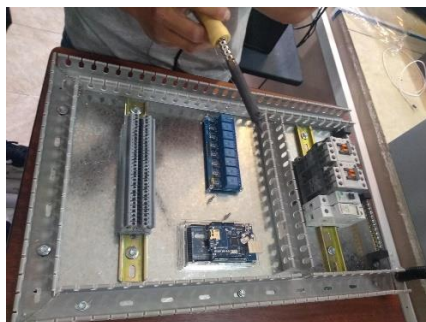
- **Procedimiento.**

Para la instalación y montaje de los dispositivos o elementos dentro del tablero se desmontó la bandeja interna, es recomendable señalar la parte superior o inferior de la bandeja para su posterior montaje, con un flexómetro y con la ayuda de una sierra se procedió a medir y a cortar la canaleta y el riel din dependiendo de las dimensiones de la bandeja y respetando el diseño realizado en el software AutoCAD. Finalmente, con la ayuda de un taladro y tornillos auto perforantes se sujetaron todas las piezas de canaletas y riel din en su lugar. (Ver Figura 3.29).



*Figura 3.29. Estructura del tablero.
Fuente: Propia.*

Los relés de potencia, fusibles, interruptores termo magnéticos y borneras se colocaron sobre el riel din. El Arduino, el regulador y los módulos de relés se colocaron sobre la bandeja por lo que fue necesario realizar perforaciones en la misma para después sujetarla mediante tornillos (Ver figura 3.30).



*Figura 3.30. Montaje de los dispositivos sobre la bandeja.
Fuente: Propia.*

- **Cableado del tablero.**

Para este proceso lo más recomendable es medir el cable de borne a borne de cada elemento, cortarlo procurando pasarlo por la canaleta y dejando suficiente cable para su posterior arreglo, ya que de esto dependerá la presentación y estética del tablero. (Ver Figura 3.31).



*Figura 3.31. Cableado del circuito de luminarias.
Fuente: Propia.*

a) Procedimiento para el cableado AC dentro del tablero.

Antes de realizar el cableado de corriente alterna (AC) se procedió a la revisión de los diagramas unifilares, como primer paso se realizó la conexión de las líneas de fase y neutro de la red monofásica, la línea de fase se conectó hacia el interruptor termo magnético el cual permite la conexión y desconexión de la red, protegiendo al sistema de cortocircuitos y sobrecargas, posteriormente se realizó la conexión desde el interruptor hacia las barras de alimentación que contienen las líneas de fase y neutro respectivamente que permitirán derivar la energía hacia varios circuitos.

Posteriormente se realizó la derivación de tres circuitos los cuales son el circuito de control, la alimentación de luminarias y el circuito del sistema de monitoreo. Estos inician desde las barras

de alimentación. En el circuito de control se realizó la conexión desde las borneras hacia las bobinas y los contactos auxiliares de los relés y la energización de los mismos.

Para el circuito de luminarias se procedió al cierre del circuito mediante la conexión desde la barra de alimentación hacia un contacto auxiliar del relé y su salida hacia las borneras. En el circuito del sistema de monitoreo se realizó la conexión desde las barras de alimentación hacia el regulador de voltaje para su posterior conexión con la fuente de voltaje que alimenta al arduino, a los reguladores de voltaje y a los componentes de voltaje DC. (Ver Anexos B, C, D y Figura 3.32).

b) Procedimiento para el cableado DC dentro del tablero.

Los cables de las entradas digitales del micro controlador (Arduino), de los pines de entrada de voltaje del regulador y de los contactos de los módulos de relé llegan a la parte inferior de las borneras para interconectarse a los sensores, señales de voltaje o circuitos de control de iluminación. (Ver Anexos B, C, D).



Figura 3.32. Cableado del circuito de control y monitoreo.

Fuente: Propia.

Para una mejor interconexión se estañaron los terminales de los cables que ingresan a los puertos tanto del Arduino, como del regulador y de los módulos de relés. (Ver Figura 3.33).



Figura 3.33. Estañado de los terminales del cable 20AWG.

Fuente: Propia.

Terminada la conexión de los elementos, se colocó los interruptores circulares en la parte lateral derecha del tablero, para su instalación fue necesario realizar perforaciones del diámetro del interruptor para que estos puedan ingresar sin mayor esfuerzo, adicionalmente se realizaron perforaciones para los tornillos que sostiene a la fuente de alimentación 110/120(VAC) a 12(VDC) la cual está ubicada en la parte lateral izquierda del tablero. (Ver Figura 3.34).



Figura 3.34. Montaje de los interruptores circulares y de la fuente de Voltaje.
Fuente: Propia.

- **Empotrado de los tableros.**

El tablero 1 está ubicado en el aula 38 y el tablero 2 en el aula 35. Como se mencionó anteriormente los tableros estarán a 2 (m) del suelo y en la parte posterior de las aulas, para ello se procedió a señalar los puntos de anclaje en la pared y mediante un taladro con broca de hormigón se realizaron las perforaciones. Para un mejor anclaje se colocaron tacos y pernos que ayudan a colocar la placa desmontable y evitar así que el polvo se adhiera a los elementos y pueda causar algún cortocircuito al momento del encendido de los tableros (ver Figura 3.35).



Figura 3.35. Empotrado de tableros.
Fuente Propia.

- **Alimentación de los tableros 1 y 2**

Antes de alimentar los tableros con 120(VAC), se conectó el regulador AC y la fuente de poder (Ver Anexo D), finalmente para la energización de los tableros se conectó la línea de neutro a la barra de neutros de los tableros y la línea de fase al inicio de los interruptores termo magnéticos, (ver Figura 3.36).



*Figura 3.36. Alimentación de tableros.
Fuente: Propia.*

Finalmente en las Figuras 3.37 y 3.38 se pueden observar los tableros finalizados que se encuentran instalados en las aulas 35 y 38 respectivamente de las instalaciones de la ESFOT.



*Figura 3.37. Tablero 1 finalizado.
Fuente: Propia.*



*Figura 3.38. Tablero 2 Finalizado.
Fuente: Propia.*

3.5 Pruebas de funcionamiento.

Una vez concluida la construcción de los tableros de control para monitoreo y seguridad de las aulas (tableros 1 y 2), se procedieron a realizar diferentes pruebas, con el propósito de determinar el correcto funcionamiento y cumplimiento de los objetivos planteados.

Entre el tipo de pruebas que se realizaron al módulo para evaluar su funcionalidad, están las siguientes:

- a) Pruebas eléctricas.
- b) Pruebas funcionales.

- **Pruebas eléctricas.**

- **Medición de Continuidad entre conductores.**

Una de las pruebas eléctricas que se recomienda antes de alimentar los tableros con 120(VAC) es la prueba de continuidad entre cables. Mediante la prueba de continuidad se comprobó las conexiones de los circuitos de potencia y circuitos de control de la acometida eléctrica.

En la Tabla 3.7 se muestra el estado de los conductores, donde se indica que no existe ningún corte en el cable y que se encuentran físicamente listos para transportar energía o enviar señales.

Tabla 3.7.
Prueba de continuidad de los conductores.

Conductores	Continuidad		
	Buen estado del cable	Degradado	Cortocircuito
F (Tablero 1 y 2)	✓		
N (Tablero 1 y 2)	✓		
Sensores	✓		
Retorno de luces	✓		

Elaboración: Propia.

- **Ensayo de los elementos de protección.**

Para la verificación de los interruptores magneto térmicos, se simuló una sobrecarga al conectar varias cargas con el propósito de sobrepasar los 10(A) de la corriente nominal del circuito. Luego se realizó la prueba de cortocircuito la cual fue simulada al conectar la fase con el neutro, lo que provocó la activación de los elementos de protección del tablero 1 y del tablero 2.

En la Tabla 3.8 se puede observar que los interruptores magnéticos funcionan, es decir, que actúan de acuerdo a los valores estimados y protegen cuando se genera una sobrecarga o cortocircuito. También salvaguardan a los elementos y equipos del tablero.

Tabla 3.8.
Prueba de funcionamiento de los elementos de protección.

Elementos	Protege	No protege
Interruptor Magnético (circuitos de fuerza tablero 1)	✓	
Interruptor Magnético (circuitos de fuerza tablero 2)	✓	

Elaboración: Propia.

- **Prueba de funcionamiento del circuito de alimentación.**

Para verificar que las tensiones entregadas por el tablero principal de servicio sean confiables se procedió a medir los voltajes entre F-N (fase y neutro), tal cual lo muestra la Tabla 3.9.

Tabla 3.7.
Caída de tensión en las líneas de alimentación para los tableros

	Tensiones entre F-N (VAC)	
	F-N	
Fase-Neutro Tablero 1	121	
Fase-Neutro Tablero2	121	

Elaboración: Propia.

En la Tabla 3.10 y en la figura 3.39 se observa la caída de tensión que existe en algunos puntos dentro de los tableros y de algunos elementos los cuales necesitan 120 (VAC), para su correcto funcionamiento.

