



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE CONTROL
AUTOMÁTICO PARA LA DETECCIÓN DE FALLAS
ELÉCTRICAS EN EL LABORATORIO DE MANTENIMIENTO
CORRECTIVO DE LA FACULTAD DE MECÁNICA”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

AUTOR:

QUITO MANYA DARWIN MARCELO

Riobamba – Ecuador

2024



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE CONTROL
AUTOMÁTICO PARA LA DETECCIÓN DE FALLAS
ELÉCTRICAS EN EL LABORATORIO DE MANTENIMIENTO
CORRECTIVO DE LA FACULTAD DE MECÁNICA”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

AUTOR: QUITO MANYA DARWIN MARCELO

DIRECTOR: ING. FÉLIX ANTONIO GARCÍA MORA

Riobamba – Ecuador

2024

© 2024, Darwin Marcelo Quito Manyá

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Darwin Marcelo Quito Manya, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 14 de mayo de 2024.

Darwin Marcelo Quito Manya

C.I: 060556425-1

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto Técnico, “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA LA DETECCIÓN DE FALLAS ELÉCTRICAS EN EL LABORATORIO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE LA FACULTAD DE MECÁNICA**”, realizado por el señor **DARWIN MARCELO QUITO MANYA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Marco Antonio Ordóñez Viñán
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

2024-05-14

Ing. Félix Antonio García Mora
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE
INTEGRACIÓN CURRICULAR**

2024-05-14

Ing. Marco Heriberto Santillán Gallegos
**ASESOR DEL TRABAJO DE
INTEGRACIÓN CURRICULAR**

2024-05-14

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios quién es el dador de toda sabiduría e inteligencia. A mi mamá Hortencia y a mi papá Hilario quienes me ha dado todo el apoyo incondicional a través de consejos y palabras de ánimo que hoy se ven reflejado a través de este logro. A mis hermanas Nancy, Betty, Carmen y mi hermano Daniel, quienes con cada acción estuvieron siempre al pendiente. A mí enamorada Esther quien fue mi inspiración en toda esta etapa de estudio.

Darwin Marcelo Quito Manyá

AGRADECIMIENTO

Un eterno agradecimiento a mis padres que siempre me han brindado su apoyo incondicional para perseguir mis metas y nunca abandonarlas frente a las adversidades. Agradecimiento profundo a los ingenieros Félix García, Marco Santillán, Marco Haro por su dedicación, paciencia, corrección y todos sus consejos, los que llevaré grabados para siempre en la memoria de mi vida profesional. Así también a todos los docentes que han sido parte de mi camino universitario, por transmitirme los conocimientos necesarios para hoy poder estar aquí. Agradecerles a todos mis compañeros por las horas compartidas, los trabajos realizados en conjunto y las historias vividas. Por último, agradecer a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por ser la institución que me ha abierto las puertas para cumplir este logro.

Darwin Marcelo Quito Manya

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvi
RESUMEN.....	xvii
SUMMARY / ABSTRACT.....	xviii
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.3. Justificación y actualidad.....	3
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. <i>Objetivo general</i>	4
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i>	4

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Definición de fallas eléctricas en la automatización industrial.....	5
2.2. Control automático en procesos industriales.....	5
2.3. Fallas eléctricas en un circuito de control en automatización industrial.....	7
2.3.1. <i>Conexiones flojas o mal ajustadas</i>	7
2.3.2. <i>Cortocircuitos</i>	7
2.3.3. <i>Sobrecarga de corriente</i>	7
2.3.4. <i>Fallas en dispositivos de protección</i>	7
2.3.5. <i>Errores de cableado o conexión invertida</i>	8
2.3.6. <i>Problemas de aislamiento</i>	8
2.3.7. <i>Variaciones de voltaje</i>	8
2.3.8. <i>Problemas en la puesta a tierra</i>	8
2.3.9. <i>Problemas en conectores y terminales</i>	8
2.3.10. <i>Fallas en componentes electrónicos</i>	9

2.3.11.	<i>Problemas de incompatibilidad</i>	9
2.3.12.	<i>Errores de configuración</i>	9
2.3.13.	<i>Desgaste de contactores y relés</i>	9
2.4.	Norma IEC 61439	10
2.5.	Selección de materiales para el módulo	13
2.5.1.	<i>Aluminio</i>	13
2.5.2.	<i>Panel de aluminio compuesto</i>	13
2.5.3.	<i>Plancha metálica</i>	14
2.5.4.	<i>Pintura anticorrosiva</i>	14
2.5.5.	<i>Canaleta ranurada</i>	15
2.5.6.	<i>Rieles DIN</i>	15
2.5.7.	<i>Remaches de aluminio</i>	16
2.5.8.	<i>Tornillos de punta broca cabeza plana</i>	16
2.5.9.	<i>Terminales punteras simples y dobles</i>	17
2.5.10.	<i>Puente equipotencial</i>	17
2.5.11.	<i>Tapas y topes para bornera</i>	18
2.5.12.	<i>Enchufe con cable concéntrico y prensaestopa</i>	18
2.6.	Tipos de sistemas de control utilizados en la detección de fallas	19
2.6.1.	<i>Sistemas de control</i>	19
2.6.2.	<i>Sistemas de control basados en microcontroladores</i>	19
2.6.3.	<i>Sistemas de control de procesos industriales</i>	19
2.6.4.	<i>Sistemas de control distribuido (DCS)</i>	19
2.6.5.	<i>Sistemas de control de acceso y seguridad eléctrica</i>	19
2.6.6.	<i>Sistemas de control de red eléctrica</i>	19
2.7.	Interfaz de programación	20
2.8.	Módulo de control automático	21
2.8.1.	<i>Definición y funciones del módulo de control automático</i>	21
2.8.1.1.	<i>Monitoreo continuo</i>	21
2.8.1.2.	<i>Detección de fallas</i>	22
2.8.1.3.	<i>Generación de alarmas</i>	22
2.8.1.4.	<i>Aislamiento de fallas</i>	22
2.8.1.5.	<i>Registro de datos</i>	22
2.8.1.6.	<i>Comunicación</i>	22
2.8.1.7.	<i>Reinicio automático</i>	22
2.8.1.8.	<i>Autodiagnóstico</i>	22
2.8.1.9.	<i>Integración con sistemas de control más amplios</i>	23

2.8.2.	<i>Objetivos en la detección de fallas eléctricas</i>	23
2.9.	Módulo eléctrico con enfoque ergonómico	23
2.9.1.	<i>Accesibilidad y visibilidad</i>	24
2.9.2.	<i>Altura y diseño del mobiliario</i>	24
2.9.3.	<i>Iluminación adecuada</i>	24
2.9.4.	<i>Interfaz de usuario intuitiva</i>	24
2.9.5.	<i>Seguridad y prevención de fatiga</i>	24
2.9.6.	<i>Flexibilidad en la configuración</i>	24
2.9.7.	<i>Documentación clara y accesible</i>	25
2.9.8.	<i>Elementos de protección</i>	25
2.9.9.	<i>Facilidad de mantenimiento</i>	25
2.10.	Módulo eléctrico enfocado a la didáctica	25
2.10.1.	<i>Objetivos de aprendizaje claros</i>	25
2.10.2.	<i>Secuencia lógica de contenido</i>	26
2.10.3.	<i>Interactividad y participación</i>	26
2.10.4.	<i>Retroalimentación inmediata</i>	26
2.10.5.	<i>Contextualización y aplicación práctica</i>	26
2.10.6.	<i>Facilidad de uso y navegación</i>	26
2.10.7.	<i>Escenarios problemáticos y resolución de problemas</i>	26
2.10.8.	<i>Material de apoyo didáctico</i>	27
2.10.9.	<i>Evaluación formativa</i>	27
2.11.	Sistema eléctrico del laboratorio	27
2.11.1.	<i>Componentes y sistemas eléctricos típicos en un laboratorio</i>	27
2.11.2.	<i>Importancia de la seguridad eléctrica en el sistema</i>	27

CAPÍTULO III

3.	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA LA DETECCIÓN DE FALLAS ELÉCTRICAS	29
3.1.	Consideraciones para el diseño estructural del módulo	29
3.2.	Criterio para el diseño eléctrico y adecuación de componentes	30
3.3.	Ubicación del Laboratorio de Mantenimiento Correctivo	31
3.4.	Consideración de la altura promedio del módulo	32
3.5.	Software para diseños mecánicos (Solidworks)	32
3.6.	Diseño de materialización	33
3.6.1.	<i>Diseño de la estructura modular</i>	33

3.6.2.	<i>Diseño del panel de aluminio superior e inferior</i>	34
3.6.3.	<i>Diseño de la plancha metálica</i>	35
3.6.4.	<i>Diseño de la canaleta ranurada</i>	35
3.6.5.	<i>Diseño de los rieles DIN</i>	36
3.7.	Selección de equipos y componentes para el sistema eléctrico	36
3.7.1.	<i>Micro PLC LOGO 12/24RCE Siemens</i>	37
3.7.1.1.	<i>Características del micro PLC LOGO 12/24RCE</i>	38
3.7.1.2.	<i>Entradas digitales y analógicas</i>	38
3.7.1.3.	<i>Cableado externo del micro PLC LOGO 12/24 RCE</i>	39
3.7.1.4.	<i>Dimensiones</i>	40
3.7.1.5.	<i>Extensión de las salidas y entradas a las borneras</i>	41
3.7.2.	<i>Pantalla táctil DOP-103WQ (Delta)</i>	42
3.7.2.1.	<i>Dimensiones para su instalación</i>	42
3.7.2.2.	<i>Identificación de su estructura</i>	43
3.7.2.3.	<i>Especificaciones</i>	43
3.7.3.	<i>Fuente de alimentación MDR-60-24 Mean Well</i>	45
3.7.3.1.	<i>Dimensiones</i>	45
3.7.3.2.	<i>Características</i>	46
3.7.3.3.	<i>Especificaciones</i>	46
3.7.4.	<i>Contactador Sirius 3RT 110 VAC Siemens</i>	47
3.7.5.	<i>Relé modular LZX:PT570615</i>	48
3.7.5.1.	<i>Conexión interna del relé</i>	48
3.7.5.2.	<i>Características específicas</i>	49
3.7.6.	<i>Disyuntor C60K-63 Camsco</i>	49
3.7.6.1.	<i>Esquema de conexión a bornera</i>	49
3.7.6.2.	<i>Características técnicas</i>	50
3.7.7.	<i>Borneras</i>	51
3.7.8.	<i>Pulsadores metálicos NC-NO, selector y potenciómetro de (22mm Camsco).</i>	51
3.7.9.	<i>Luces piloto</i>	52
3.7.10.	<i>Sensor inductivo PR12-4DN</i>	54
3.7.10.1.	<i>Características</i>	54
3.8.	Construcción del módulo	55
3.8.1.	<i>Proceso de construcción</i>	55
3.9.	Lenguaje de programación por diagrama de bloques de funciones (FUP)	58
3.9.1.	<i>Funciones básicas</i>	58
3.9.2.	<i>Constantes digitales</i>	59

3.9.3.	<i>Funciones especiales utilizadas</i>	60
3.10.	Circuitos eléctricos a simular	61
3.10.1.	<i>Arranque directo con identificación de colores</i>	61
3.10.2.	<i>Encendido de un motor desde dos salas de control</i>	62
3.10.3.	<i>Secuencia de encendido de 2 motores</i>	63
3.10.4.	<i>Encendido de 2 motores con sensor de detección</i>	64

CAPÍTULO IV

4.	ANÁLISIS Y RESULTADOS	66
4.1.	Cronograma de actividades para la construcción del módulo	66
4.2.	Descripción de actividades de diseño vs la construcción	68
4.3.	Pruebas de funcionamiento	72

CAPÍTULO V

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	74
5.1.	Conclusiones	74
5.2.	Recomendaciones	75

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Seguridad eléctrica (primer objetivo)	10
Tabla 2-2: Disponibilidad eléctrica (segundo objetivo).....	11
Tabla 2-3: Cumplimiento de los requisitos del usuario final (tercer objetivo)	12
Tabla 2-4: Partes de la interfaz de programación.....	20
Tabla 3-1: Características del LOGO.....	38
Tabla 3-2: Entradas digitales y analógicas.....	39
Tabla 3-3: Descripción de la estructura del LOGO.	40
Tabla 3-4: Partes principales de la pantalla táctil.....	43
Tabla 3-5: Especificaciones de la pantalla táctil	44
Tabla 3-6: Especificaciones de la fuente de alimentación	46
Tabla 3-7: Características técnicas del disyuntor C60K-63	50
Tabla 3-8: Características del sensor inductivo PR12-4DN	54
Tabla 3-9: Diagramas de funciones básicas.	58
Tabla 3-10: Diagramas de las constantes digitales.	59
Tabla 3-11: Diagrama funciones especiales.....	60
Tabla 4-1: Planificación en días para la construcción del módulo.....	66
Tabla 4-2: Costos directos para la construcción del módulo	67

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1:	Falla eléctrica en un contactor	5
Ilustración 2-2:	Tablero de control de automático	6
Ilustración 2-3:	Componentes de un módulo de control automático.....	6
Ilustración 2-4:	Estructura de aluminio	13
Ilustración 2-5:	Panel de aluminio compuesto	13
Ilustración 2-6:	Plancha metálica para botoneras y pulsadores.....	14
Ilustración 2-7:	Pintura anticorrosiva	14
Ilustración 2-8:	Canaleta ranurada	15
Ilustración 2-9:	Rieles DIN	15
Ilustración 2-10:	Remaches pop negro.....	16
Ilustración 2-11:	Tornillos de punta broca cabeza plana 8x1/2”	16
Ilustración 2-12:	Terminales punteras simples y dobles	17
Ilustración 2-13:	Puente equipotencial	17
Ilustración 2-14:	Tornillos de punta broca cabeza plana 8x1/2”	18
Ilustración 2-15:	Enchufe con cable concéntrico más prensaestopa	18
Ilustración 2-16:	Interfaz de programación.....	20
Ilustración 2-17:	Diagramas digitales.....	21
Ilustración 3-1:	Laboratorio de Mantenimiento Correctivo	31
Ilustración 3-2:	Ubicación exacta para el módulo.....	31
Ilustración 3-3:	Altura máxima del módulo	32
Ilustración 3-4:	Vista general del módulo	33
Ilustración 3-5:	Estructura del módulo.....	34
Ilustración 3-6:	Panel de aluminio compuesto	34
Ilustración 3-7:	Vista frontal y posterior de la botonera.....	35
Ilustración 3-8:	Canaleta ranurada	35
Ilustración 3-9:	Riel DIN.....	36
Ilustración 3-10:	LOGO de Siemens 12/24 RCE V8.3	37
Ilustración 3-11:	Cableado externo del micro PLC.....	39
Ilustración 3-12:	Dimensiones de la estructura del micro PLC LOGO 12/24 RCE.....	40
Ilustración 3-13:	Extensión de las salidas y entradas del micro PLC a las borneras.....	41
Ilustración 3-14:	Pantalla táctil DOP-103WQ (Delta)	42
Ilustración 3-15:	Dimensiones de la pantalla táctil	42
Ilustración 3-16:	Identificación de las partes de la pantalla táctil	43