Tabla 3.8.
Caída de tensión dentro de los tableros.

PUNTOS DE MEDICIÓN	VOLTAJE MEDIDO (VAC)
Fase y Neutro (Tablero 1 y 2)	121
Interruptor termo magnético y neutro (Tablero 1 y 2)	121
Barras Fase y Neutro (Tablero 1 y 2)	121
Bobinas de los relés 38, 39 (Tablero 1)	121
Bobina de los relés 34,35,36,37 (Tablero 2)	121
Salida Regulador AC (Tablero 1 y 2)	121

Elaboración: Propia.



Figura 3.39. Pruebas de caídas de tensión
Fuente: propia

- **Prueba en los interruptores circulares y control manual en caso de falla de los tableros.**

Para la prueba se energizaron los tableros 1 y 2, y desde los mismos se accionaron los interruptores circulares (ver Figura 3.40), que permitieron abrir las puertas, encender o apagar las luminarias en caso de que los tableros entren en un estado de emergencia y no cumplan con la función para la cual fueron diseñados.(Ver Anexo B)



Figura 3.40. Interruptores circulares para control manual de emergencia.
Fuente: Propia.

En la Tabla 3.11 se observa que los interruptores circulares de emergencia funcionan correctamente porque permiten abrir la cerradura eléctrica y a su vez encender y apagar las luminarias.

Tabla 3.9.

Prueba de funcionamiento de los interruptores circulares de emergencia

Elemento	Funciona	No Funciona
Interruptores circulares NC 34-35-36-37	✓	
Interruptores circulares NC 38-39	✓	
Interruptores circulares NA 34-35-36-37	✓	
Interruptores circulares NA 38-39	✓	

Elaboración: Propia.

- **Prueba de los pulsadores ON-OFF y de los interruptores para las luminarias frontales, (control manual dentro de las aulas).**

Para esta prueba se energizaron los tableros 1 y 2, y desde las aulas se procedió a presionar los pulsadores ON-OFF que permiten encender o apagar las luminarias generales, también se comprobó la segunda parte del circuito que consiste en el apagado de las luminarias frontales. (Ver Figura 3.41).



*Figura 3.41. Control manual de luces en las aulas.
Fuente: Propia.*

En la Tabla 3.12 se observa que el pulsador y los interruptores funcionan correctamente, porque permiten y se oponen al paso del flujo de corriente hacia las luminarias.

Tabla 3.10.
Prueba de los pulsadores ON-OFF e interruptores de luces frontales.

Elemento	Funciona	No Funciona
Pulsador ON-OFF 34-35-36-37	✓	
Pulsador ON-OFF 38-39	✓	
Interruptor 34-35-36-37	✓	
Interruptor 38-39	✓	

Elaboración: Propia.

- **Conmutación de los contactos principales y auxiliares.**

Se realizó la energización de las bobinas en los terminales (A1-A2) de los relés de potencia a una tensión de 120(VAC) y se procedió a verificar la conmutación de los contactos principales y auxiliares.

En la Tabla 3.13 se observa que las bobinas funcionan correctamente porque conmutan inmediatamente (Contactos principales y auxiliares).

Tabla 3.11.
Prueba de funcionamiento de los relés de potencia.

Elementos	Si conmutan los contactos	No conmutan los contactos
Relé (C1) Tablero 1	✓	
Relé (C2) Tablero 1	✓	
Relé (C1) Tablero 2	✓	
Relé (C2) Tablero 2	✓	
Relé (C3) Tablero 2	✓	
Relé (C4) Tablero 2	✓	

Elaboración: Propia.

- **Pruebas funcionales.**

- **Sensores magnéticos.**

Para verificar el funcionamiento de los sensores magnético se procedió a cambiar el estado de 1L a 0L logrando así monitorear la apertura y cierre de puertas y ventanas, El estado de puertas y ventanas se pudo verificar con la información obtenida del micro controlador (Arduino).

En la Tabla 3.14 se muestra el correcto funcionamiento de los sensores de las ventanas cuando éstas son manipuladas es decir han sido abiertas o cerradas.

Tabla 3.12.
Prueba de funcionamiento de los sensores magnéticos en ventanas.

Elemento	Estado abierto	Estado cerrado
Sensores ventanas 34 (señal)	✓	✓
Sensores ventanas 35 (señal)	✓	✓
Sensores ventanas 36 (señal)	✓	✓
Sensores ventanas 37 (señal)	✓	✓
Sensores ventanas 38 (señal)	✓	✓
Sensores ventanas 39 (señal)	✓	✓

Elaboración: Propia.

En la Tabla 3.15 se observa los resultados de la señal de los sensores magnéticos, cuando la puerta está abierta o cerrada.

Tabla 3.13.

Prueba de funcionamiento de los sensores magnéticos en las puertas.

Elemento	Estado abierto	Estado cerrado
Sensor puerta 34 (señal)	✓	✓
Sensor puerta 35 (señal)	✓	✓
Sensor puerta 36 (señal)	✓	✓
Sensor puerta 37 (señal)	✓	✓
Sensor puerta 38 (señal)	✓	✓
Sensor puerta 39 (señal)	✓	✓

Elaboración: Propia.

- **Arduino.**

Se verificó que los módulos relé, los reguladores y los Arduinos de los dos tableros se encuentren en funcionamiento, igualmente se realizó el monitoreo y control de accesos con el programa instalado en la Subdirección de la ESFOT.

En la Tabla 3.16 se indica la correcta comunicación vía Ethernet con los Arduinos de los tableros. También se evidenció que los sensores magnéticos funcionan, así como la lectura de estado en el Arduino y el programa de control de accesos como se puede observar en la Figura 3.42.

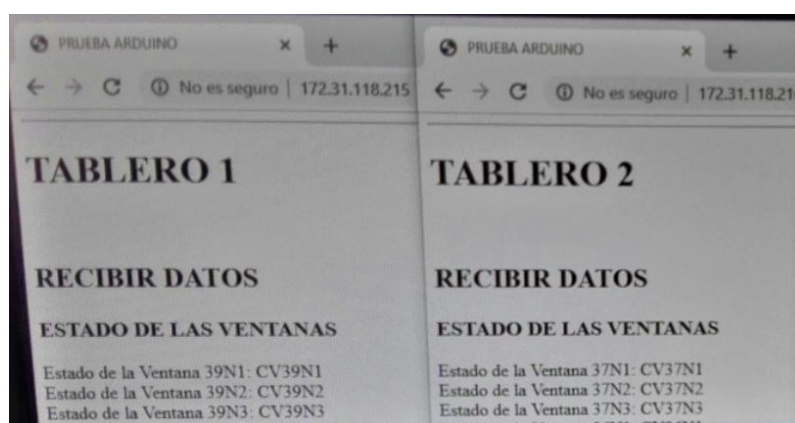


Figura 3.42. Pruebas de funcionamiento vía Ethernet
Fuente: Propia

Tabla 3.14.
Prueba de funcionamiento del Arduino

Elemento	Comunicación Adecuada	Comunicación No Adecuada
Arduino tablero 1	✓	
Arduino tablero 2	✓	

Elaboración: Propia.

3.6 Manual de mantenimiento.

El sistema de automatización implementado provee varias características como: acceso seguro mediante datos biométricos, monitoreo y control de ventanas, puertas e iluminarias. Dicho sistema se puede utilizar a través de una aplicativo móvil y página web, cabe recalcar que el presente proyecto forma parte del macro proyecto del sistema de automatización de las aulas.

El sistema funciona a través de tableros eléctricos y electrónicos 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. El manual de usuario y mantenimiento se puede observar en el Anexo F

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Una vez realizado el análisis de consumo de energía eléctrica en el caso más crítico (13 horas al día), se observó que las luminarias consumían 4000 (Wh) ya que estas permanecían encendidas en horas en las cuales no se desarrollaban actividades académicas. Con la ejecución del presente proyecto de titulación se observa un ahorro energético del 50% ya que se dispone de un sistema de control remoto ubicado en la subdirección de la ESFOT, permitiendo observar el estado de las luminarias.
- El sistema de luminarias implementado en las aulas se divide en dos partes, la primera parte esta compuesta de un interruptor que permite controlar el encendido y apagado de todas las luces del aula y la segunda parte permite conectar y desconectar las luces cercanas a los pizarrones proporcionando un mayor confort para el uso de proyectores, solucionando uno de los problemas mencionados en el proyecto.
- Para solucionar el problema del ingreso de personas no autorizadas a las aulas, se instalaron sensores magnéticos en las ventanas y puertas, los cuales envían una señal del estado de las mismas en tiempo real, dicho estado puede ser observado en el sistema por un operador en la subdirección y tomar acciones, evitando así daños a la propiedad de la ESFOT.
- Actualmente los tableros de control del proyecto se encuentran localizados en puntos estratégicos tal cual lo sugiere la Norma Ecuatoriana de la Construcción. Su ubicación evita manipulaciones y posibles daños protegiendo de esta manera a los usuarios de las aulas.
- Se realizaron pruebas eléctricas de cortocircuito, continuidad, elementos de protección y conexión a tierra en el sistema de control de los tableros 1 y 2, verificando que el circuito de alimentación diseñado e implementado opera de forma adecuada, permitiendo un correcto funcionamiento de los tableros. En caso de alguna falla los tableros cuentan con un sistema de emergencia comandado por interruptores circulares manuales que se encuentran en la parte lateral derecha del tablero.
- Los dispositivos de protección se calcularon y dimensionaron en base a las cargas que disponen los tableros de control y a su respectiva utilización en los casos más críticos, teniendo un establecimiento de consumo de 10 (A) para la parte AC y 2(A) para la parte DC, estos dispositivos operan frente a sobrecargas y cortocircuitos garantizando el bienestar a los usuarios y equipos.
- De igual forma se elaboró un manual de mantenimiento de los componentes del sistema de control de los tableros que detalla el funcionamiento, los posibles problemas y sus soluciones.