Ilustración 3-17: Fuente de alimentación MDR-60-24	45
Ilustración 3-18: Dimensiones de la fuente de alimentación.....	45
Ilustración 3-19: Contactor (Siemens)	47
Ilustración 3-20: Partes fundamentales del contactor (Siemens)	47
Ilustración 3-21: Relés modulares.....	48
Ilustración 3-22: Conexión interna y base del relé.....	48
Ilustración 3-23: Disyuntor	49
Ilustración 3-24: Esquema de conexión a bornera	50
Ilustración 3-25: Entradas y salidas del micro PLC hacia las borneras.....	51
Ilustración 3-26: Pulsadores NC NA, selector, potenciómetro	51
Ilustración 3-27: Esquema de conexión a borneras de pulsadores, selector y potenciómetro...	52
Ilustración 3-28: Luces piloto de colores, voltímetro y luz de alarma	53
Ilustración 3-29: Esquema de conexión a borneras de luces indicadoras.....	53
Ilustración 3-30: Sensor inductivo PR12-4DN.....	54
Ilustración 3-31: Armado de la estructura de aluminio	55
Ilustración 3-32: Atornillado del panel de aluminio.....	55
Ilustración 3-33: Colocación de canaletas ranuradas y rieles DIN.....	56
Ilustración 3-34: Corte y pintado de la plancha metálica	56
Ilustración 3-35: Colocación de los componentes.....	57
Ilustración 3-36: Cableado de las salidas y entradas hacia las borneras	57
Ilustración 3-37: Colocación de la prensaestopa para el cable concéntrico	57
Ilustración 3-38: Esquema eléctrico N° 1 en LOGO Soft Comfort.....	61
Ilustración 3-39: Esquema eléctrico N° 1 en Cade Simu.	61
Ilustración 3-40: Esquema eléctrico N° 2 en LOGO Soft Comfort.....	62
Ilustración 3-41: Esquema eléctrico N° 2 en Cade Simu	62
Ilustración 3-42: Esquema eléctrico N° 3 en LOGO Soft Comfort.....	63
Ilustración 3-43: Esquema eléctrico N° 3 en Cade Simu	63
Ilustración 3-44: Esquema eléctrico N° 4 en LOGO Soft Comfort.....	64
Ilustración 3-45: Programación de la pantalla en DOP Soft HMI.....	64
Ilustración 3-46: Esquema eléctrico N° 4 en Cade Simu	65
Ilustración 4-1: Construcción de la estructura.....	68
Ilustración 4-2: Atornillado del panel de aluminio.....	68
Ilustración 4-3: Colocación de las canaletas ranuradas	69
Ilustración 4-4: Colocación de los rieles DIN	69
Ilustración 4-5: Colocación de los dispositivos en la botonera	69
Ilustración 4-6: Montaje del micro PLC.....	70

Ilustración 4-7: Montaje del disyuntor y la fuente de alimentación	70
Ilustración 4-8: Montaje de las luces pilotos y pulsadores.....	71
Ilustración 4-9: Espacio adecuado para futuras expansiones	71
Ilustración 4-10: Colocación del módulo finalizado	72
Ilustración 4-11: Conexión de cables para la simulación de módulo	72
Ilustración 4-12: Indicadores de luces y texto de pantalla de la prueba de simulación.....	73
Ilustración 4-13: Pantalla táctil (HMI) en simulación	73

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** INSTALACIÓN DEL PROGRAMA LOGO SOFT COMFORT V8.3
- ANEXO B:** COMUNICACIÓN DE LA COMPUTADORA CON EL MICRO PLC LOGO
- ANEXO C:** INSTALACIÓN DE PROGRAMA DELTA-IA-HMI DOP SOFT
- ANEXO D:** COMUNICACIÓN DE LA COMPUTADORA CON LA PANTALLA TÁCTIL
(DELTA DOP-103WQ)
- ANEXO E:** PROGRAMACIÓN DE LA PANTALLA TÁCTIL (DELTA DOP-103WQ)
- ANEXO F:** MANUAL DE OPERACIÓN
- ANEXO G:** GUÍA DE LABORATORIO
- ANEXO H:** PLANOS ELÉCTRICOS
- ANEXO I:** PLANOS MECÁNICOS

RESUMEN

El presente Trabajo de Integración Curricular tuvo como objetivo diseñar y construir un módulo de control automático para la detección y simulación de fallas eléctricas para el Laboratorio de Mantenimiento Correctivo de la Facultad de Mecánica. El desarrollo de este trabajo técnico comprendió el diseño del módulo, rigidez de la base, selección de materiales, selección de componentes eléctricos. Para la construcción de la estructura y el montaje de componentes se utilizó materiales ligeros como el aluminio, este material brindó la facilidad de movilidad para el uso práctico de simulaciones reales garantizando una buena alternativa antes de su construcción. El módulo de detección y simulación de fallas eléctricas, se dividió en cuatro secciones separadas, para la colocación de los componentes en el que se tomó en referencia la altura de los componentes especialmente del micro PLC, la pantalla táctil HMI, la fuente de alimentación y los contactores. El módulo se dividió en dos partes principales como: estructura modular y el sistema eléctrico según la norma IEC 61439, la construcción de la estructura se realizó en dos tipos de materiales para la estructura modular se utilizó aluminio negro mate y panel de aluminio compuesto, para el sistema eléctrico se utilizó la plancha metálica con calidad ASTM A653, para posteriormente realizar el montaje de los componentes eléctricos. En ese contexto se concluyó que el diseño basado de la norma IEC 61439 permitió realizar el diseño adecuado antes de la construcción del módulo la cual fue de forma ordenada y secuencial. Se realizó las programaciones en LOGO SOFT COMFORT y DOF SOFT con sus simulaciones de manera real, una de ellas fue el encendido de dos motores con sensor de detección, estas simulaciones efectuadas permitieron identificar las fallas más comunes de manera rápida en un tiempo oportuno.

Palabras clave: <MÓDULO DE SIMULACIÓN> <AUTÓMATA PROGRAMABLE>
<PANTALLA TÁCTIL> <CIRCUITOS DE MANDO> <FALLAS ELÉCTRICAS>

0795-DBRA-UPT-2024

ABSTRACT

The purpose of this Curricular Integration Work was to design and build an automatic control module for the detection and simulation of electrical faults for the Corrective Maintenance Laboratory of the Faculty of Mechanics. The development of this technical study included the module design, rigidity of the base, materials and electrical components selection. For the building of the structure and the assembly of components, light materials such as aluminum were mainly required. This material provided the ease of mobility for the practical use in real simulations, guaranteeing a good alternative prior to its construction. The electrical fault detection and simulation module was divided into four different sections, for the components placement in which the height of them was taken as reference, especially the micro PLC, the HMI touch screen, the power supply and the contactors. The module was divided into two main parts: modular structure and the electrical system according to IEC 61439 standard, the construction of the structure was built with two types of materials for the modular structure was used matte black aluminum and aluminum composite panel, for the electrical system was used sheet metal with ASTM A653 quality, and then perform the assembly of electrical components. In addition, it was concluded that the design based on the IEC 61439 standard allowed the adequate design before the building of the module, which was carried out in an orderly and sequential manner. The programming was generated in LOGO SOFT COMFORT and DOF SOFT with their simulations in a real way, one of them was the starting of two motors with detection sensor, these simulations allowed to identify the most common failures quickly and in a timely manner.

Keywords: <SIMULATION MODULE> <PROGRAMMABLE AUTOMAT>
<TOUCHSCREEN> <COMMAND CIRCUITS> <ELECTRICAL FAULTS>

Mgs. Mónica Paulina Castillo Niama.
C.I. 060311780-5

INTRODUCCIÓN

La electricidad es ahora la base fundamental de nuestra sociedad moderna. Desde alimentar hogares y empresas, hasta sistemas industriales con tecnología avanzada, la electricidad impulsa muchas aplicaciones críticas. Sin embargo, este valioso recurso también conlleva riesgos inherentes, ya que los cortes de energía pueden tener consecuencias devastadoras, desde accidentes graves hasta costosas interrupciones en los diferentes sistemas en el que se trabaja.

El detectar y prevenir fallas eléctricas es una gran ventaja en el ámbito industrial, pero especialmente en la seguridad de los equipos eléctricos ya que permite corregir de manera oportuna las diferentes irregularidades existentes en un sistema de cableado, lo que permite identificar exactamente el punto de fallo, encontrar su ubicación y corregir el error.

El propósito de esta construcción es desarrollar un módulo de control automático que simule y detecte diferentes tipos de fallas eléctricas, capaz de indicar el estado del sistema, monitorear y detectar activamente condiciones indeseadas en circuitos eléctricos como activación de relés por sobrecarga o activación de sensores de detección. Este módulo está diseñado para cumplir una función óptima, en laboratorios de mantenimiento y entornos industriales equipadas de acuerdo al requerimiento del circuito.

El objetivo principal es brindar a los estudiantes un aprendizaje efectivo en cuanto a la identificación temprana de problemas eléctricos, permitiendo así, tomar acciones preventivas o correctivas oportunas. Con estas prácticas no sólo mejorará la seguridad de las personas y los equipos del laboratorio, sino que también mejorará la eficiencia operativa y reducirá las fallas en equipos.

Este proyecto tratará los conceptos de simulación de fallas eléctricas, diseño de circuitos de control mediante diagrama de bloques y diseño del módulo simulado de manera real. Además, se tendrán en cuenta aspectos técnicos, para garantizar la eficacia y el cumplimiento de la función estimada del sistema.

La seguridad eléctrica y la confiabilidad del sistema eléctrico son temas de gran importancia hoy en día y los módulos prácticos de simulación mejoran la calidad educativa ya que abordan estos aspectos fundamentales muy necesarios para un ingeniero en Mantenimiento Industrial.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

En la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica en el Laboratorio de Mantenimiento Correctivo se encuentran equipos eléctricos, los cuales son utilizados por los estudiantes de la carrera, para que puedan desarrollar sus diferentes prácticas de laboratorio. Sin embargo, al momento que se presenta alguna falla en los equipos eléctricos, existe la necesidad de detectar fallas eléctricas.

En la actualidad la energía eléctrica cumple un papel muy importante en el desarrollo social y económico de la humanidad, por tal motivo, el diseño de los sistemas eléctricos tiene como finalidad garantizar el correcto funcionamiento de todos sus componentes con el uso de nuevas tecnologías para su esquema de protección de todo el sistema, por esta razón dentro del ejercicio de la profesión, el profesional debe tener la capacidad de utilizar las diferentes tecnologías para garantizar la confiabilidad y calidad del servicio para beneficio de los usuarios (Guevara & López., 2022).

Los relés y controladores lógicos programables son ampliamente conocidos por su alta confiabilidad, su sencilla configuración y su amplio funcionamiento, que han hecho que sean cada vez más populares y aceptados en la industria, donde se utilizan ampliamente para controlar procesos. Los avances tecnológicos y la práctica del control automático en un proceso industrial le permiten obtener un funcionamiento adecuado de los sistemas eléctricos, mejorar la calidad, reducir costos, aumentar la velocidad de producción y liberarse de la complejidad de muchas actividades rutinarias y tareas manuales asociadas. (García et al., 2019).

El micro PLC es también conocido como relé programable, fácil de montar y de instalar en el riel DIN de los módulos eléctricos. Este equipo requiere poco mantenimiento, tiene un bajo consumo de energía, y es uno de los equipos más utilizados en la industria, para tareas de automatización de procesos industriales, lo cual permite agilizar el proceso de detección de fallas y la visualización del estado de funcionamiento de los diferentes equipos y componentes existentes en el sistema. Posee un programa para computadora llamado LOGO Soft Comfort en su versión 8.3, para la programación de circuitos eléctricos a simular (García et al., 2019)

1.2. Planteamiento del problema

En el Laboratorio de Mantenimiento Correctivo de la Facultad de Mecánica se han experimentado, la ocurrencia de fallas eléctricas, que incluyen cortocircuitos y sobrecargas. Estas fallas eléctricas han causado interrupciones en las operaciones al momento de la realización de prácticas, así también pérdida de tiempo, daño a equipos sensibles y, en ocasiones, riesgos para la seguridad de los estudiantes y personal del laboratorio, ya que estos sistemas eléctricos están sujetos a diversas fallas que, al no detectarse y no dar una solución oportuna, generan posibles riesgos para la seguridad del laboratorio.

Actualmente, en el laboratorio no existe un módulo de control para simulación de fallas eléctricas en la que se pueda practicar y simular las diferentes fallas que suelen producirse. La detección de estas fallas depende en gran medida de observaciones visuales al momento de la operación, o a su vez también de las notificaciones por parte de los estudiantes después de que ocurren las fallas. Sin embargo, esto resulta una respuesta tardía a los problemas eléctricos, lo que aumenta los riesgos y las interrupciones en las diferentes prácticas que se realizan.

1.3. Justificación y actualidad

La necesidad de implementar este módulo de control automático para la detección de fallas eléctricas, parte desde la seguridad en los laboratorios, los cuales utilizan equipos eléctricos y electrónicos cada vez más complejos. Las prácticas y simulaciones para detección temprana de fallas eléctricas, es fundamental para proteger la integridad del personal que trabaja en el laboratorio y prevenir posibles lesiones o daños. Algunos equipos suelen ser sensibles, por lo que las fallas eléctricas dañan irreparablemente estos equipos, lo que puede tener un impacto significativo en las prácticas dentro del Laboratorio de Mantenimiento Correctivo.

Un módulo de control automático que simule y detecte fallas eléctricas, contribuye a un aprendizaje más eficiente, ahorro de la energía y reducir tiempos de paro, lo que es coherente con las tendencias actuales hacia la sostenibilidad. Las tecnologías disponibles hacen posible abordar estos desafíos de manera más efectiva.

La ejecución de las simulaciones en el módulo permitirá a los estudiantes estar en la capacidad de resolver con mayor rapidez fallas eléctricas de la vida real, ya sea de diferentes procesos como el encendido de bombas, motores, compresores, etc. Esto permite estar a la vanguardia del avance tecnológico de la automatización.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Diseñar y construir un módulo de control automático, para la detección de fallas eléctricas, en el Laboratorio de Mantenimiento Correctivo de la Facultad de Mecánica.

1.4.2. Objetivos específicos

Diseñar la estructura del módulo de control automático identificando materiales, componentes específicos, conexiones y el esquema completo de todos los elementos a utilizar.

Construir el prototipo del módulo de control automático con los materiales, componentes y elementos ya diseñados.

Instalar y programar circuitos eléctricos para detección de fallas eléctricas, con pruebas de simulación capaces de identificar y dar aviso de fallas como sobrecargas.

Elaborar el manual de operación del módulo.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Definición de fallas eléctricas en la automatización industrial

Las fallas eléctricas en la automatización industrial incluyen eventos no deseados que afectan la integridad y funcionalidad de los sistemas eléctricos utilizados en entornos de fabricación automatizados. Estas fallas pueden manifestarse de diversas maneras, como cortes de energía, sobrecargas que exceden la capacidad nominal, cortocircuitos que crean corrientes incontroladas, problemas de comunicación entre dispositivos, desgaste gradual de componentes como contactores y relés, errores de transmisión de datos, todo lo cual puede contribuir a la automatización de interrupciones en los procesos (Parra & Moreno., 2019).

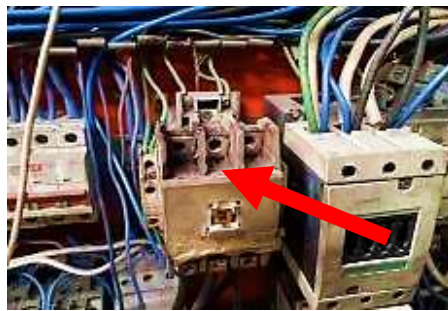


Ilustración 2-1: Falla eléctrica en un contactor

Realizado por: Quito, D., 2024.

La falta de aislamiento adecuado entre conductores, los cambios no deseados en la forma de onda eléctrica y las condiciones anormales en el sistema de puesta a tierra también se consideran fallas eléctricas comunes en la automatización industrial. Estos errores no sólo afectan el rendimiento del equipo, sino que también pueden afectar la seguridad de los empleados y la integridad de los datos generados por los sistemas de control. La identificación temprana y la respuesta eficaz a estos errores son fundamentales para mantener la continuidad operativa y minimizar el impacto en los procesos de fabricación automatizados (Oviedo., 2022).

2.2. Control automático en procesos industriales

El control automático en procesos industriales implica el uso de sistemas y métodos para regular y mantener condiciones óptimas de trabajo en el entorno industrial. Estos sistemas están diseñados para controlar variables clave como temperatura, presión, flujo, nivel y otras características

críticas para garantizar el rendimiento, la calidad y la seguridad del producto. Un elemento clave de la automatización es el uso de dispositivos y controladores que monitorean continuamente las variables del proceso y toman decisiones en tiempo real para ajustar los parámetros y mantener el sistema dentro del rango establecido (Levy et al., 2021).



Ilustración 2-2: Tablero de control de automático

Realizado por: Quito, D., 2024.

Un tablero de control automático posee diferentes componentes como: controladores lógicos programables (PLC) para automatizar procesos, sistemas de control distribuido (DCS) para la comunicación de equipos. El micro PLC permite la programación de una secuencia ordenada de diagramas de control personalizada con los requisitos del proceso, y el controlador PID ajusta la salida del sistema en respuesta a los cambios en las variables. Además, los sistemas de control distribuido permiten el seguimiento y control centralizados de muchos procesos conectados e interconectados en las instalaciones del laboratorio (Escarraga & Vásquez., 2022).

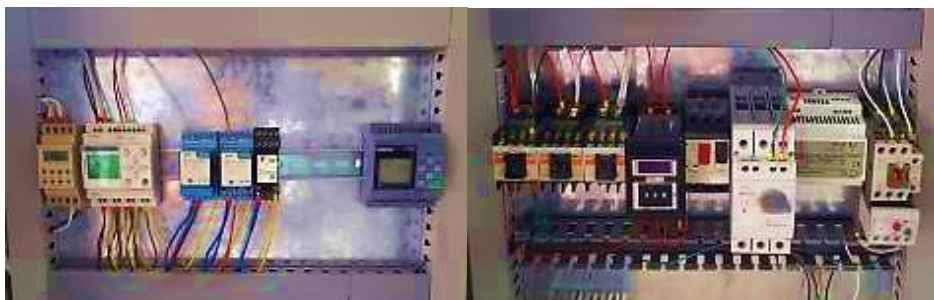


Ilustración 2-3: Componentes de un módulo de control automático

Realizado por: Quito, D., 2024.

El control automático en los procesos industriales tiene como objetivo mejorar la producción, con los distintos equipos que utilizan en los procesos, el cual reduce la intervención humana directa con las máquinas y garantiza respuestas rápidas y precisas ante los cambios en las condiciones del proceso. Esta forma adecuada de colocar los componentes mejora la estética y la seguridad de operario al trabajar sobre instalaciones industriales (Guevara & López., 2022).

2.3. Fallas eléctricas en un circuito de control en automatización industrial

2.3.1. *Conexiones flojas o mal ajustadas*

Las conexiones flojas o mal ajustadas son errores comunes en la instalación de los circuitos de control a causa de un mal ajuste o una mala colocación del cableado, lo que provoca que el circuito no realice la función requerida. Esto implica en el cableado de algunos componentes tales como: controladores programables, botoneras, luces piloto, selectores, indicadores de medida, potenciómetros, interruptores, contactores, relés, pantallas táctiles, borneras, etc. (Cóndor, 2019).

2.3.2. *Cortocircuitos*

Los cortocircuitos pueden producirse cuando cables de diferente polaridad entran en contacto directo, especialmente cuando se trabaja con placas de metal. Los cortocircuitos pueden deberse a cables pelados, conexiones defectuosas o componentes defectuosos. Además, podría deberse a errores de conexión o mala operación de los estudiantes que, al practicar con diferente número de cables, podría causar cierta confusión. Es importante identificar y corregir la causa del cortocircuito para garantizar la seguridad y el funcionamiento del sistema (Oviedo., 2022).

2.3.3. *Sobrecarga de corriente*

La sobrecarga puede ocurrir cuando una corriente mayor que la corriente nominal fluye a través de un circuito o componente. La causa más común de este tipo de daño se da al conectar demasiados cables en un solo terminal, el cual puede provocar un sobrecalentamiento en la entrada o salida de varios dispositivos y reducir el rendimiento. Por eso es crucial utilizar dispositivos de protección adecuados que permita prevenir la sobrecarga de corriente y garantizar la seguridad y el rendimiento del sistema (Oviedo, 2022).

2.3.4. *Fallas en dispositivos de protección*

Las fallas en dispositivos de protección ocurren cuando los componentes están mal diseñados para detectar condiciones anormales y tomar acciones correctivas donde no realizan su función de manera efectiva, Los dispositivos de buena calidad están fabricados de manera cuidadosa para soportar condiciones inusuales y evitar daños en los equipos de costo medio y alto. Hay muchos factores que provocan que estos dispositivos no funcionen correctamente o dejen de funcionar, una de las principales razones es que el dispositivo se acerca al final de su vida útil (Morán., 2022, pg.52).

2.3.5. Errores de cableado o conexión invertida

Los errores de cableado o las conexiones inversas hacen que los cables se conecten incorrectamente, lo que provoca que la polaridad o el orden del cableado no coincidan con la configuración deseada. Este error puede ocurrir en sistemas eléctricos de baja y media tensión, así como en sistemas electrónicos más complejos. Sin embargo, el funcionamiento a bajo voltaje no elimina la necesidad de tener en cuenta este tipo de errores (Egúsqiza., 2019).

2.3.6. Problemas de aislamiento

La falla de aislamiento en un módulo eléctrico significa que el sistema no puede mantener un aislamiento adecuado entre componentes o piezas que requieren estar aislados, para evitar flujos de corriente no deseados, cortocircuitos y descargas eléctricas en el sistema. Es importante trabajar con materiales no conductores a la hora de construir el módulo o, a su vez, si el material es metálico, tener en cuenta que esté bien aislado de cualquier tipo de contacto con elementos físicos y ciertos tipos de cableado (Guevara & López., 2022, pg.42)

2.3.7. Variaciones de voltaje

El problema de la variación o fluctuación de voltaje se refiere a cambios no deseados en los niveles de voltaje en un sistema eléctrico. Estas variaciones pueden manifestarse como un aumento o una disminución del voltaje y tienen una variedad de causas y efectos en los dispositivos eléctricos y electrónicos. Mantener un voltaje estable es importante para garantizar el normal funcionamiento y la durabilidad de los dispositivos a la red eléctrica. (Oviedo, 2022).

2.3.8. Problemas en la puesta a tierra

Los problemas de puesta a tierra son una técnica fundamental utilizada en sistemas eléctricos y electrónicos que implica conectar las partes metálicas o conductoras de un módulo a un punto de referencia eléctrico llamado tierra porque garantiza la seguridad de todo el sistema y reduce el riesgo de descarga eléctrica. Este punto de referencia común se establece conectando los componentes a tierra, normalmente mediante una conexión directa a tierra (Jurado., 2023).

2.3.9. Problemas en conectores y terminales

Los problemas de conectores y terminales en módulos eléctricos de automatización industrial se

refieren a dificultades o errores que pueden ocurrir en los conectores eléctricos, en los terminales de los propios conectores o en la conexión entre cables. Estos problemas pueden tener muchas causas y, si no se abordan adecuadamente, pueden afectar la confiabilidad y el rendimiento del sistema eléctrico (Jurado., 2023).

2.3.10. *Fallas en componentes electrónicos*

Las fallas de componentes electrónicos en módulos eléctricos de automatización industrial se refieren al mal funcionamiento o errores en los dispositivos electrónicos integrados con el sistema de control. Estos componentes incluyen, circuitos integrados, microcontroladores, transistores, resistencias, condensadores y otros componentes electrónicos ubicados en el panel de control. La falla de estos componentes afecta el rendimiento y la seguridad del sistema (Oviedo., 2022).

2.3.11. *Problemas de incompatibilidad*

Los problemas de incompatibilidad en la automatización industrial se refieren a situaciones en las que varios módulos eléctricos, componentes o subsistemas del sistema de automatización son incompatibles entre sí, lo que puede provocar errores de comunicación o incluso dañar el dispositivo. La incompatibilidad puede ocurrir debido a diferencias en interfaces, protocolos de comunicación, niveles de voltaje u otras características (Egúsqiza, 2019).

2.3.12. *Errores de configuración*

Los errores de configuración o ajustes mal realizados en el software de control pueden afectar la operación del tablero y los dispositivos conectados. Para prevenir estos fallos, es esencial realizar una instalación adecuada, seguir las normativas y estándares eléctricos, llevar a cabo un mantenimiento regular y utilizar componentes de alta calidad. Además, la implementación de buenas prácticas de diseño y documentación contribuye a la fiabilidad del sistema (Arica, 2022).

2.3.13. *Desgaste de contactores y relés*

El desgaste de contactores y relés se refiere al desgaste gradual de estos componentes eléctricos debido al uso y conmutación constante en sistemas automatizados. Los contactores y relés son dispositivos importantes en los circuitos eléctricos que controlan la corriente, lo que facilita la conexión y desconexión de cargas eléctricas. Estos dispositivos funcionan durante el funcionamiento normal y están sujetos al desgaste mecánico y eléctrico (Hudedmani et al., 2017).

2.4. Norma IEC 61439

La comisión electrotécnica internacional (IEC) es una organización líder a nivel mundial que publica estándares internacionales los cuales cumplen una amplia gama de tecnologías eléctricas y electrónicas el cual ayuda a respaldar la experiencia del conocimiento en varios campos como es la eficiencia eléctrica y energías renovables.

La norma IEC 61439 cubre la construcción de los tableros eléctricos de bajo voltaje, que incluye el diseño de un sistema que cumpla con los aspectos necesarios entre el tablero y el equipo, en el que se asegure su protección contra riesgos eléctricos, mecánicos, estructurales, y reduzca los ciclos de actualización del módulo (Antilao., 2022).

2.4.1. Las 10 consideraciones principales del estándar IEC 61439 (1 y 2)

Estas consideraciones contribuyen a garantizar tres objetivos básicos para su diseño y construcción los cuales son:

- Seguridad eléctrica.
- Disponibilidad eléctrica.
- Cumplimiento de los requisitos del usuario final.

En la Tabla 2-1 se muestra la capacidad de resistencia al estrés de voltaje, la capacidad de transporte de corriente, la capacidad de resistencia a cortocircuitos, la protección contra descargas eléctricas y la protección contra peligro de incendio o explosión.

Tabla 2-1: Seguridad eléctrica (primer objetivo)

Seguridad Eléctrica		
Capacidad de resistencia al estrés de voltaje		
Requisitos de diseño	Verificación de diseño	Verificación de rutina
-Aislamiento para soportar tensiones de larga duración, sobretensiones transitorias y temporales.	-Medición de holguras y distancias de fuga. -Prueba dieléctrica de frecuencia industrial.	-Inspección visual de espacios libres. -Prueba dieléctrica de frecuencia industrial.
Capacidad de transporte de corriente		
Requisitos de diseño	Verificación de diseño	Verificación de rutina
-Proteger contra quemaduras limitando las temperaturas	-Pruebas de aumento de temperatura o comparación con	-Inspección visual.

excesivas cuando cualquier circuito se carga continuamente a su corriente nominal.	un diseño de referencia probado, bajo condiciones restrictivas.	-Verificación aleatoria de estanqueidad.
Capacidad de resistencia a cortocircuitos		
Requisitos de diseño	Verificación de diseño	Verificación de rutina
-Resistir cortocircuitos mediante dispositivos de protección.	-Pruebas de cortocircuito del circuito principal, incluido el conductor neutro y del circuito de protección.	-Inspección visual.
Protección contra descargas eléctricas		
Requisitos de diseño	Verificación de diseño	Verificación de rutina
-Las partes vivas peligrosas no son accesibles (protección de aislamiento básica) y las partes conductoras accesibles no son peligrosas para la vida.	-Pruebas de funcionamiento mecánico. -Verificación de propiedades dieléctricas.	-Inspección visual de protección básica y de fallas.
Protección contra peligro de incendio o explosión		
Requisitos de diseño	Verificación de diseño	Verificación de rutina
-Proteger a las personas contra el riesgo de incendio: resistencia a elementos defectuosos incandescentes internos mediante la selección correcta de materiales.	-Prueba de hilo incandescente. -Prueba especial según IEC TR 61641, donde se especifique.	-Ninguno

Fuente: Schneider Electric - IEC Standard, 2019.

Realizado por: Quito, D., 2024.

En la Tabla 2-2 se muestra algunas indicaciones de la capacidad de mantenimiento, de modificación, y la compatibilidad electromagnética.

Tabla 2-2: Disponibilidad eléctrica (segundo objetivo)

Disponibilidad Eléctrica		
Capacidad de mantenimiento y modificación.		
Requisitos de diseño	Verificación de diseño	Verificación de rutina
-Aislamiento para soportar tensiones de larga duración, sobretensiones transitorias y temporales y aislamiento sólido.	-Medición de holguras y distancias de fuga. -Prueba dieléctrica de frecuencia industrial.	-Inspección visual de espacios libres -Prueba dieléctrica de frecuencia industrial.
Compatibilidad electromagnética		

Requisitos de diseño	Verificación de diseño	Verificación de rutina
-Funcionar correctamente y evitar la generación de perturbaciones mediante la incorporación de dispositivos electrónicos.	-Pruebas de Compatibilidad Electromagnética (EMC) según estándares de producto.	-Ninguno

Fuente: Schneider Electric - IEC Standard, 2019.

Realizado por: Quito, D., 2024.

En la Tabla 2-3 se muestra algunas indicaciones sobre la capacidad para operar la instalación eléctrica, capacidad para ser instalado en sitio y la protección de la asamblea contra condiciones ambientales.