4.2 Recomendaciones

- En toda instalación eléctrica la planificación y el diseño de los distintos circuitos a implementarse son muy importantes, por lo que se recomienda usar softwares que permiten realizar pruebas y diseños de implementación como AutoCAD y CADe SIMU respectivamente, los cuales fueron usados para los distintos diagramas presentados en el presente proyecto.
- Para determinar el calibre del cable y las instalaciones de protección del sistema, se recomienda calcular la corriente nominal con la que trabajará el circuito, en el presente proyecto se utilizó el cable número 14 AWG el mismo que maneja hasta 15 (A). Su dimensionamiento se puede establecer con la ayuda de la tabla AWG.
- Con el fin de garantizar un sistema o instalación eléctrica que conlleve a la implementación de tableros e instalación de elementos eléctricos, se recomienda usar normativas de seguridad y de construcción como la norma NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción) y a las normas IEC (Comisión Electrotécnica Internacional), las mismas que fueron aplicadas para el presente proyecto.
- Dentro de una acometida eléctrica lo más recomendable al momento de unir dos o más cables es usar empalmes, pero dentro de un tablero eléctrico para mayor eficiencia se recomienda utilizar borneras que permitan facilitar la conexión entre cables.
- Se recomienda realizar al menos una vez al año inspecciones visuales del tendido eléctrico, del estado de las luminarias, caja de conexiones y comprobación del sistema de control de luminarias tal como se indica en el manual de mantenimiento preventivo y correctivo.
- El macro proyecto cuenta con tres áreas de estudio como lo son análisis de sistemas informáticos, electrónica y electromecánica, teniendo en cuenta el alcance para el cual fue diseñado se recomienda implementar un sistema de emergencia contra incendios.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Escuela de Formacion de Tecnologos , «ESFOT,» Escuela de Formacion de Tecnologos , [En línea]. Available: <https://esfot.epn.edu.ec/index.php>. [Último acceso 28 10 2019].
- [2] J. M. S. Rodríguez, INVESTIGACIÓN DE LOS FACTORES INCIDENTES EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y MANTENIBILIDAD DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACION INTERIOR DE EDIFICIOS., AREA DE INIVACION Y DESARROLLO 2015.
- [3] A. d. P. Bueno, La energía: uso, consumo y ahorro energético en la vida cotidiana Barcelona: GRAO, 2014.
- [4] S. Martin, F0567 - Eficiencia energética en las instalaciones de iluminación interior y alumbrado exterior, España: Elearning, 2015.
- [5] C. Quintero, Control automático aplicado. Prácticas de laboratorio, universidad de norte, 2011.
- [6] C. Vargas, La investigacion aplicada, Costa Rica: universidad de costa rica, 2009.
- [7] IEC, «IEC Academy,» 10 12 2018. [En línea]. Available: <https://www.iec.ch/>.
- [8] D. Valencia, «ministerio de desarrollo y vivienda,» diciembre 2014. [En línea] Available: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>. [Último acceso: 24 noviembre 2019].
- [9] Z. R. Vargas Cordero, «La investigación aplicada,» *Educación*, pp. 155-165, 2014.

- [10] Schneider Electric, «Schneider Electric,» 2018. [En línea]. Available <https://www.se.com/es/es/product/RXM2AB2P7PVM/zelio-rxm-relay-with-ltb-%2B-led-and-mixed-terminal-socket-2c-o-10a-230vac/?range=532-zelio-relay>. [Último acceso 19 noviembre 2019].
- [11] CARROD ELECTRONICA, «CARROD ELECTRONICA,» 2014. [En línea]. Available <https://www.carrod.mx/products/sensor-magnetico-para-puerta-con-cable-para-arduino-mc-38>. [Último acceso: 19 NOVIEMBRE 2019].
- [12] J. Molina, Apuntes de control industrial, Quito: EPN, 2013.
- [13] V. G. Adrian López, «Aplicación de fusibles e interruptores termomagnéticos,» 10 12 2010. [En línea]. Available: <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/101296/DCD90818.pdf>.
- [14] L. M. Cerda, Instalaciones electricas y automatismos, Madrid: Paraninfo, 2014.
- [15] G. Henriquez Harper, Manual de instalaciones electromecánicas, México, D.F. Limusa, 2004.
- [16] J. C. Martin y M. P. García, Automatismos Industriales, Madrid: Creaciones Copyright, 2015.
- [17] J. Rodríguez, Instalaciones eléctricas y domóticas, Madrid: Paraninfo, 2014.
- [18] P. Romero, Montaje y mantenimiento de líneas automatizadas, Madrid: Paraninfo 2018.
- [19] ABB, ABB CONTABB CONTACTORES Y RÉLEVADORESACTORES Y RÉLEVADORES, ABB, 2010.
- [20] S. TEC Electrónica, «BIT,» 2002. [En línea]. Available: http://www.tec-mex.com.mx/promos/bit/bit0902_ip.htm. [Último acceso: 29 ENERO 2019].

ANEXOS

ANEXO A: Planos estructurales de las instalaciones de la ESFOT.

ANEXO B: Diagramas eléctricos de control de luminarias.

ANEXO C: Diagramas de instalación de sensores.

ANEXO D: Diagramas esquemáticos de los tableros de control.

ANEXO E: Tabla AWG de sección de conductores.


ANEXO F: Manual de mantenimiento.

ANEXO G: Diagrama de flujo del Sistema

ANEXO A

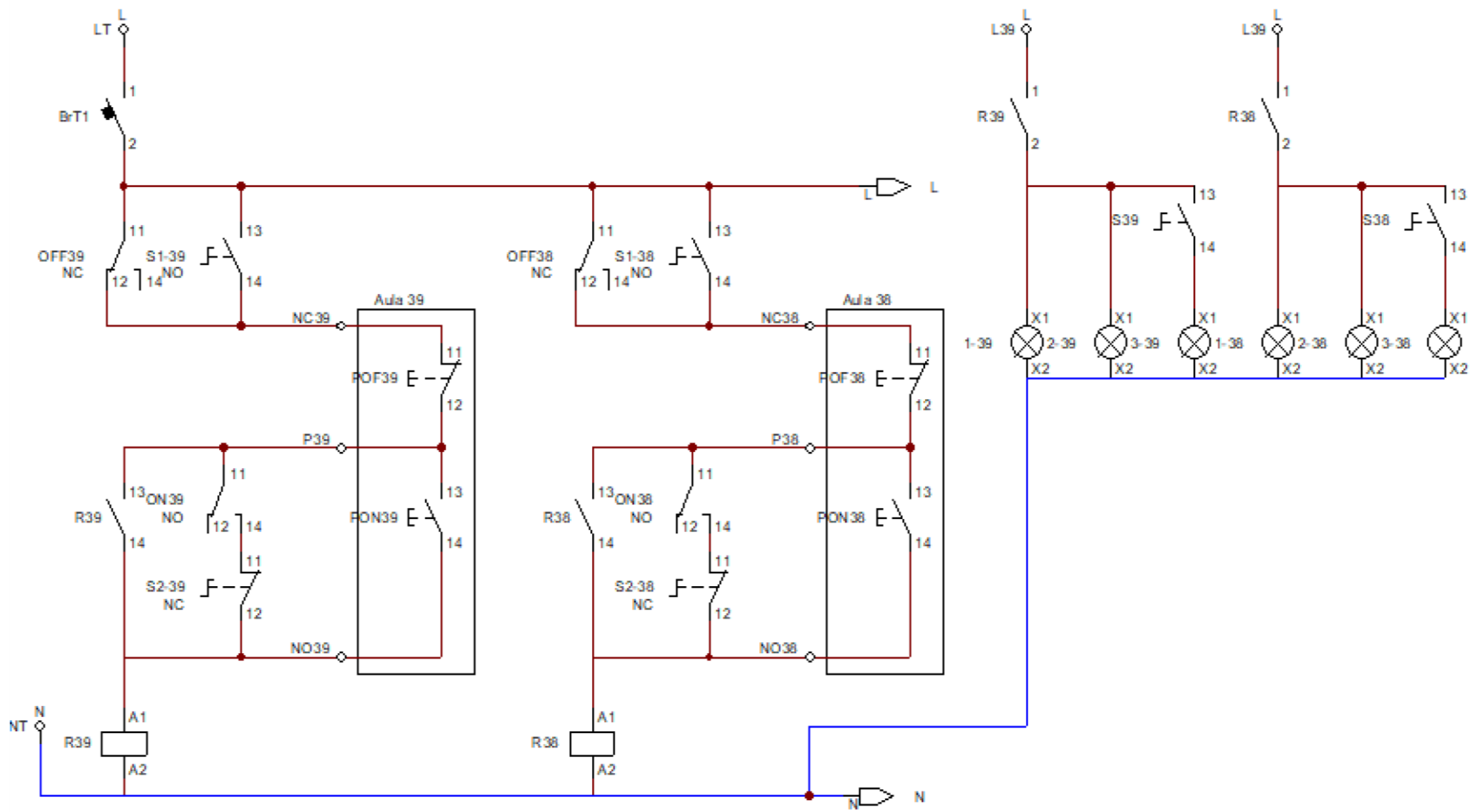
PLANOS ESTRUCTURALES DE LA ESCUELA DE
FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS (ESFOT).