Tabla 2-3: Cumplimiento de los requisitos del usuario final (tercer objetivo)

Cumplimiento de los requisitos del usuario final		
Capacidad para operar la instalación eléctrica.		
Requisitos de diseño	Verificación de diseño	Verificación de rutina
-Funcionar correctamente el esquema eléctrico con sus instalaciones operativas del acceso a Interfaz Humano-Máquina (HMI) mediante accesibilidad e identificación.	-Mediante inspección. -Prueba de tensión soportada por impulso de distancia de aislamiento para unidades extraíbles opcionales.	-Inspección visual. -Eficacia de los elementos actuadores mecánicos y prueba de funcionamiento.
Capacidad para ser instalado en sitio.		
Requisitos de diseño	Verificación de diseño	Verificación de rutina
-Resistir restricciones de manipulación, transporte y ser capaz de construir mediante la selección o diseño del gabinete y los terminales externos.	-Mediante inspección. Prueba de elevación, tomada de IEC 62208	-Número, tipo e identificación de terminales para conductores externos.
Protección de la asamblea contra condiciones ambientales.		
Requisitos de diseño	Verificación de diseño	Verificación de rutina
-Proteger el conjunto contra condiciones mecánicas y atmosféricas mediante la selección de materiales y disposiciones de diseño.	-Prueba de propiedad intelectual. -Prueba de corrosión. -Prueba UV (solo en exteriores).	-Ninguno.

Fuente: Schneider Electric - IEC Standard, 2019.

Realizado por: Quito, D., 2024.

2.5. Selección de materiales para el módulo

2.5.1. *Aluminio*



Ilustración 2-4: Estructura de aluminio

Fuente: HBCC, 2023.

El aluminio es un metal ligero y se utiliza en una amplia variedad de aplicaciones debido a sus propiedades físicas y químicas. Es comúnmente utilizado en la industria de la construcción para la fabricación de perfiles y estructuras, en la industria aeroespacial y automotriz para la construcción de piezas ligeras y resistentes, y en la industria eléctrica para la fabricación de cables y conductores eléctricos, entre muchas otras aplicaciones (Guevara & López., 2022).

2.5.2. *Panel de aluminio compuesto*



Ilustración 2-5: Panel de aluminio compuesto

Fuente: MONTANO, 2023.

Es un material de construcción formado por dos finas láminas de aluminio unidas a un núcleo de material termoplástico, normalmente polietileno. Se suelen utilizar para revestir fachadas de edificios, crear señales exteriores e interiores, producir mobiliario urbano, cubrir stands de exposición y publicidad, etc. La ubicuidad de sus acabados los convierte en una opción popular en la industria de la construcción (Mejía et al., 2019).

2.5.3. *Plancha metálica*

Las planchas galvanizadas son planchas laminadas en frío o calor con calidad ASTM A653 sometidas a un proceso de galvanizado, que genera un recubrimiento de zinc el mismo protege al acero contra la corrosión brindando mayor durabilidad, resistencia, versatilidad y economía.

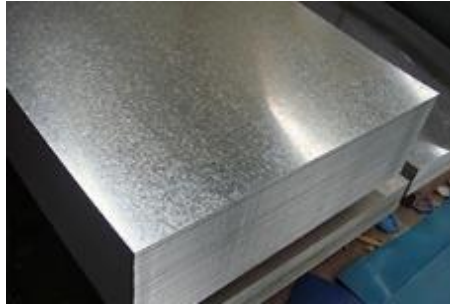


Ilustración 2-6: Plancha metálica para botoneras y pulsadores

Fuente: DISMETAL, 2023.

Esta plancha es muy útil para componentes eléctricos donde deben ser manipulados de manera continua, ya que debe soportar la presión realizada al pulsar y seleccionar de las perillas del selector y potenciómetro. La placa de metal ayuda a mantener los componentes eléctricos en su sitio sin que éstos sufran algún movimiento indeseado (Oviedo., 2022).

2.5.4. *Pintura anticorrosiva*



Ilustración 2-7: Pintura anticorrosiva

Fuente: El baratillo, 2023.

La función de la pintura anticorrosiva es cubrir la plancha metálica de los diferentes agentes corrosivos que se encuentran en el ambiente. Esta corrosión puede ocurrir debido a la exposición a la humedad o la cantidad de agua que se encuentran en ambientes industriales los cuales sufren contaminación. Al prevenir la corrosión, la pintura anticorrosiva prolonga la vida útil de los paneles metálicos y aísla cualquier contacto del panel de control y las luces indicadoras de la botonera, reduciendo la necesidad de mantenimiento y reparaciones regulares (Arica., 2022).

2.5.5. *Canaleta ranurada*

Las canaletas ranuradas son diseñadas para facilitar la gestión y organización de cables y conductores eléctricos en el tablero, lo que permiten el enrutamiento estructurado de cables eléctricos. Esto significa que los cables pueden organizarse de manera ordenada y seguir un patrón definido, lo que facilita la identificación, el mantenimiento y la resolución de problemas.



Ilustración 2-8: Canaleta ranurada

Fuente: AXA Soluciones en seguridad, 2023.

Además, proporciona acceso rápido y sencillo cuando necesita realizar cambios, agregar nuevos componentes o solucionar problemas. Esto es especialmente útil en entornos educativos donde las configuraciones del panel pueden cambiar con frecuencia (Hernández et al., 2020).

2.5.6. *Rieles DIN*

El riel DIN es un estándar industrial para montaje de componentes eléctricos en tableros, y proporciona un sistema de rieles normalizado que permite la fácil instalación y modificación de componentes eléctricos.



Ilustración 2-9: Rieles DIN

Fuente: UTILITY ELECTRICAL, 2022.

El uso de rieles DIN facilita el montaje de varios componentes eléctricos y su correcta instalación según los mejores estándares de circuitos elementos eléctricos. El riel DIN posee un estándar internacional, por lo que cualquier tipo de componente puede montarse en el riel DIN puesto que son compatibles entre sí (Hudedmani et al., 2017).

2.5.7. *Remaches de aluminio*



Ilustración 2-10: Remaches pop negro

Fuente: La casa del perno, 2023.

Los remaches de aluminio conocidos también como remaches ciegos tienen la cabeza con rodela pequeña fabricados en aluminio color negro. Su utilización es recomendada en estructuras y perfiles de aluminio donde la carga a soportar no sea muy elevada. Los remaches de aluminio son ideales para unir perfiles de estructuras de soporte y realizar el armado de la estructura y la base en que será montado los diferentes equipos y componentes a utilizar el cual satisface la correcta ubicación de elementos que se montan (Oviedo., 2022).

2.5.8. *Tornillos de punta broca cabeza plana*



Ilustración 2-11: Tornillos de punta broca cabeza plana 8x1/2”

Fuente: P&Y Pintura y yeso, 2023.

El tornillo cabeza de lenteja brocado es ideal para fijaciones de láminas de techos en PVC y cielos rasos. El tornillo posee un dibujo en forma de cruz, para trabajar con destornilladores estrella y los beneficios principales del tornillo cabeza de lenteja son su gran resistencia, así como su funcionalidad múltiple utilizado en distintos paneles de tableros eléctricos, en el que no existe la necesidad de tener que hacer una perforación previa para su colocación (Mejía et al., 2019).

2.5.9. *Terminales punteras simples y dobles*



Ilustración 2-12: Terminales punteras simples y dobles

Realizado por: Quito, D., 2024.

Las terminales punteras ayudan a tener una conexión segura entre los diferentes cables y los terminales de cada componente eléctrico. Estos terminales, son comúnmente utilizados para conexiones de cables flexibles, que proporcionan una unión segura al conectar circuitos eléctricos de manera eficiente. También ayudan a mantener la conducción de la señal eléctrica, reducir la pérdida de información al simular circuitos y corregir de errores en de conexión solo con visualizar en la pantalla táctil (Cóndor, 2019).

2.5.10. *Puente equipotencial*



Ilustración 2-13: Puente equipotencial

Realizado por: Quito, D., 2024.

El puente equipotencial sirve para realizar la conexión común en un bloque de borneras donde se iguala el potencial eléctrico entre las distintas partes del sistema, y punto donde se conectan más cables que necesiten ser alimentados. Su uso garantiza la seguridad y el funcionamiento adecuado del equipo al crear una conexión eléctrica adecuada el cual se coloca de acuerdo al número de borneras que se necesite alimentar. Si colocación y extracción es muy sencillo puesto que solo se utiliza un destornillador para montarlo o retirarlo (Arica, 2022).

2.5.11. Tapas y topes para bornera



Ilustración 2-14: Tornillos de punta broca cabeza plana 8x1/2''

Realizado por: Quito, D., 2024.

Las tapas de borneras actúan como barreras físicas, evitando toques accidentales que podrían provocar situaciones peligrosas, son utilizados para separar circuitos eléctricos, minimizando el riesgo de cortocircuitos, contacto accidental y acumulación de suciedad. Por otro lado, los topes garantizan una conexión estable y consistente, evitan movimientos no deseados de los cables y ayudan a mantener la integridad del sistema eléctrico en entornos industriales donde la seguridad y la confiabilidad están presentes (Parra & Moreno., 2019).

2.5.12. Enchufe con cable concéntrico y prensaestopa



Ilustración 2-15: Enchufe con cable concéntrico más prensaestopa

Realizado por: Quito, D., 2024.

El enchufe, la prensaestopa y el cable concéntrico se utilizan para un montaje seguro el módulo eléctrico, ya que el cable concéntrico posee tres cables internos de calibre 14 AWG para fase, neutro y puesta a tierra. Son componentes importantes de los sistemas de conexiones seguras para equipos y aparatos en entornos industriales proporcionando una operación confiable en los equipos eléctricos en sistemas automatizados. El cable soporta una tensión de 120 VAC, y el enrutamiento de cables ayuda a deteriorarse ante el polvo y humedad (CAMEI S.A, 2023).

2.6. Tipos de sistemas de control utilizados en la detección de fallas

2.6.1. *Sistemas de control*

Los sistemas de control industriales pueden programarse para supervisar y controlar una variedad de procesos, incluyendo la detección de fallas. Se utilizan para automatizar sistemas eléctricos y pueden programarse para responder a condiciones anormales (Escaño et al., 2019).

2.6.2. *Sistemas de control basados en microcontroladores*

Los microcontroladores son chips de computadora programables utilizados para controlar sistemas electrónicos. Se pueden programar para monitorear y detectar fallas eléctricas en sistemas más pequeños o específicos (Escaño et al., 2019).

2.6.3. *Sistemas de control de procesos industriales*

Estos sistemas son utilizados en entornos industriales y de fabricación para supervisar y controlar procesos complejos. Pueden integrar funciones de detección de fallas para garantizar la seguridad y la continuidad de la producción (Escaño et al., 2019).

2.6.4. *Sistemas de control distribuido (DCS)*

Los DCS son utilizados en industrias de procesos y plantas químicas para controlar y supervisar una amplia gama de dispositivos y procesos. Pueden incluir funciones de detección de fallas para garantizar la operación segura de los sistemas (Escaño et al., 2019).

2.6.5. *Sistemas de control de acceso y seguridad eléctrica*

Estos sistemas se utilizan para controlar el acceso a áreas sensibles o para proteger equipos eléctricos. Pueden incluir sistemas de detección de fallas para garantizar la seguridad del personal y de los equipos (Escaño et al., 2019).

2.6.6. *Sistemas de control de red eléctrica*

En el caso de las redes eléctricas, se utilizan sistemas de control para monitorear la distribución de energía y minimizar el impacto de interrupciones (Escaño et al., 2019).

2.7. Interfaz de programación

El interfaz de programación en LOGO Soft Comfort V8.3 se inicia con un diagrama que permite la realización de esquemas de circuitos eléctricos. En esta área se pueden agregar las constantes y los diagramas necesarios según la programación que se requiera diseñar (Caicedo, 2019).

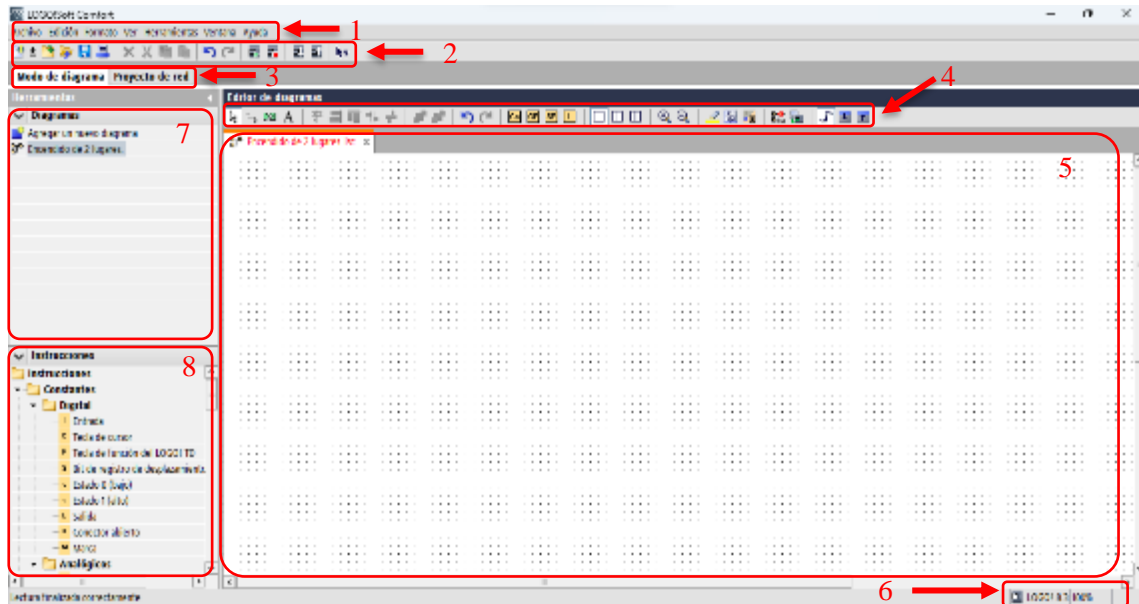


Ilustración 2-16: Interfaz de programación

Fuente: MANUAL LOGO, 2023.

Realizado por: Quito, D., 2024.

Tabla 2-4: Partes de la interfaz de programación

1	Barra de menús.	5	Interfaz de programación.
2	Barra de herramienta “Estándar”.	6	Barra de estado.
3	Barra de modo.	7	Árbol de diagramas.
4	Barra de herramienta.	8	Árbol de operaciones.

Fuente: MANUAL LOGO, 2023.

Realizado por: Quito, D., 2024.

2.7.1. Lenguaje de programación FUP

El lenguaje de programación FUP o FBD (Diagrama de bloques de funciones) en Logo Soft Comfort es una herramienta visual y gráfica para programar controladores lógicos programables (PLC) Siemens. Se basa en el concepto de diagramas de bloques funcionales, donde los programas se construyen a partir de bloques interconectados que representan funciones de control específicas. Cada bloque puede contener entradas, salidas y variables internas, lo que permite una lógica de control modular compleja (Hudedmani et al., 2017).