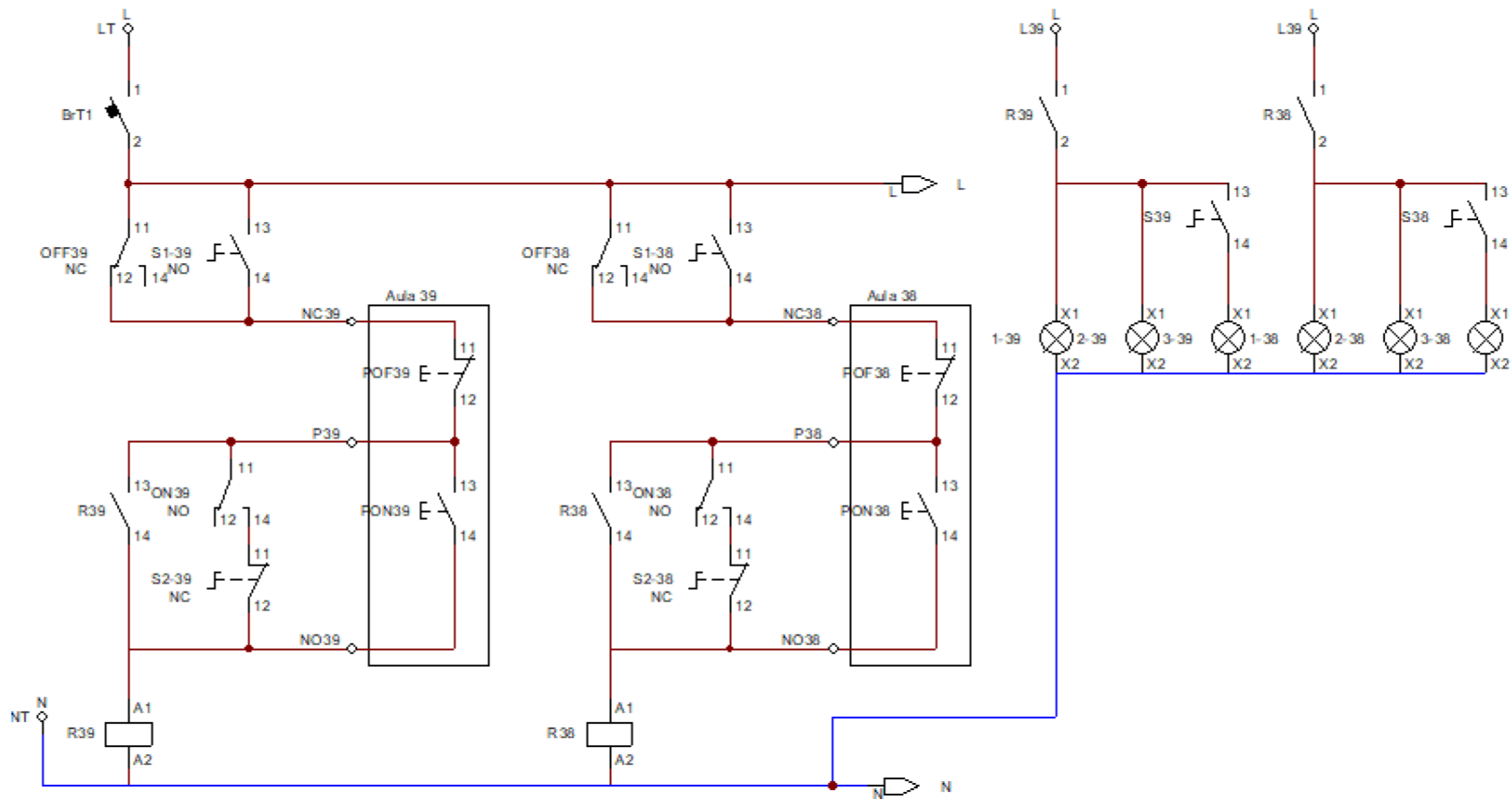
	ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL		ELABORADO POR : SINAILIN ALEX RUALES NELSON	
	PLANOS ESTRUCTURALES		REVISADO POR : ALAN CUENCA	
	PROYECTO INTEGRADOR		23-04-2020	N° A1

ANEXO B

DIAGRAMAS ELÉCTRICOS DE CONTROL DE LUMINARIAS DE
LOS TABLEROS 1 Y 2



	ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL		ELABORADO POR : SINAILIN ALEX RUALES NELSON	
	DIAGRAMA ELÉCTRICO DE CONTROL DE LUMINARIAS TABLERO 1		REVISADO POR : ALAN CUENCA	
	PROYECTO INTEGRADOR		23-04-2020	N ° B1



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

DIAGRAMA ELÉCTRICO DE CONTROL
DE LUMINARIAS TABLERO 2

PROYECTO INTEGRADOR

ELABORADO POR :
SINAILIN ALEX RUALES NELSON

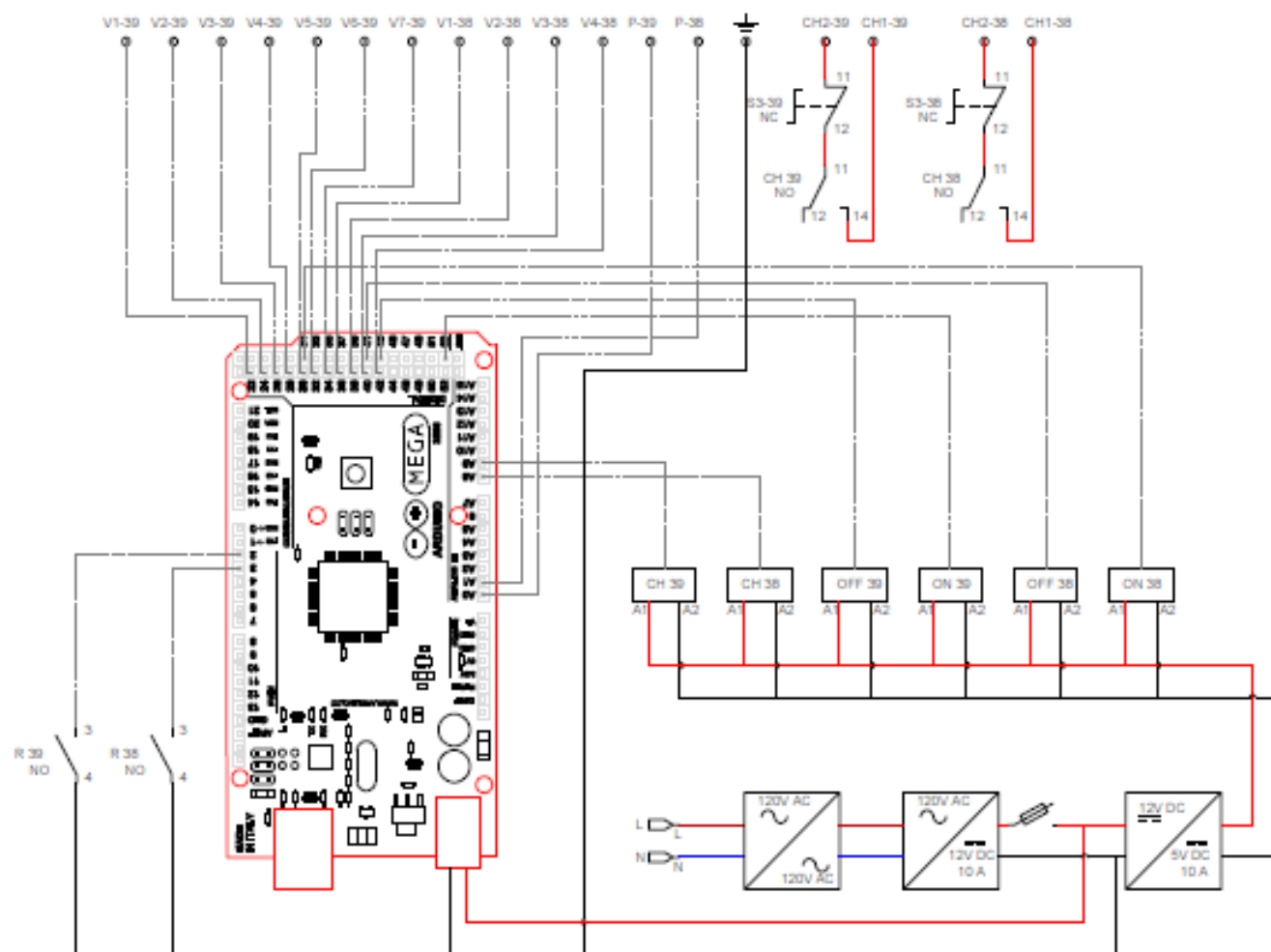
REVISADO POR :
ALAN CUENCA

23-04-2020

N ° B2

ANEXO C

DIAGRAMAS DE INSTALACIÓN DE SENSORES DE LOS
TABLEROS 1 Y 2.



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

CONEXIÓN DE SENSORES
TABLERO 1

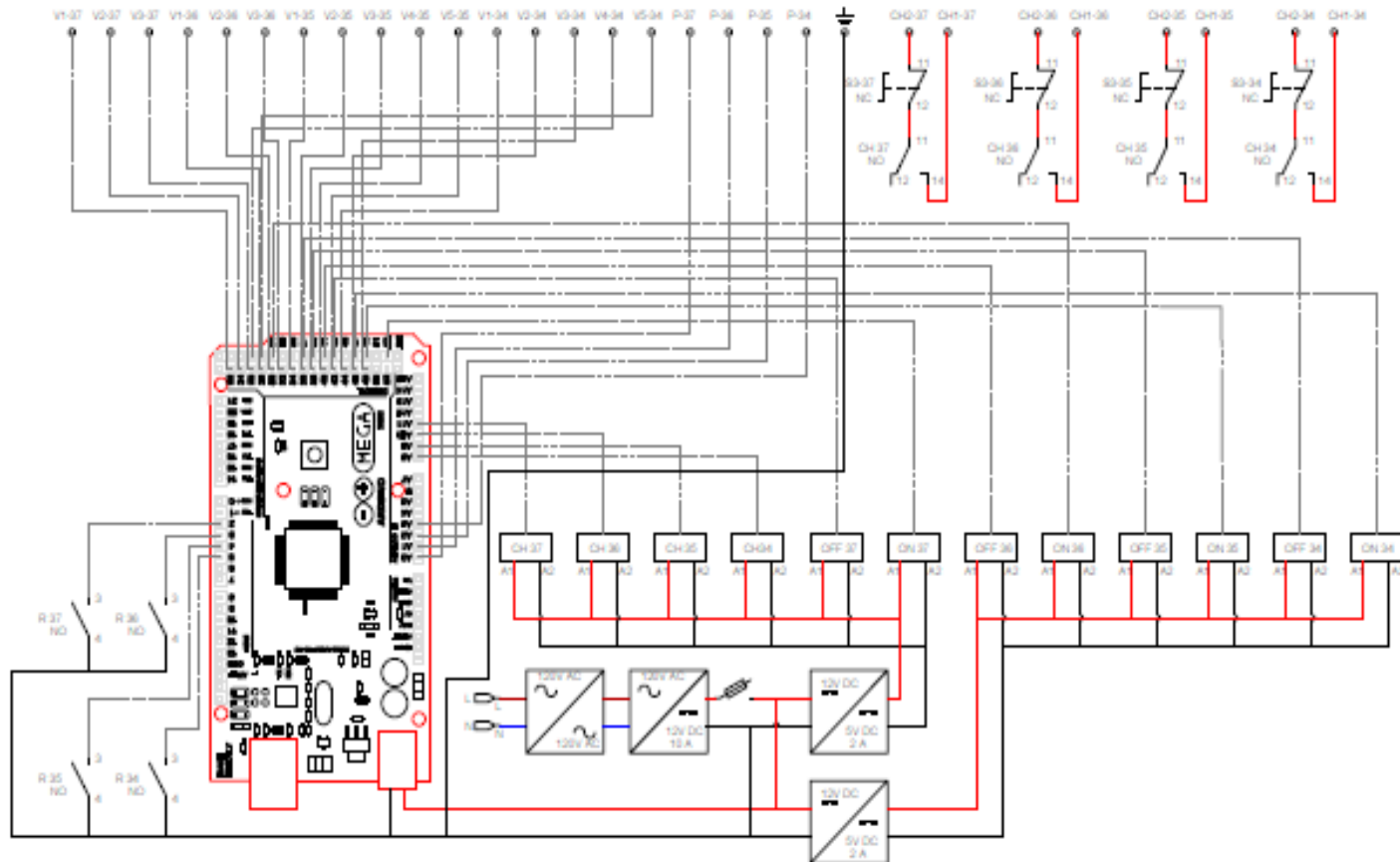
PROYECTO INTEGRADOR

ELABORADO POR :
SINAILIN ALEX RUALES NELSON

REVISADO POR :
ALAN CUENCA

23-04-2020

N° C1



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

CONEXIÓN DE SENSORES
TABLERO 2

PROYECTO INTEGRADOR

ELABORADO POR :
SINAILIN ALEX RUALES NELSON

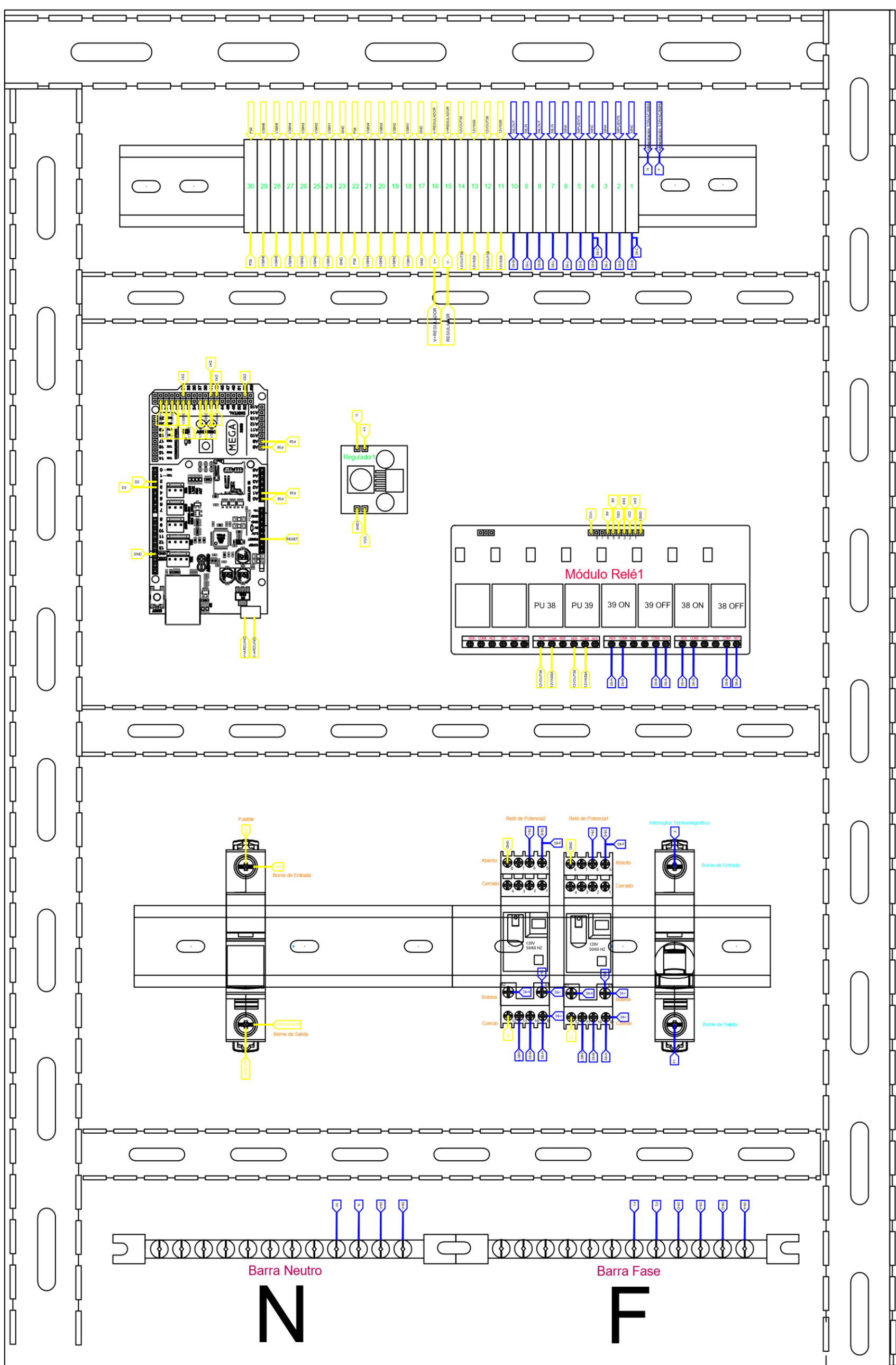
REVISADO POR :
ALAN CUENCA

23-04-2020

N° C2

ANEXO D

DIAGRAMAS ESQUEMÁTICOS DE LOS TABLEROS 1 Y 2.