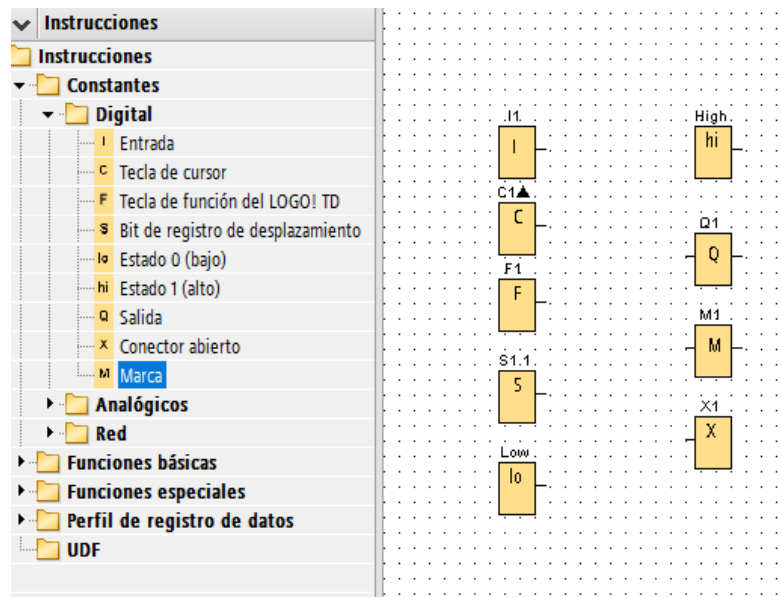


Ilustración 2-17: Diagramas digitales

Realizado por: Quito, D., 2024.

Los diagramas de bloques de funciones son especialmente útiles al momento de diseñar e implementar sistemas de control en entornos de laboratorio donde la agilidad y seguridad son importantes. Este lenguaje hace que sea más fácil comprender y realizar circuitos, así como modificarlo y mantenerlo. Además, FBD admite otros lenguajes de programación de micro PLC conocidos, donde se puede integrar y combinar de manera flexible muchos métodos de programación según las necesidades del circuito a realizar (Hudedmani et al., 2017).

2.8. Módulo de control automático

Un módulo de control automático para detección y simulación de fallas eléctricas es un sistema electrónico diseñado para supervisar y controlar un sistema eléctrico o electrónico con el propósito de identificar y responder a condiciones anormales o fallas en dicho sistema. Este módulo utiliza sensores, circuitos y lógica de control para detectar fallas, como cortocircuitos, sobrecargas, entre otros, y tomar medidas adecuadas, como el aislamiento de la parte afectada o la generación de alarmas (Parra & Moreno., 2019).

2.8.1. Definición y funciones del módulo de control automático

2.8.1.1. Monitoreo continuo

El módulo supervisa constantemente el sistema eléctrico en busca de condiciones anormales, como variaciones en la corriente, el voltaje o la temperatura (Andrango & Changoluiza, 2023).

2.8.1.2. Detección de fallas

Detecta y diagnostica diferentes tipos de fallas eléctricas, como cortocircuitos, sobrecargas, fluctuaciones de voltaje y otros problemas eléctricos (Escaño et al., 2019).

2.8.1.3. Generación de alarmas

Cuando se detecta una falla o condición anormal, el módulo genera alarmas visuales o audibles para alertar a los operadores o al personal de mantenimiento (Escaño et al., 2019).

2.8.1.4. Aislamiento de fallas

En algunos casos, el módulo puede tomar medidas para aislar la parte afectada del sistema eléctrico con el fin de prevenir daños mayores. Todo esto depende de su configuración y la programación que se realiza (Escaño et al., 2019).

2.8.1.5. Registro de datos

Registra datos y eventos relacionados con las fallas eléctricas, lo que permite el análisis y la posterior resolución de problemas (Escaño et al., 2019).

2.8.1.6. Comunicación

Puede estar equipado con capacidades de comunicación para informar a sistemas de supervisión centralizados o enviar alertas por correo electrónico o mensajes de texto a los responsables de la operación y el mantenimiento (Escaño et al., 2019).

2.8.1.7. Reinicio automático

En algunas situaciones, el módulo puede intentar restablecer el sistema eléctrico después de la falla una vez que se ha identificado y aislado la causa (Escaño et al., 2019).

2.8.1.8. Autodiagnóstico

Realiza pruebas de autodiagnóstico para garantizar su funcionamiento correcto y la integridad de los componentes con los que se está trabajando en el circuito de control (Escaño et al., 2019).

2.8.1.9. Integración con sistemas de control más amplios

Puede estar diseñado para integrarse con sistemas de control más amplios, como sistemas de control de procesos industriales en el que existe una comunicación entre micro autómatas programables con pantallas táctiles (Escaño et al., 2019).

2.8.2. Objetivos en la detección de fallas eléctricas

Los objetivos en la detección de fallas eléctricas son fundamentales para garantizar la seguridad y la confiabilidad de los sistemas eléctricos. Estos objetivos varían según la aplicación y la importancia del sistema eléctrico, los principales objetivos incluyen:

- Prevenir accidentes: Evite accidentes eléctricos que puedan poner en peligro vidas o causar daños a la propiedad.
- Mantenimiento predictivo: Identifique los problemas antes de que se conviertan en fallas importantes, garantizando un mantenimiento proactivo en lugar de un mantenimiento pasivo, reduciendo costos y tiempos de inactividad.
- Proteger equipos y componentes: Evite daños a equipos y componentes eléctricos costosos identificando y corrigiendo condiciones anormales.
- Más seguridad en el lugar de trabajo: Mejorar la seguridad en el lugar de trabajo identificando y previniendo errores que ponen en riesgo a los trabajadores.
- Reducir las pérdidas económicas: Minimizar las pérdidas económicas debido a cortes de energía, daños a los equipos y pérdidas de producción (Mejía et al., 2019).

2.9. Módulo eléctrico con enfoque ergonómico

Un módulo eléctrico didáctico debe tener una relación con la ergonomía para garantizar un entorno de aprendizaje seguro, cómodo y eficiente para los usuarios. La ergonomía se refiere al diseño de lugares de trabajo, productos y sistemas para que se adapten a las capacidades y limitaciones físicas y cognitivas de las personas. En el ámbito estudiantil los estudiantes son las principales personas quienes están en constante manipulación del equipo y es donde se debe tener en cuenta las características necesarias para su cómoda utilización en el lugar de prácticas y simulaciones efectuadas sobre las conexiones. A continuación, se describen algunas consideraciones importantes sobre cómo debería relacionarse un módulo eléctrico didáctico con la ergonomía para una mejor presentación en su lugar de práctica (Hernández et al., 2020).

2.9.1. Accesibilidad y visibilidad

Los controles, interruptores, luces piloto y otros elementos del módulo deben estar ubicados de manera que sean fácilmente accesibles y visibles para los usuarios. Esto facilita la interacción y el monitoreo (Levy et al., 2021).

2.9.2. Altura y diseño del mobiliario

La altura del módulo de control y el lugar de trabajo debe ajustarse a la estatura promedio de los estudiantes para evitar que tengan posturas incómodas o forzadas durante las actividades (Levy et al., 2021).

2.9.3. Iluminación adecuada

Se debe proporcionar una iluminación adecuada en el área de trabajo para garantizar una lectura clara de las etiquetas, indicadores y controles. La iluminación indirecta puede reducir el deslumbramiento (Levy et al., 2021).

2.9.4. Interfaz de usuario intuitiva

La disposición de los elementos en el módulo debe seguir una lógica clara y ordenada. Esto facilita la comprensión y operación del sistema, contribuyendo a una experiencia de aprendizaje más efectiva (Levy et al., 2021).

2.9.5. Seguridad y prevención de fatiga

Se deben evitar arreglos que puedan provocar lesiones, tropiezos o fatiga innecesaria. Los cables y conexiones deben estar ordenados y seguros dentro de la respectiva canaleta ranurada. Los botones y controles deben ser de un tamaño y forma adecuados para facilitar su uso sin causar fatiga excesiva (Levy et al., 2021).

2.9.6. Flexibilidad en la configuración

Cuando sea posible, el módulo debe permitir ajustes personalizados para adaptarse a diferentes estudiantes. Esto es especialmente importante en entornos educativos con estudiantes de diversas edades y estaturas (Levy et al., 2021).

2.9.7. Documentación clara y accesible

Los manuales de instrucciones y las etiquetas deben estar escritos de manera clara y ser fácilmente legibles. Esto facilita la ejecución rápida de las prácticas y la utilización correcta de los programas al momento de realizar la simulación (Levy et al., 2021).

2.9.8. Elementos de protección

Si el módulo tiene componentes con bordes afilados, estos deben estar protegidos para evitar lesiones. Incorporar sistemas de seguridad, como botones de parada de emergencia, cuando sea necesario (Levy et al., 2021).

2.9.9. Facilidad de mantenimiento

Si es necesario realizar mantenimiento o reparaciones, el módulo debe diseñarse para permitir un fácil acceso a los componentes internos sin dificultades ergonómicas. Es importante que el diseño permita realizar un correcto mantenimiento de todas las partes del módulo, sin la necesidad de desmontar ninguna de sus partes o componentes (Levy et al., 2021).

2.10. Módulo eléctrico enfocado a la didáctica

Un módulo eléctrico diseñado para simulaciones de aprendizaje debe tener una estrecha relación con la didáctica, es decir, con las metodologías y estrategias pedagógicas que facilitan el proceso de enseñanza y aprendizaje. La integración efectiva de principios didácticos en el diseño del módulo mejora la experiencia de aprendizaje y permite que los estudiantes adquieran conocimientos de manera más efectiva. La relación efectiva entre un módulo eléctrico y la didáctica es esencial para maximizar el impacto educativo. Un diseño bien pensado, que tenga en cuenta los principios pedagógicos, contribuirá significativamente al éxito del aprendizaje de los estudiantes. Existe algunas consideraciones sobre la relación entre un módulo eléctrico para simulaciones de aprendizaje y la didáctica (Escarraga & Vásquez., 2022).

2.10.1. Objetivos de aprendizaje claros

El diseño del módulo debe alinearse con objetivos educativos claros. Cada simulación debe tener un propósito específico en términos de lo que se espera que los estudiantes aprendan y realicen sus prácticas (Escaño et al., 2019).

2.10.2. Secuencia lógica de contenido

La disposición de las simulaciones y actividades en el módulo debe seguir una secuencia lógica que refleje la progresión de los conceptos desde lo básico hasta lo avanzado. Esto facilita la comprensión gradual de todo el proceso para la ejecución de circuitos a simular, bajo la realización de las guías de operación (Escaño et al., 2019).

2.10.3. Interactividad y participación

La interactividad es clave en la didáctica moderna. El módulo debe fomentar la participación activa de los estudiantes a través de simulaciones interactivas, preguntas interactivas o actividades prácticas (Escaño et al., 2019).

2.10.4. Retroalimentación inmediata

Incorporar mecanismos de retroalimentación inmediata después de cada simulación o actividad ayuda a los estudiantes a comprender sus errores y a mejorar. La retroalimentación constructiva es esencial para el proceso de aprendizaje (Escaño et al., 2019).

2.10.5. Contextualización y aplicación práctica

Las simulaciones deben contextualizarse y relacionarse con situaciones del mundo real. Los estudiantes deben poder ver la aplicación práctica de los conceptos eléctricos que están aprendiendo (Escaño et al., 2019).

2.10.6. Facilidad de uso y navegación

La interfaz del módulo debe ser intuitiva y fácil de usar. Una navegación clara y estructurada facilita que los estudiantes se centren en los objetivos de aprendizaje en lugar de luchar con la tecnología (Escaño et al., 2019).

2.10.7. Escenarios problemáticos y resolución de problemas

Integrar escenarios problemáticos dentro de las simulaciones para desafiar a los estudiantes y fomentar la resolución de problemas. Esto promueve el pensamiento crítico y la aplicación práctica de los conocimientos (Escaño et al., 2019).

2.10.8. *Material de apoyo didáctico*

Acompañar las simulaciones con material didáctico adicional, como guías de estudio, tutoriales y recursos multimedia. Esto brinda a los estudiantes recursos adicionales para reforzar los conceptos (Escaño et al., 2019).

2.10.9. *Evaluación formativa*

Incorporar elementos de evaluación formativa durante y después de las simulaciones para evaluar el progreso de los estudiantes. Esto permite ajustar la instrucción según sea necesario (Escarraga & Vásquez., 2022).

2.11. Sistema eléctrico del laboratorio

Un laboratorio puede estar equipado con una variedad de componentes y sistemas eléctricos típicos para llevar a cabo experimentos, investigaciones y pruebas en diversas disciplinas. Estos componentes y sistemas pueden variar según el tipo de laboratorio y sus necesidades específicas (García et al., 2019).

2.11.1. *Componentes y sistemas eléctricos típicos en un laboratorio*

- Fuente de alimentación principal: El laboratorio está conectado a la fuente de alimentación principal, que proporciona la energía necesaria para alimentar todos los equipos y sistemas eléctricos del laboratorio.
- Equipos de seguridad: Incluyendo sistema de alarma contra incendios, sistema de seguridad eléctrica y sistema de detección de gas.
- Sistema de aire acondicionado eléctrico: En laboratorios sensibles, se pueden utilizar sistemas de acondicionamiento de energía para garantizar la calidad de la energía y proteger los equipos de interferencias eléctricas (Escarraga & Vásquez., 2022).

2.11.2. *Importancia de la seguridad eléctrica en el sistema*

La seguridad eléctrica en un sistema es de suma importancia por varias razones fundamentales:

- Protección de la vida: La seguridad eléctrica es necesaria para proteger la vida y la salud de las personas que trabajan cerca de las instalaciones eléctricas. Los accidentes eléctricos pueden provocar la muerte o lesiones graves, por lo que prevenirlos es una

prioridad absoluta.

- Cumplir con normas y regulaciones: Muchos países tienen normas y regulaciones estrictas de seguridad eléctrica que debes seguir por razones legales y de responsabilidad. El incumplimiento de estas normas puede dar lugar a sanciones y multas legales.
- Reducción de costes de mantenimiento: La seguridad eléctrica promueve el mantenimiento preventivo y predictivo, lo que ahorra costes respecto al mantenimiento tras una falla (García et al., 2019).

CAPÍTULO III

3. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA LA DETECCIÓN DE FALLAS ELÉCTRICAS

En este capítulo se tratará sobre los requerimientos para el diseño y los parámetros de construcción del módulo. Para obtener una mejor alternativa en su función, precio, calidad y necesidad de diseño, según las fallas más comunes que se pueden presentar, el cual permita construir el módulo con un enfoque más claro, en el que se pueda realizar las prácticas de simulación de fallos correspondientes a circuitos de control, misma que servirá para un mejor aprendizaje del estudiante y mejorar el nivel académico de la Carrera de Mantenimiento Industrial.

3.1. Consideraciones para el diseño estructural del módulo

Después de haber comprendido claramente el enfoque educativo a alcanzar con la construcción del módulo, que está alineado con el plan de estudios de la carrera, y el propósito de estimular el aprendizaje teórico-práctico, los estudiantes tendrán la oportunidad de interactuar directamente con el módulo, realizar experimentos y ver los resultados en tiempo real. Es por ello que se lo diseña y construye de forma modular, para permitir la expansión o actualización en el futuro. Esto facilita la adaptación del módulo a diferentes temas o niveles de complejidad.

El interfaz de usuario es intuitivo y de fácil operación que permite que los estudiantes se centren en los conceptos clave para agilizar las simulaciones, identificando el cableado con sus respectivos nombres en las borneras y una documentación detallada en el que incluye un manual de operación, planos eléctricos, planos mecánicos y la guía para la práctica de laboratorio. Esta documentación será esencial para el aprendizaje autónomo.