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

VISTA FRONTAL TABLERO 1

PROYECTO INTEGRADOR

ELABORADO POR :
SINAILIN ALEX RUALES NELSON

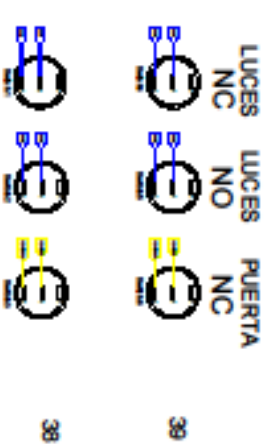
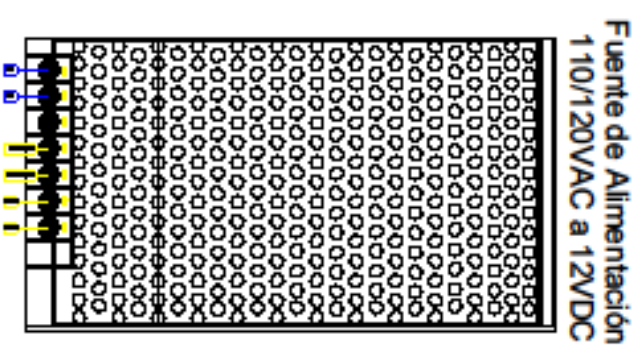
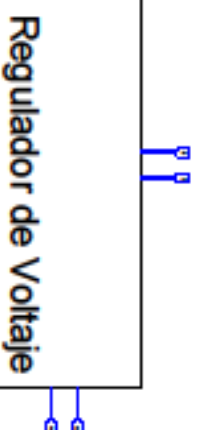
REVISADO POR : ALAN
CUENCA

23-04-2020

N° D1



TABLERO ET



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ELABORADO POR :
SINAILIN ALEX RUALES NELSON

VISTAS LATERALES Y SUPERIOR
TABLERO 1

REVISADO POR :
ALAN CUENCA

PROYECTO INTEGRADOR

23-04-2020

N ° D2

TABLERO 1

A. C.		D. C.	
ETIQUETA	ELEMENTOS CONECTADOS	ETIQUETA	ELEMENTOS CONECTADOS
38-B	Bornera1 - Módulo Relé1_COM1	P39	Bornera30 - PinA0_Arduino
38-C	Bornera1 - Switch2_B	V39N6	Bornera29 - PinD32_Arduino
38-E	Bornera2 - Relé de Potencia1_Abierto_5	V39N5	Bornera28 - PinD30_Arduino
38-F	Relé de Potencia1_Abierto_5 - Switch1_B	V39N4	Bornera27 - PinD28_Arduino
38-J	Bornera3 - Relé de Potencia1_Bobina_A1	V39N3	Bornera26 - Pin26_Arduino
38-A	Módulo Relé1_NC1 - Barra Fase	V39N2	Bornera25 - Pin24_Arduino
38-D	Barra Fase - Switch2_C	V39N1	Bornera24 - PinD22_Arduino
38-G	Módulo Relé1_COM2 - Switch1_C	GND	Bornera23 - Bornera17 - PinGND_Arduino - ReleDePotencia1_Pin8 - ReleDePotencia2_Pin8 - Pin2_Pulsador
38-H	Módulo Relé1_NO2 - Relé de Potencia1_Común_9	P38	Bornera22 - PinA1_Arduino
38-L	Bornera7 - Relé de Potencia1_Abierto_6	V38N4	Bornera21 - PinD42_Arduino
38-M	Bornera8 - Relé de Potencia1_Común_10	V38N3	Bornera20 - PinD40_Arduino
38-I	Relé de Potencia1_Bobina_A1 - Relé de Potencia1_Común_9	V38N2	Bornera19 - PinD38_Arduino
38-K	Relé de Potencia1_Bobina_A2 - Barra Neutro	V38N1	Bornera18 - PinD36_Arduino
39-B	Bornera4 - Módulo Relé1_COM3	V+	Bornera16 - Regulador1_In+
39-C	Bornera4 - Switch5_B	V-	Bornera15 - Regulador1_In-
39-E	Bornera5 - Relé de Potencia2_Abierto_5	V-REGULADOR	Bornera16 - Fusible_Out
39-F	Relé de Potencia2_Abierto_5 - Switch4_B	REGULADOR	Bornera15 - Fuente12VDC_CH5
39-J	Bornera6 - Relé de Potencia2_Bobina_A1	GND1	Regulador1_Out- - ModuloRele1_Gnd
39-A	Módulo Relé1_NC3 - Barra Fase	VCC	Regulador1_Out+ - ModuloRele1_Vcc
39-D	Barra Fase - Switch5_C	V-ARDUINO	ArduinoIN- - Fusible_Out
39-G	Módulo Relé1_COM4 - Switch4_C	V-ARDUINO	ArduinoIN- - Fuente12VDC_CH4
39-H	Módulo Relé1_NO4 - Relé de Potencia2_Común_9	FUSE+	Fusible_In - Fuente12VDC_CH6 - Fuente12VDC_CH7
39-L	Bornera9 - Relé de Potencia2_Abierto_6	RESET	PinReset_Arduino - Pin1_Pulsador
39-M	Bornera10 - Relé de Potencia2_Común_10	D2	PinD2_Arduino - ReleDePotencia2_Pin12
39-I	Relé de Potencia2_Bobina_A1 - Relé de Potencia2_Común_9	D3	PinD3_Arduino - ReleDePotencia1_Pin12
39-K	Relé de Potencia2_Bobina_A2 - Barra Neutro	D41	PinD41_Arduino - ModuloRele1_Pin1
N	Alimentación 120VAC/60Hz - Barra Neutro	D31	PinD31_Arduino - ModuloRele1_Pin2
N1	Regulador de Voltaje - Barra Neutro	D43	PinD43_Arduino - ModuloRele1_Pin3
N2	Regulador de Voltaje - Fuente de Alimentación_CH2	D53	PinD53_Arduino - ModuloRele1_Pin4
F	Alimentación 120VAC/60Hz - Interruptor Termomagnético_Borne de Entrada	A8	PinA8_Arduino - ModuloRele1_Pin5
F1	Interruptor Termomagnético_Bornera de Salida - Barra Fase	A9	PinA9_Arduino - ModuloRele1_Pin6
F2	Regulador de Voltaje - Barra Fase	12VIN38	Bornera11 - Switch3_B
F3	Regulador de Voltaje - Fuente de Alimentación_CH1	12VIN38A	MóduloRele1_COM6 - Switch3_C
		12VOUT38	Bornera12 - MóduloRele1_NO6
		12VIN39	Bornera13 - Switch6_B
		12VIN39A	MóduloRele1_COM5 - Switch6_C
		12VOUT39	Bornera14 - MóduloRele1_NO5



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

NOMENCLATURA DE ETIQUETADO DEL TABLERO 1

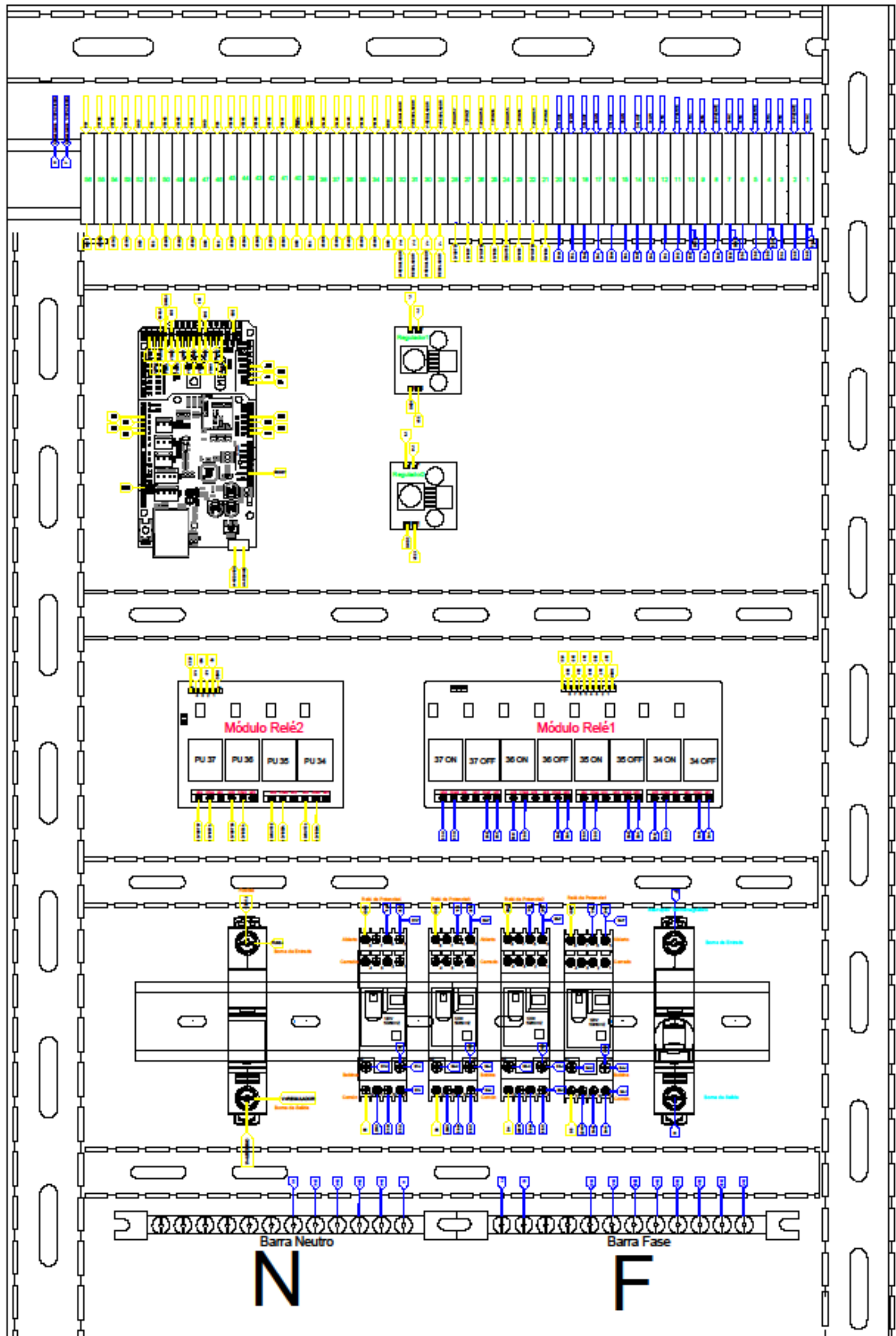
PROYECTO INTEGRADOR


ELABORADO POR :
SINAILIN ALEX RUALES NELSON

REVISADO POR :
ALAN CUENCA

23-04-2020

N ° D3



	ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL	ELABORADO POR : SINAILIN ALEX RUALES NELSON	
	VISTA FRONTAL TABLERO 2	REVISADO POR : ALAN CUENCA	
	PROYECTO INTEGRADOR	23-04-2020	N° D4

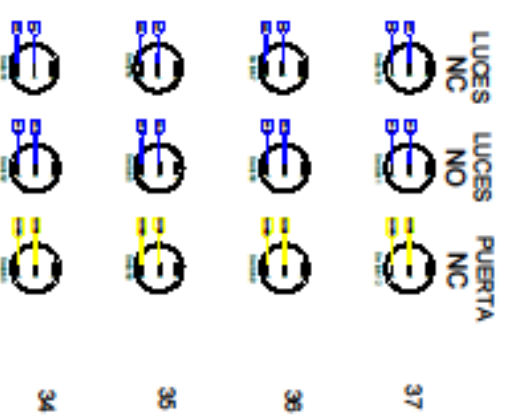
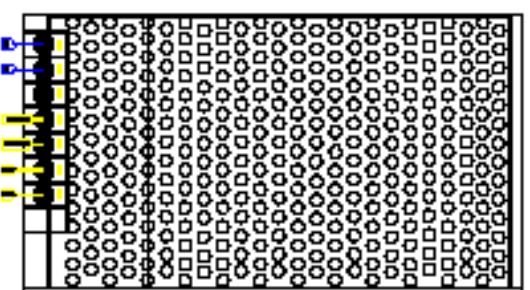


TABLERO ET

Regulador de Voltaje



Fuente de Alimentación
110/120VAC a 12VDC



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ELABORADO POR :
SINAILIN ALEX RUALES NELSON

VISTAS LATERALES Y SUPERIOR
TABLERO 2

REVISADO POR :
ALAN CUENCA

PROYECTO INTEGRADOR

23-03-2020

N ° D5

TABLERO 2

A. C.		D. C.	
ETIQUETA	ELEMENTOS CONECTADOS	ETIQUETA	ELEMENTOS CONECTADOS
34-B	Bornera1 - Módulo Relé1_COM1	P37	Bornera56 - PinA0_Arduino
34-C	Bornera1 - Switch2_B	V37N3	Bornera55 - PinD28_Arduino
34-E	Bornera2 - Relé de Potencia1_Abierto_5	V37N2	Bornera54 - PinD24_Arduino
34-F	Relé de Potencia1_Abierto_5 - Switch1_B	V37N1	Bornera53 - PinD22_Arduino
34-J	Bornera3 - Relé de Potencia1_Bobina_A1	GND	Bornera52 - PinD20_Arduino - ReléDePotencia1_Pin8 - ReléDePotencia2_Pin8 - ReléDePotencia3_Pin8 - ReléDePotencia4_Pin8 - Pin3_Doble
34-A	Módulo Relé1_NC1 - Barra Fase	P36	Bornera51 - PinA1_Arduino
34-D	Barra Fase - Switch2_C	V36N3	Bornera50 - PinD32_Arduino
34-G	Módulo Relé1_COM2 - Switch1_C	V36N2	Bornera49 - PinD30_Arduino
34-H	Módulo Relé1_N02 - Relé de Potencia1_Comdñ_9	V36N1	Bornera48 - PinD28_Arduino
34-L	Bornera13 - Relé de Potencia1_Abierto_6	P35	Bornera46 - PinA2_Arduino
34-M	Bornera14 - Relé de Potencia1_Comdñ_10	V35N5	Bornera45 - PinD42_Arduino
34-I	Relé de Potencia1_Bobina_A1 - Relé de Potencia1_Comdñ_9	V35N4	Bornera44 - PinD40_Arduino
34-K	Relé de Potencia1_Bobina_A2 - Barra Neutro	V35N3	Bornera43 - PinD38_Arduino
35-B	Bornera4 - Módulo Relé1_COM3	V35N2	Bornera42 - PinD36_Arduino
35-C	Bornera4 - Switch5_B	V35N1	Bornera41 - PinD34_Arduino
35-E	Bornera5 - Relé de Potencia2_Abierto_5	P34	Bornera39 - PinA3_Arduino
35-F	Relé de Potencia2_Abierto_5 - Switch4_B	V34N5	Bornera38 - PinD29_Arduino
35-J	Bornera6 - Relé de Potencia2_Bobina_A1	V34N4	Bornera37 - PinD27_Arduino
35-A	Módulo Relé1_NC3 - Barra Fase	V34N3	Bornera36 - PinD46_Arduino
35-D	Barra Fase - Switch5_C	V34N2	Bornera35 - PinD44_Arduino
35-G	Módulo Relé1_COM4 - Switch4_C	V34N1	Bornera34 - PinD44_Arduino
35-H	Módulo Relé1_N04 - Relé de Potencia2_Comdñ_9	V-1	Bornera32 - Regulador2_In-
35-L	Bornera15 - Relé de Potencia2_Abierto_6	V-1	Bornera31 - Regulador2_In-
35-M	Bornera16 - Relé de Potencia2_Comdñ_10	V-	Bornera30 - Regulador1_In-
35-I	Relé de Potencia2_Bobina_A1 - Relé de Potencia2_Comdñ_9	V-	Bornera29 - Regulador1_In-
35-K	Relé de Potencia2_Bobina_A2 - Barra Neutro	V-REGULADOR	Bornera32 - Bornera30 - Fusible_Out
36-B	Bornera7 - Módulo Relé1_COM5	REGULADOR	Bornera31 - Bornera29 - Fuente12VDC_CH5
36-C	Bornera7 - Switch8_B	VCC	Regulador1_Out - MóduloRelé1_JD-Vcc
36-E	Bornera8 - Relé de Potencia3_Abierto_5	GND1	Regulador1_Out - MóduloRelé1_Gnd
36-F	Relé de Potencia3_Abierto_5 - Switch7_B	VCC1	Regulador2_Out - MóduloRelé2_JD-Vcc
36-J	Bornera9 - Relé de Potencia3_Bobina_A1	GND2	Regulador2_Out - MóduloRelé2_Gnd
36-A	Módulo Relé1_NC5 - Barra Fase	V-ARDUINO	Arduino_IN- - Fusible_Out
36-D	Barra Fase - Switch8_C	V-ARDUINO	Arduino_IN- - Fuente12VDC_CH4
36-G	Módulo Relé1_COM6 - Switch7_C	FUSE	Fusible_In - Fuente12VDC_CH6 - Fuente12VDC_CH7
36-H	Módulo Relé1_N05 - Relé de Potencia3_Comdñ_9	RESET	PinReset_Arduino - Pin1_Pulsador
36-L	Bornera17 - Relé de Potencia3_Abierto_6	A8	PinA8_Arduino - MóduloRelé2_Pin1
36-M	Bornera18 - Relé de Potencia3_Comdñ_10	A9	PinA9_Arduino - MóduloRelé2_Pin2
36-I	Relé de Potencia3_Bobina_A1 - Relé de Potencia3_Comdñ_9	A10	PinA10_Arduino - MóduloRelé2_Pin3
36-K	Relé de Potencia3_Bobina_A2 - Barra Neutro	A11	PinA11_Arduino - MóduloRelé2_Pin4
37-B	Bornera10 - Módulo Relé1_COM7	D2	PinD2_Arduino - ReléDePotencia4_Pin12
37-C	Bornera10 - Switch11_B	D3	PinD3_Arduino - ReléDePotencia3_Pin12
37-E	Bornera11 - Relé de Potencia4_Abierto_5	D4	PinD4_Arduino - ReléDePotencia2_Pin12
37-F	Relé de Potencia4_Abierto_5 - Switch10_B	D5	PinD5_Arduino - ReléDePotencia1_Pin12
37-J	Bornera12 - Relé de Potencia4_Bobina_A1	D37	PinD37_Arduino - MóduloRelé1_Pin1
37-A	Módulo Relé1_NC7 - Barra Fase	D47	PinD47_Arduino - MóduloRelé1_Pin2
37-D	Barra Fase - Switch11_C	D33	PinD33_Arduino - MóduloRelé1_Pin3
37-G	Módulo Relé1_COM8 - Switch10_C	D49	PinD49_Arduino - MóduloRelé1_Pin4
37-H	Módulo Relé1_N08 - Relé de Potencia4_Comdñ_9	D41	PinD41_Arduino - MóduloRelé1_Pin5
37-L	Bornera19 - Relé de Potencia4_Abierto_6	D31	PinD31_Arduino - MóduloRelé1_Pin6
37-M	Bornera20 - Relé de Potencia4_Comdñ_10	D43	PinD43_Arduino - MóduloRelé1_Pin7
37-I	Relé de Potencia4_Bobina_A1 - Relé de Potencia4_Comdñ_9	D53	PinD53_Arduino - MóduloRelé1_Pin8
37-K	Relé de Potencia4_Bobina_A2 - Barra Neutro	12VOUT37	Bornera28 - MóduloRelé2_N04
N	Alimentación 120VAC/60Hz - Barra Neutro	12VIN37	Bornera27 - Switch12_B
N1	Regulador de Voltaje - Barra Neutro	12VIN37A	Switch12_C - MóduloRelé2_COM4
N2	Regulador de Voltaje - Fuente de Alimentación_CH2	12VOUT36	Bornera26 - MóduloRelé2_N03
F	Alimentación 120VAC/60Hz - Interruptor Termomagnético_Bornera de Entrada	12VIN36	Bornera25 - Switch9_B
F1	Interruptor Termomagnético_Bornera de Salida - Barra Fase	12VIN36A	Switch9_C - MóduloRelé2_COM3
F2	Regulador de Voltaje - Barra Fase	12VOUT35	Bornera24 - MóduloRelé2_N02
F3	Regulador de Voltaje - Fuente de Alimentación_CH1	12VIN35	Bornera23 - Switch6_B
		12VIN35A	Switch6_C - MóduloRelé2_COM2
		12VOUT34	Bornera22 - MóduloRelé2_N01
		12VIN34	Bornera21 - Switch3_B
		12VIN34A	Switch3_C - MóduloRelé2_COM1
		5V	Pin5V_Arduino - MóduloRelé1_PinVCC - MóduloRelé2_PinVCC