La integración del modelado su visualización permitirá comprender conceptos abstractos y ver cómo se aplican en la práctica de la conexión física. Se debe priorizar la seguridad en el diseño y asegurar de que el módulo no presente riesgos que pueda afectar a los estudiantes, y a su vez tengan una información clara sobre las prácticas laborales seguras.

La conectividad del módulo con la computadora lo que permite la integración con los programas de LOGO Soft Comfort V8.3 y DOP Soft 4.00.16, los cuales incorporan funciones que proporcionan retroalimentación inmediata a los estudiantes sobre sus acciones. Esto facilita la

comprensión de las consecuencias de las decisiones tomadas en el sistema de control.

Se utilizó materiales confiables y de buena calidad que puedan soportar el uso repetido en entornos de laboratorio para mantener el costo del módulo en un rango accesible para la institución y considerar opciones para facilitar la accesibilidad a los estudiantes y maximizar el impacto educativo que permita tener una experiencia de aprendizaje efectiva.

3.2. Criterio para el diseño eléctrico y adecuación de componentes

En el mundo de la automatización industrial y las diferentes conexiones de control que se realizan en los módulos eléctricos, se pueden presentar diferentes tipos de fallas eléctricas, entre las más comunes están las malas maniobras del operador, instalaciones incorrectas, mala calidad de componentes, mal diseño del módulo, mala adecuación de componentes, etc. Los cuales afectan o disminuyen el rendimiento del sistema.

Este proyecto atenderá las fallas más comunes como, cables desconectados tanto de los pulsadores, luces pilotos, selector, indicador de alarma o a su vez la conexión y desconexión de algún componente extra que se le añade al circuito como, sensores inductivos o sensores de temperatura, que se podrá visualizar tanto en la pantalla del micro PLC LOGO y en la pantalla táctil HMI.

Existe una infinidad de circuitos de control que podrían ser simulados, sin embargo, se tiene en cuenta los circuitos más comunes utilizados y aplicados en la industria, teniendo como prioridad principal la seguridad del operador.

Algunos de los circuitos que abarca estas consideraciones puede ser, el encender un motor siempre y cuando la puerta del área esté cerrada, dar un aviso de alarma cuando se active el relé y simule la existencia de sobrecarga en el motor, indicar con su respectiva luz piloto cuando un motor de cuchillas en un molino esté en movimiento, etc. Sin embargo, las fallas que se va a simular son las siguientes:

- Encendido de dos motores únicamente cuando el sensor detecta el estado de la puerta cerrada.
- Encendido de un motor con activación de alarma por sobrecarga en relé.
- Arranque de motor con identificación de colores en la pantalla del micro PLC.
- Arranque de un motor desde dos salas de control.

Analizar estos temas y saber que fallas se va a simular, permite tener una mayor claridad para proceder a realizar el diseño del módulo, en la que abarque todas estas consideraciones tanto en la parte estructural y en la parte de estética de los componentes a implementar.

3.3. Ubicación del Laboratorio de Mantenimiento Correctivo



Ilustración 3-1: Laboratorio de Mantenimiento Correctivo

Realizado por: Quito, D., 2024.

El lugar al que se destinará la colocación del módulo, es el laboratorio de Mantenimiento Correctivo de la Carrera de Mantenimiento Industrial, en dicho laboratorio existen algunas mesas de trabajo y sobre una de ellas se situará el módulo. Se debe tener en cuenta la optimización del espacio de la mesa ya que en éstas se realizan otras prácticas.



Ilustración 3-2: Ubicación exacta para el módulo

Realizado por: Quito, D., 2024.

La ubicación exacta para la colocación del módulo dentro del laboratorio se situará sobre la mesa de trabajo, en el que los estudiantes tienen toda la facilidad de poder manipular cualquier componente y a su vez utilizar de manera rápida las herramientas necesarias que se encuentran en

la parte posterior del módulo, garantizando un aprendizaje de calidad durante el desarrollo de las prácticas.

3.4. Consideración de la altura promedio del módulo

El promedio de estatura de los estudiantes es una consideración muy importante para el diseño del módulo y según la revista ECUADOREC en Ecuador el promedio de estatura de los hombres es de 1,64 a 1,67 m y de las mujeres de 1,52 a 1,54 m el cual nos da como un promedio general estimado de 1,59 m. A más de eso considerando que se puede hacer una breve elevación de los brazos que puede ser en un promedio estimado de 0,11 m se concluyó que el módulo debe tener una altura máxima de 1,70 m una vez colocado en la mesa y medido desde el piso para que sea acorde y suficiente a la estatura promedio de los estudiantes.

La medida de la mesa de trabajo desde el piso tiene una altura de 0,86 m por 0,65 m de ancho, por lo que el módulo se debe diseñar a una altura de 0.84 m por 0.50 m de ancho.

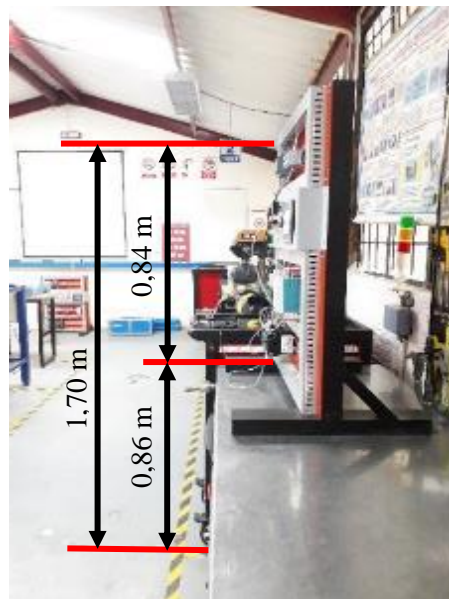


Ilustración 3-3: Altura máxima del módulo

Realizado por: Quito, D., 2024.

3.5. Software para diseños mecánicos (Solidworks)

El software de diseño asistido por computadora (Solidworks) es de gran utilidad para el diseño del módulo ya que es una herramienta muy versátil que permite generar diseños tridimensionales para visualizar, analizar y compartir los diseños de manera eficiente. Con este programa, se realizará el diseño estructural del módulo en el que se podrá detallar las diferentes partes de la

estructura y modelar en tres dimensiones el avance del diseño, para ubicar de manera estética las diferentes partes de piezas y componentes que se utilizarán, con la opción de modificar cualquier parte de la estructura en caso de ser necesario.

3.6. Diseño de materialización

En la Ilustración 3-4 se muestra el esquema general, de cómo va a constar el módulo a construir, incluyendo los componentes que serán colocados, para posteriormente realizar el modelado de la estructura completa, así como la selección del materiales y componentes adecuados para la construcción.

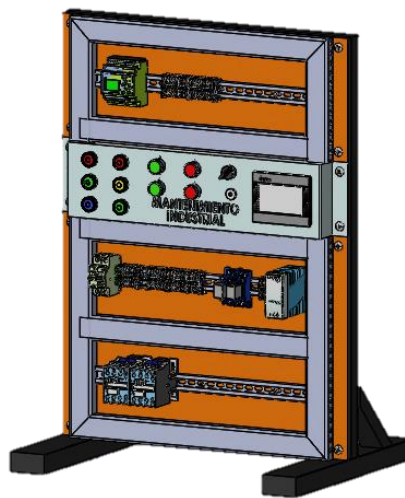


Ilustración 3-4: Vista general del módulo

Realizado por: Quito, D., 2024.

3.6.1. Diseño de la estructura modular

La estructura del módulo es la parte fundamental que soporta el peso de todos los elementos y componentes, por lo cual se diseña con buenas bases de estabilidad y resistencia. Una estructura bien diseñada garantiza la seguridad a los estudiantes, la durabilidad del módulo y una manipulación segura. Este módulo presenta una base rígida con un ángulo de soporte a 45° que ayuda a que el perfil vertical sea completamente perpendicular a la base, el cual se debe mantener firme a medida que se sigue agregando el resto elementos y piezas.

Para este diseño se considera también el enfoque educativo, en el que es necesario que sea transportable para que los estudiantes puedan realizar cambios y ajustes frecuentes en la disposición del laboratorio. El aluminio es la mejor opción, al ser un metal ligero que facilita la manipulación y el montaje de la estructura.

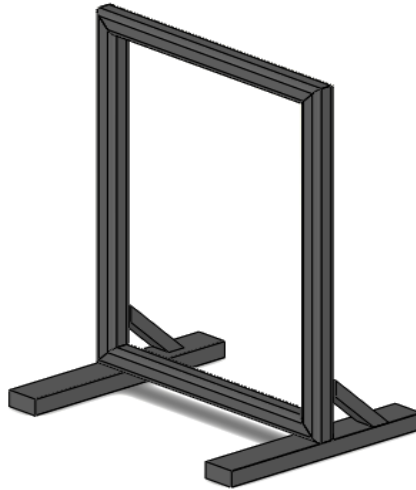


Ilustración 3-5: Estructura del módulo

Realizado por: Quito, D., 2024.

En la parte del perfil vertical del módulo, se colocarán los paneles de aluminio para el montaje del resto de componentes y en la parte de las bases que consta de dos patas firmes al piso, se agrega una barra de soporte para la sujeción del perfil vertical.

3.6.2. *Diseño del panel de aluminio superior e inferior*



Ilustración 3-6: Panel de aluminio compuesto

Realizado por: Quito, D., 2024.

El panel de aluminio compuesto en un módulo eléctrico sirve para montar componentes eléctricos con una facilidad de perforación, especialmente para la colocación de rieles DIN ya que consiste en dos láminas delgadas de aluminio unidas a un núcleo de polietileno. Ofrece algunas ventajas siendo algunas de las más generales como la ligereza y facilidad de manejo en comparación con otros materiales, lo que facilita su manipulación y transporte. Además, son duraderos y resistentes a la corrosión, el cual asegura una vida útil prolongada del tablero eléctrico.

3.6.3. *Diseño de la plancha metálica*

En la Ilustración 3-7 se observa la vista frontal y posterior de la plancha metálica con el agujerado para las luces piloto, los indicadores de medida, los pulsadores, el selector, el potenciómetro, la pantalla táctil y el nombre de la carrera.

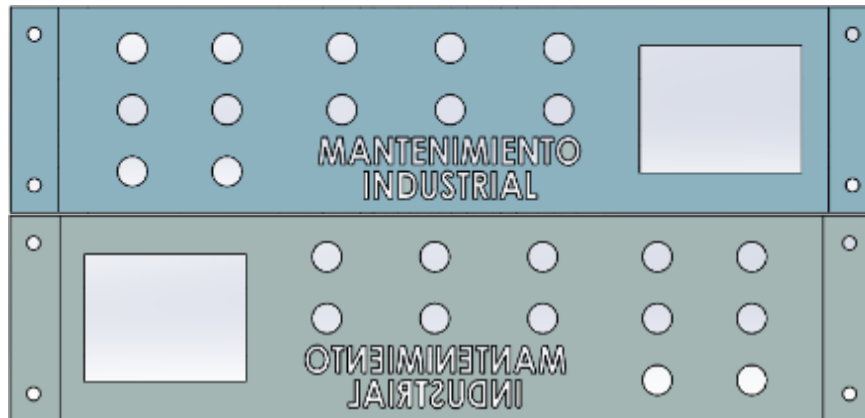


Ilustración 3-7: Vista frontal y posterior de la botonera.

Realizado por: Quito, D., 2024.

La plancha metálica brindará varias ventajas como la rigidez y resistencia al instalar componentes eléctricos, lo que contribuye a mantener los componentes en su lugar de manera segura, incluso cuando se manipulan o presionan los pulsadores.

3.6.4. *Diseño de la canaleta ranurada*

En la Ilustración 3-8 se muestra el diseño de la canaleta ranurada que se ocupará para montar sobre el panel de aluminio una vez que se retire la tapa de la canaleta.

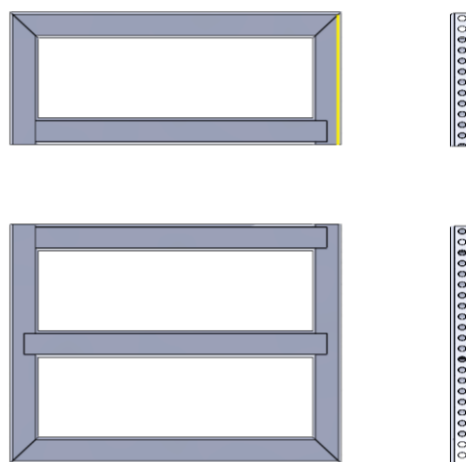


Ilustración 3-8: Canaleta ranurada

Realizado por: Quito, D., 2024

Estas canaletas sirven para organizar de manera ordenada los cables y seguir un patrón definido, lo que facilita la identificación, el mantenimiento y la resolución de problemas, el cual proporciona una capa de protección para los cables, ayudando a prevenir daños físicos y reducir el riesgo de cortocircuitos o problemas relacionados con el desgaste del aislamiento.

3.6.5. *Diseño de los rieles DIN*

En la Ilustración 3-9 se observa las rieles DIN montadas en el panel de aluminio, en el que se montarán los diferentes componentes eléctricos.

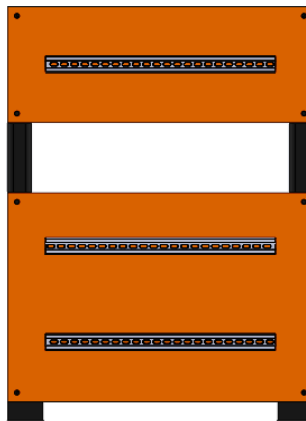


Ilustración 3-9: Riel DIN

Realizado por: Quito, D., 2024.

Los rieles DIN permiten el fácil montaje y modificación de componentes eléctricos con una adecuada ubicación de los elementos ya diseñados, como relés, contactores, disyuntor, fuente de alimentación, borneras y otros componentes eléctricos, que se pueden montar de manera rápida y sencilla. Para el montaje de la mayoría de componentes lo único que se necesita es un destornillador plano.

3.7. **Selección de equipos y componentes para el sistema eléctrico**

La selección de equipos y componentes para el sistema eléctrico del módulo de control automático destinado a la simulación de fallas eléctricas, implica la elección cuidadosa de equipos, componentes y elementos que permita simular y controlar las condiciones de las fallas eléctricas de manera precisa y segura.

A continuación, se presenta los diferentes componentes que se emplearán para la parte eléctrica del módulo que se caracterizan por sus marcas reconocidas, las cuales han tenido mucha acogida por su seguridad total al momento de trabajar con ellas.

3.7.1. Micro PLC LOGO 12/24RCE Siemens

El micro PLC LOGO de Siemens 12/24 RCE tiene las entradas digitales por las que se conecta diferentes componentes como, pulsadores, sensores, selectores, etc. Cuando una entrada detecta un cambio de estado, interpreta este cambio como una entrada lógica (verdadero o falso) para ejecutar las instrucciones de acuerdo al circuito de control.