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

NOMENCLATURA DE
ETIQUETADO DEL TABLERO 2

PROYECTO INTEGRADOR

ELABORADO POR :
SINAILIN ALEX RUALES NELSON

REVISADO POR :
ALAN CUENCA

23-04-2020

Nº D6

ANEXO E

TABLA AWG DE SECCIÓN DE CONDUCTORES.

Amperaje que soportan los cables de cobre

Nivel de temperatura:		60°C	75°C	90°C	
Tipo de aislante:		TW	RHW, THW, THWN	THHN, XHHW-2, THWN-2	60°C
Medida / calibre del cable		Amperaje soportado			
14 AWG	15 A	15 A	15 A	15 A	
12 AWG	20 A	20 A	20 A	20 A	20 AWG
10 AWG	30 A	30 A	30 A	30 A	2 A
8 AWG	40 A	50 A	55 A	55 A	
6 AWG	55 A	65 A	75 A	75 A	18 AWG
4 AWG	70 A	85 A	95 A	95 A	10 A
3 AWG	85 A	100 A	115 A	115 A	
2 AWG	95 A	115 A	130 A	130 A	16 AWG
1 AWG	110 A	130 A	145 A	145 A	13 A
1/0 AWG	125 A	150 A	170 A	170 A	
2/0 AWG	145 A	175 A	195 A	195 A	14 AWG
3/0 AWG	165 A	200 A	225 A	225 A	18 A
4/0 AWG	195 A	230 A	260 A	260 A	12 AWG
					25 A



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

TABLA AWG DE SECCIÓN DE CONDUCTORES

ELABORADO POR :
SINALIN ALEX RUALES NELSON

REVISADO POR :
ALAN CUENCA

FUENTE : LIBRO ELECTRICIDAD INDUSTRIAL

ANEXO F

MANUAL DE MANTENIMIENTO.

 <p>ESFOT ESCUELA DE FORMACION DE TECNOLOGOS</p>	<p>ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS</p>	 <p>ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL</p>
<p>Fecha de efectividad : Septiembre 2019</p>	<p>No Revisión :</p>	
	<p>No de páginas: 1</p>	
<p>MANUAL DE MANTENIMIENTO</p>		

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	65
2. OBJETIVOS	65
2.1. General.....	65
2.2. Específicos.....	65
3. CUADRO DE MANTENIMIENTO	65
4. LISTADO DE VERIFICACIÓN DEL SISTEMA	69
5. LISTADO DE SOLUCIONES	70
6. PROBLEMAS COMUNES	73

Índice de tablas

Tabla F.1 Programa de mantenimiento	68
Tabla F.2 Listado de verificación del sistema	70
Tabla F.3 listado de soluciones para problemas técnicos del sistema	73
Tabla F.4 Problemas comunes.....	75

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 F.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.

PERIODO	ÁREA	ELEMENTO	ACTIVIDAD	PROCEDIMIENTO
6 meses	Eléctrico	Fuente de alimentación del tablero	- Limpieza	- Quitar la alimentación para evitar accidentes - Limpiar la fuente utilizando una brocha pequeña con el fin de eliminar polvo existente.
			- Voltaje	- Tomar los equipos de medición, multímetro. - Configurar el instrumento 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	- Quitar la alimentación para evitar accidentes - Limpiar la fuente utilizando una brocha pequeña con el fin de eliminar polvo existente
			- Voltaje	- Configurar el equipo con el rango y parámetro de voltaje - Colocar los cables del multímetro en la salida de la fuente - Medir el valor debe ser 110 (VAC).
6 meses		Botoneras	- Limpieza	- 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	Chapas Eléctricas	- Limpieza	- 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	Electromecánico	Placas de protección de las chapas	- Limpieza	- 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	- Realizar una inspección visual y de existir imperfectos tomar acciones de limpieza y calibración.
6 meses			- Revisión de conexiones y calibración.	- 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	- 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	- 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	- 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		Biométrico zkteco	- Limpieza	- 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

				<ul style="list-style-type: none"> - Encender el sistema de biométricos
6 meses			<ul style="list-style-type: none"> - 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	Cableado estructurado	Switch dlink	<ul style="list-style-type: none"> - 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		Servidor	<ul style="list-style-type: none"> - 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
			<ul style="list-style-type: none"> - 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

Tabla F.1 Programa de mantenimiento

4. LISTADO DE VERIFICACIÓN DEL SISTEMA

En la **Tabla F.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 F.3**.



 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 (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

Tabla F.2 Listado de verificación del sistema

5. LISTADO DE SOLUCIONES

En la **Tabla F.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 F.2**.

		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 - Energizar el arduino



		<ul style="list-style-type: none"> - 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
--	-----	---

Tabla F.3 listado de soluciones para problemas técnicos del sistema

6. PROBLEMAS COMUNES



En la **Tabla F.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.

		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 des energizado 	<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 F.4 Problemas comunes

		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 (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	

	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
	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	

		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. - 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 - 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
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

		<ul style="list-style-type: none">- 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

ANEXO G

DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA