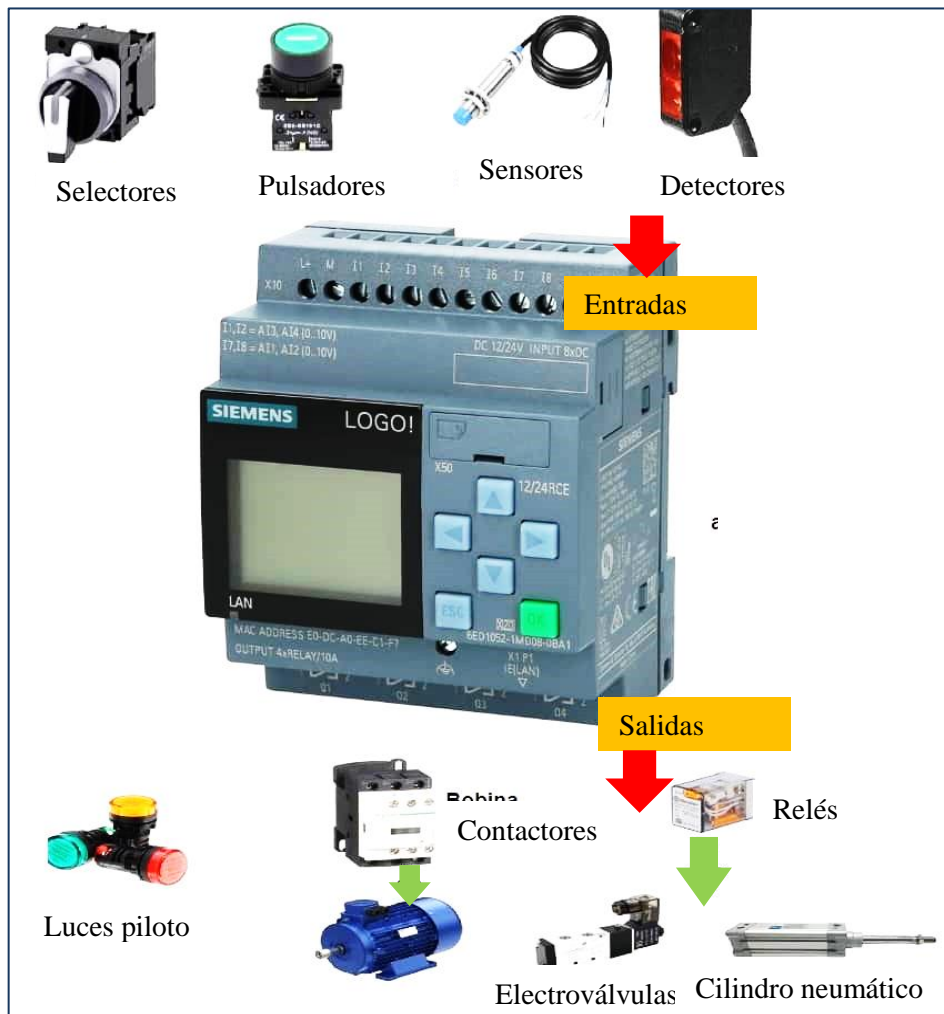


Ilustración 3-10: LOGO de Siemens 12/24 RCE V8.3

Fuente: ÁREATECNOLOGÍA, 2023.

Realizado por: Quito, D., 2024.

Las salidas del LOGO 12/24 RCE se conectan a diferentes dispositivos como luces piloto, contactores, relés, etc. Cuando se ejecuta una instrucción la salida debe activarse o desactivarse dependiendo del tipo de circuito simulado, donde la señal puede ser voltaje de control, una corriente eléctrica o un pulso de señal. Este proceso de entrada y salida es fundamental en la simulación de circuitos eléctricos ya que abarca una gran cantidad de dispositivos que conectados al micro PLC trabajan de manera ordenada.

3.7.1.1. Características del micro PLC LOGO 12/24RCE

En la Tabla 3-1 se muestra las características del micro PLC LOGO 12/24 RCE, el cual se utiliza en este módulo ya que tiene una gran ventaja en la detección de fallas eléctricas.

Tabla 3-1: Características del LOGO

LOGO 12/24 RCE	
$L^+ =$	10.8...28.8 VDC
$I_{12VDC} =$	50...165 mA
$I_{24VDC} =$	25...90 mA
$I3...I6 =$	1 : > 8.5 VDC; I > 1.5 mA
	0 : < 5 VDC; I < 0.88 mA
$I1...I2 =$	1 : > 8.5 VDC; I > 0.12 mA
$I7...I8 =$	0 : < 5 VDC; I < 0.07 mA

Fuente: SIEMENS LOGO, 2023.

Realizado por: Quito, D., 2024.

Se utiliza el micro PLC LOGO de marca SIEMENS el cual facilita la forma de programar y configurar, incluso para estudiantes con poca experiencia en programación de PLC. Su diseño es confiable y lo convierte en una buena opción para aplicaciones como los circuitos eléctricos en el que se requiere un control preciso. Este dispositivo se encuentra muy a menudo porque proporciona una solución rápida en la identificación de fallas.

3.7.1.2. Entradas digitales y analógicas

Para las entradas digitales se especifica el tipo de señal que se espera recibir puede ser “0” o “1” cuando un dispositivo externo se activa o se inactiva. En caso de entradas digitales, la entrada recibe señales digitales y este estado se interpreta según el umbral en el que se configura.

Para las entradas analógicas se configura para recibir señales de voltaje o corriente dentro de un rango. En este caso el micro PLC convierte la señal analógica que ingresa a un valor digital para que pueda ser utilizado en el programa y realizar acciones más precisas y específicas,

Es por ello que se debe tener en cuenta la acción que se desea realizar con los diferentes dispositivos y configurar de la manera correcta. En caso de que se requiera entradas analógicas se lo puede configurar en las cuatro entradas digitales de I1, I2, I7 e I8.

Tabla 3-2: Entradas digitales y analógicas

I1 digital o AI3 analógico (0...10V)	Disponible para LOGO 12/24RCE / RCEo y LOGO 24 CE / CEo. Para el uso dual/opcional de terminales de entrada, consultar en el manual de LOGO.
I2 digital o AI4 analógico (0...10V)	
I7 digital o AI1 analógico (0...10V)	
I8 digital o AI2 analógico (0...10V)	

Fuente: SIEMENS LOGO, 2023.

Realizado por: Quito, D., 2024.

3.7.1.3. Cableado externo del micro PLC LOGO 12/24 RCE

En la Ilustración 3-11 se muestra que el equipo consta de 8 entradas, el cual se tiene que cablear 8 pulsadores directamente alimentado de línea y sus salidas dirigidas a cada entrada del equipo. Asimismo, sus 4 salidas Q1, Q2, Q3 y Q4 se conectan directamente a las bobinas de los contactores o relés en A1 y en A2 para su activación. Las entradas de Q1, Q2, Q3 y Q4 se conectan en común directamente a neutro.

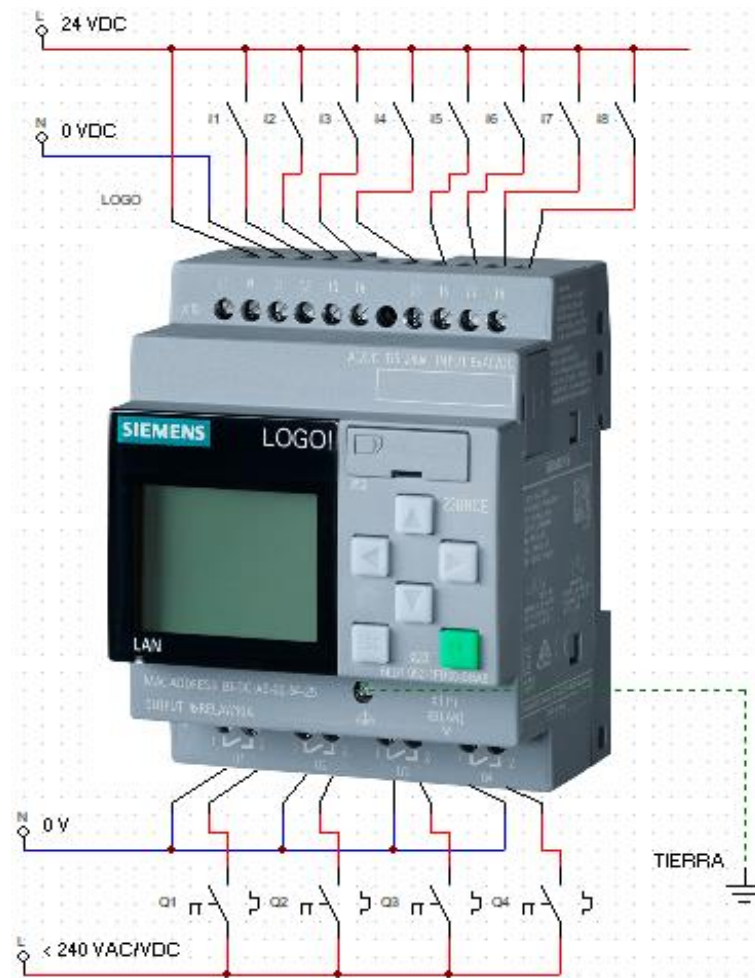


Ilustración 3-11: Cableado externo del micro PLC

Realizado por: Quito, D., 2024.

3.7.1.4. Dimensiones

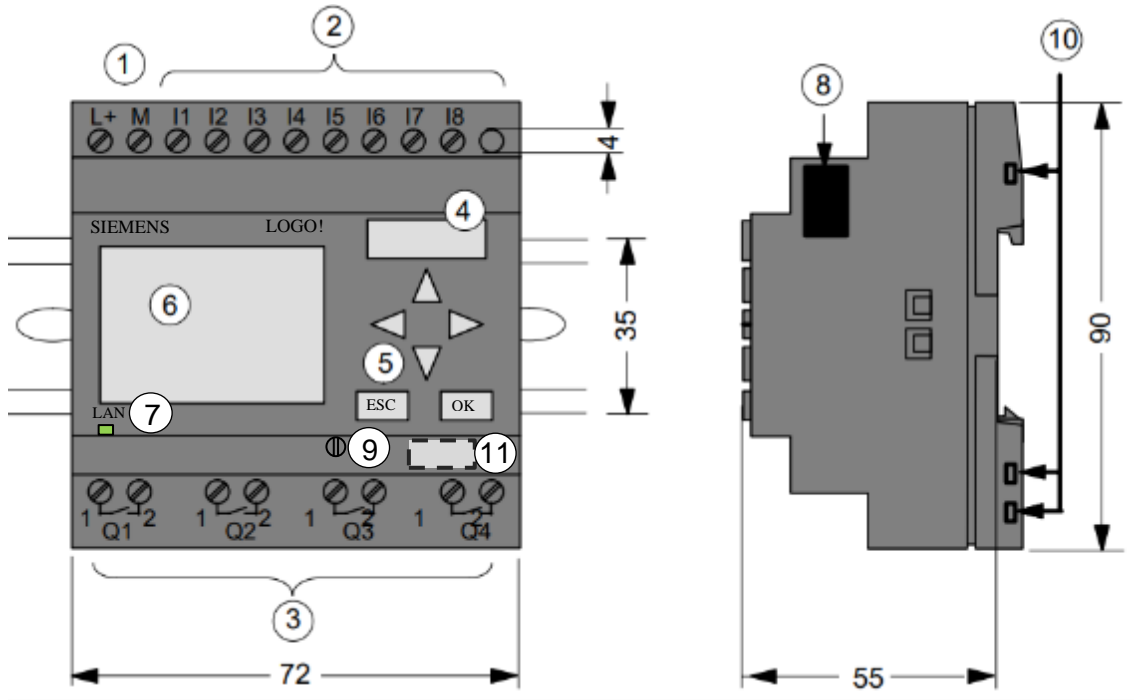


Ilustración 3-12: Dimensiones de la estructura del micro PLC LOGO 12/24 RCE

Fuente: LOGO MANUAL, 2023.

Realizado por: Quito, D., 2024.

Tabla 3-3: Descripción de la estructura del LOGO.

1	Alimentación de tensión	7	LED de estado de Ethernet
2	Entradas	8	Interfaz de ampliación
3	Salidas	9	Conexión a tierra
4	Tarjeta micro SD	10	Codificación mecánica conectores
5	Botones de manejo	11	Cable Ethernet
6	Pantalla LCD		

Fuente: LOGO MANUAL, 2023.

Realizado por: Quito, D., 2024.

El micro PLC LOGO en su versión V8.3 es un módulo lógico con pantalla que cuenta con una memoria de 400 bloques para la programación de circuitos, lo que le permite ejecutar incluso proyectos antiguos. Ofrece un total de 24 entradas digitales, 20 salidas digitales, 8 entradas analógicas y 8 salidas analógicas, junto con 64 marcas analógicas. Además, incluye 50 cuadros de texto, 50 cuadros de contenido, 4 teclas de cursor y 4 registros de desplazamiento, con una capacidad de hasta 8500 líneas de programa en memoria. Su diseño modular facilita la configuración según las necesidades específicas de cada circuito eléctrico, conexiones y operaciones requeridas.

3.7.1.5. Extensión de las salidas y entradas a las borneras

El esquema se realiza en el programa de Cade Simu, donde los estudiantes se pueden guiar e identificar las entradas y salidas sin la necesidad de retirar la tapa de la canaleta ranurada. Esta conexión se sitúa en la parte superior del módulo.

En la Ilustración 3-13 se muestra el cableado de las entradas y salidas del micro PLC a las borneras, en las entradas se utiliza 24 VCC que será alimentado por la fuente una vez que se activa los pulsadores. Para las salidas se utiliza 120 VAC el cual se conecta directamente del disyuntor principal.

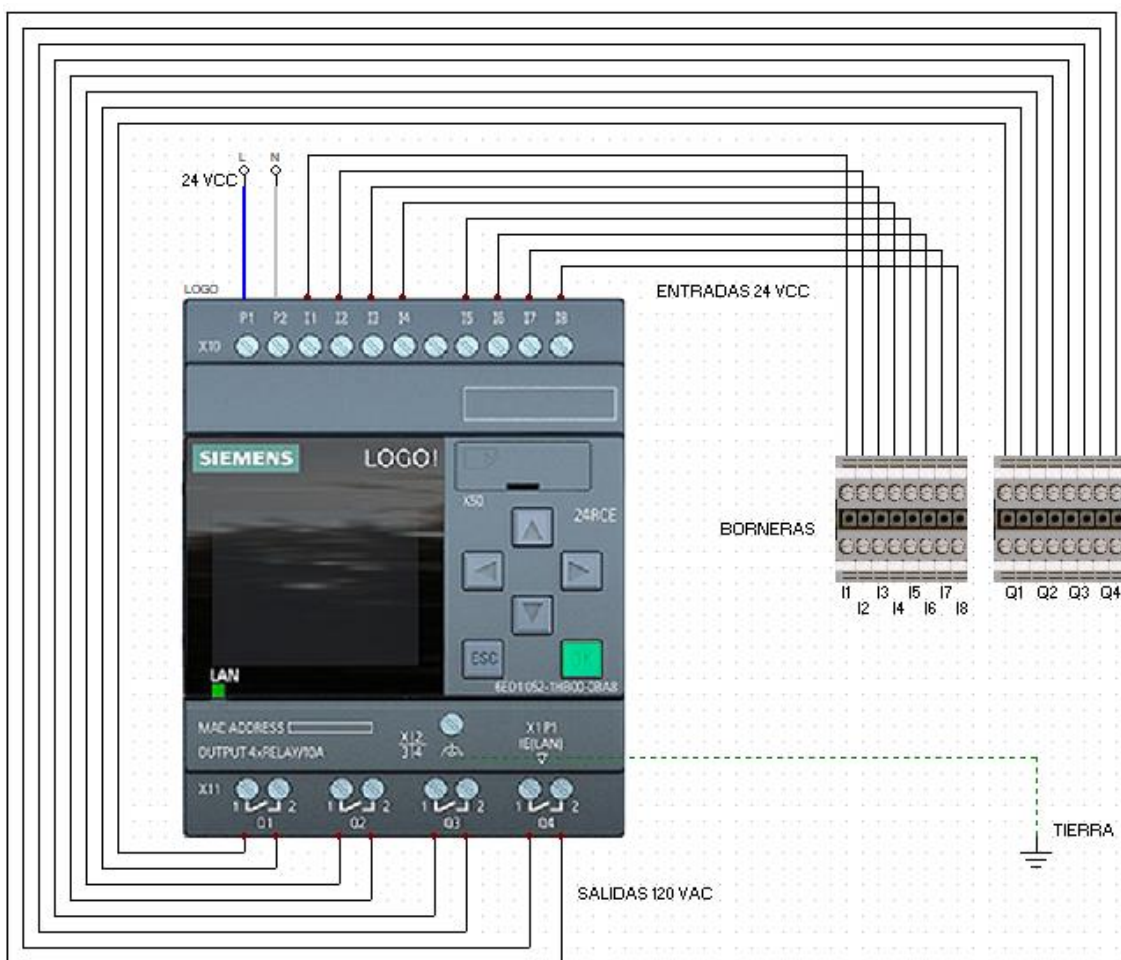


Ilustración 3-13: Extensión de las salidas y entradas del micro PLC a las borneras

Realizado por: Quito, D., 2024.

Esta extensión permite trabajar de manera segura en las borneras sin tener que preocuparse por las veces que se requiera conectar y desconectar, ya que en caso que la bornera se malogre es muy simple sustituir por otra bornera, a diferencia de que se malogre la entrada o salida directa del micro PLC, el cual sería más significativo su reparación.

3.7.2. Pantalla táctil DOP-103WQ (Delta)



Ilustración 3-14: Pantalla táctil DOP-103WQ (Delta)

Fuente: GRABCAD, 2016.

La pantalla táctil DOP-103WQ de la marca Delta se emplea para controlar el proceso de simulación, destacándose por su eficiencia al recibir información gracias a su alta calidad de imagen y su compatibilidad con otros equipos. Su relevancia es fundamental en aplicaciones exigentes de simulación en el sistema eléctrico.

3.7.2.1. Dimensiones para su instalación

En la Ilustración 3-15 se muestra las dimensiones de la pantalla, en milímetros y pulgadas. Estas medidas se ocupan para realizar nuestro corte exacto en la plancha metálica.

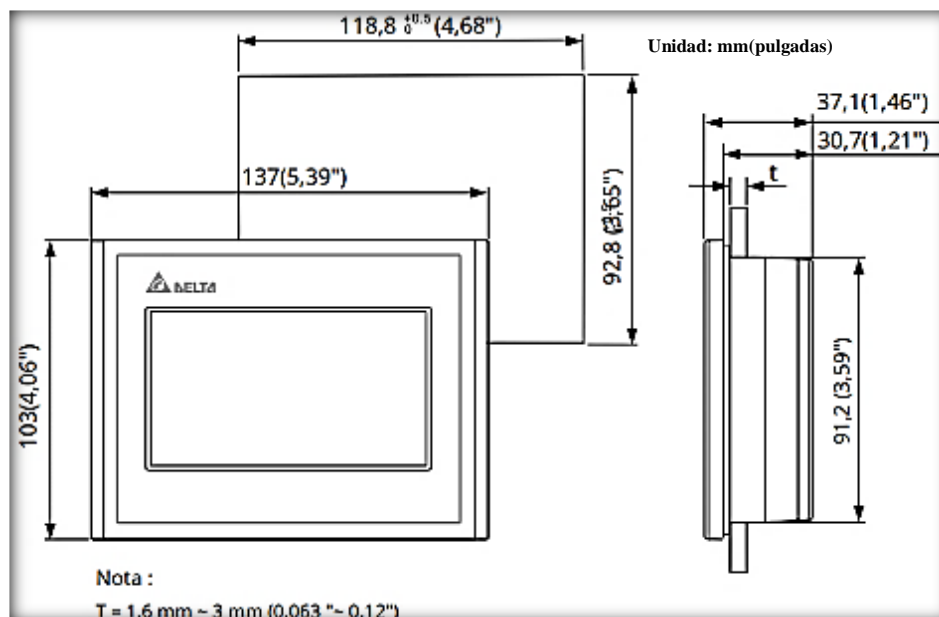


Ilustración 3-15: Dimensiones de la pantalla táctil

Fuente: Manual HMI DELTA, 2020.

3.7.2.2. Identificación de su estructura

En la Ilustración 3-16 se muestran los nombres de las partes principales que conforman la pantalla táctil los cuales se identifican con una letra. Este esquema es importante para que los estudiantes sepan con anticipación los nombres de cada una de ellas.

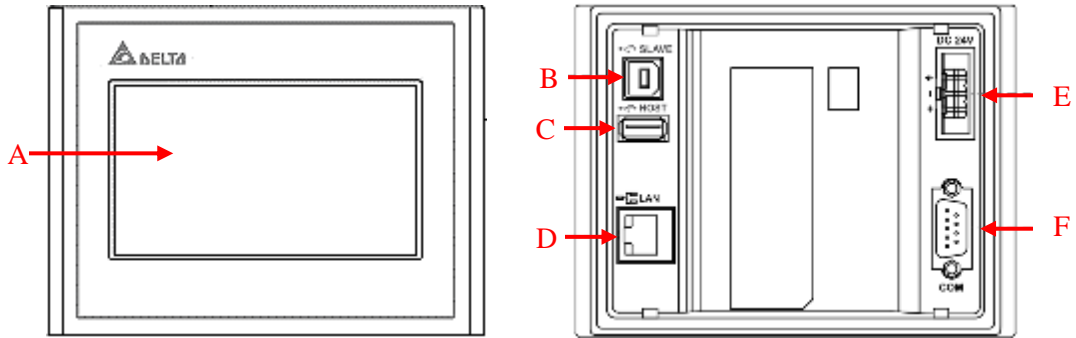


Ilustración 3-16: Identificación de las partes de la pantalla táctil

Fuente: MANUAL DELTA, 2020.

Realizado por: Quito, D., 2024.

Tabla 3-4: Partes principales de la pantalla táctil.

A	Pantalla táctil / Display	D	Puerto de Red (LAN)
B	Esclavo USB	E	Entrada de alimentación (cable de 24 AWG min.)
C	Puerto USB	F	COM 1

Fuente: MANUAL DELTA, 2020.

Realizado por: Quito, D., 2024.

Se debe identificar de manera correcta las partes de la pantalla táctil HMI, ya que esta interfaz constituye la principal vía de interacción entre los estudiantes y los circuitos eléctricos diseñados en el programa. Comprender las distintas áreas de la pantalla táctil, como los controles, indicadores y áreas de visualización, que permite a los estudiantes navegar de manera sencilla por la interfaz, acceder a funciones específicas, monitorear el estado del sistema y realizar ajustes según sea necesario, el cual mejora la eficiencia operativa al momento de simular, reduciendo los errores y la resolución inmediata de problemas en tiempo real.

3.7.2.3. Especificaciones

Las especificaciones técnicas de la Tabla 3-5 proporciona una información detallada sobre sus capacidades y limitaciones, lo que permite comprender aspectos técnicos del equipo, garantizando su funcionamiento óptimo con el sistema existente.

Tabla 3-5: Especificaciones de la pantalla táctil

Modelo		DOP-103WQ
LCD Módulo	Mostrar	4.3" TFT LCD
	Color	65535 colors
	Resolución (píxeles)	480 x 272
	Luz de fondo	Luz de fondo LED
	Brillo de la luz de fondo	400 (cd/m ²)
	Vida útil de la luz de fondo	10.000 (horas)
	Área de visualización	95,04 x 53,856 milímetros
MCU		BRAZO Cortex-A8 (800MHz)
Flash ROM		256 megas
RAM		512 megas
Panel táctil		Resistencia de cuatro hilos, más de 10.000.000 de pulsaciones
Zumbador		Frecuencia multitono (2K ~ 4K Hz) / 80dB
Interfaz Ethernet		Detección automática de 10/100 Mbps
USB		1 USB esclavo versión 2.0 1 USB maestro versión 2.0
Puerto de comunicación serial	COM 1	RS-232 (admite flujo de hardware control) / RS-485
	COM 2	RS-422/RS-485
RTC		Incorporado
Enfriamiento		Circulación de aire natural
Certificación		CE/UL
Impermeable		IP65 / NEMA4 / UL Tipo 4X (solo uso en interiores)
Voltaje de operación		+24 VDC (-15 % ~ +15 %)
Resistencia de voltaje		500 VAC durante 1 minuto
Consumo de energía		Máx. 5,8W
Batería de respaldo		Batería de litio de 3V CR2032×1
Duración de la batería de respaldo		Generalmente alrededor de 3 años o más a 25°C
Temperatura de funcionamiento		0°C ~ 50°C
Temperatura de almacenamiento		-20°C ~ +60°C
Humedad ambiental		10% ~ 90% RH (0 ~ 40°C), 10% ~ 55% RH (41 ~ 50°C)
Vibración		Cumple con IEC 61131-2
Choque		Pico de 15 g que cumple con IEC 60068-2-27
Dimensiones (W) x (H) x (D)		137 x 103 x 37,1
Dimensión de montaje (W) x (H) mm		118,8 x 92,8
Peso		280g

Fuente: MANUAL DELTA, 2020.

Realizado por: Quito, D., 2024.

3.7.3. Fuente de alimentación MDR-60-24 Mean Well

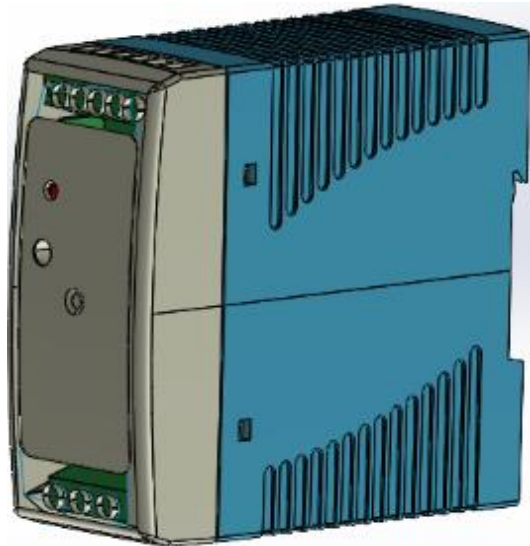


Ilustración 3-17: Fuente de alimentación MDR-60-24

Realizado por: Quito, D., 2024.

Esta fuente se utiliza para a convertir 120VAC a 25VCC y suministrar la energía eléctrica necesaria para alimentar los diferentes componentes del sistema automatizado como el micro PLC, la pantalla táctil, el sensor, etc. Con esta fuente de alimentación se asegura que los equipos conectados funcionen de manera segura ya que incluye la conversión de voltajes y corrientes según los requisitos de los equipos alimentados.

3.7.3.1. Dimensiones

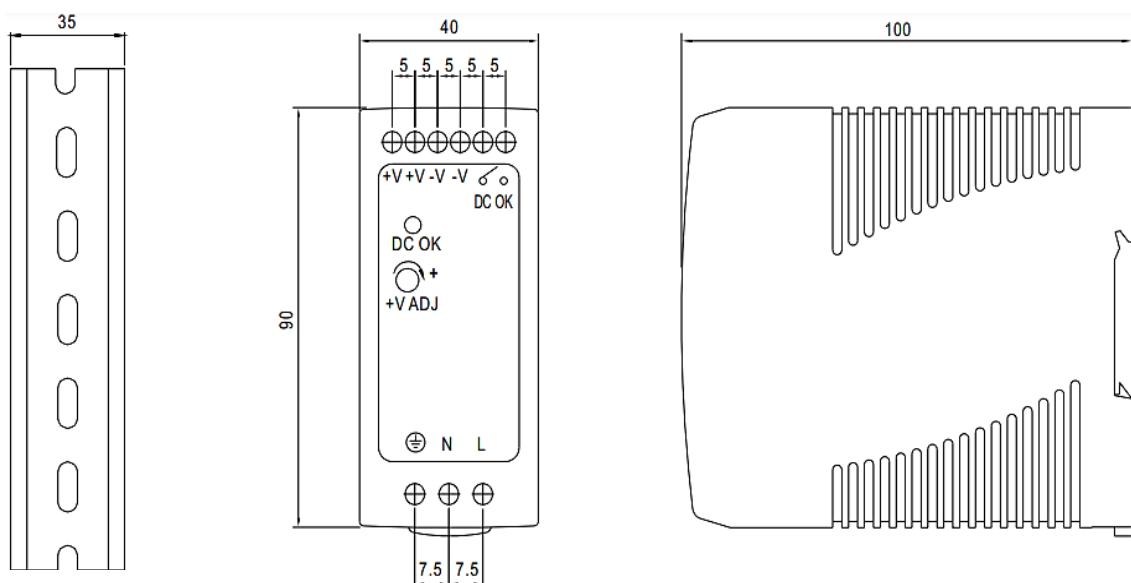


Ilustración 3-18: Dimensiones de la fuente de alimentación

Fuente: Manual MEAN WELL, 2023.

3.7.3.2. Características

- Entrada de CA universal/rango completo.
- Protecciones: Cortocircuito / Sobrecarga / Sobretensión.
- Refrigeración por convección de aire libre.
- Se puede instalar en riel DIN TS-35/7,5 o 15.
- Contacto de relé CC OK.

3.7.3.3. Especificaciones

En la Tabla 3-6 se muestra las especificaciones de la fuente de alimentación, el cual se ha considerado su confiabilidad para utilizar en la instalación, ya que brinda una mejor alternativa al momento de alimentar a los componentes que requieren de un bajo voltaje de corriente directa.

Tabla 3-6: Especificaciones de la fuente de alimentación

<i>Modelo</i>		<i>MDR-60-24</i>
Producción	Voltaje CC	24V
	Corriente nominal	2,5A
	Alcance actual	0-2,5A
	Potencia nominal	60W
	Rango de tensión	24 – 30V
	Configuración, tiempo de subida	500ms, 30ms/230VCA
	Tiempo de espera	50ms/230VCA
Aporte	Rango de voltaje	85 – 264VCA 120 – 370VCC
	Rango de frecuencia	47 – 63Hz
	Eficiencia	88%
	Corriente	1,8A/115VCA 1 ^a /230VCA
	Corriente de entrada	Arranque en frio 30 ^a /115VAC
	Corriente de fuga	<1mA / 240VCA
Protección	Sobrecarga	05 ~ 150% de potencia de salida nominal
	Sobretensión	31,2 – 36V
Función	Señal CC OK	Clasificación del contacto del relé: 30V/1 ^a
Ambiente	Temperatura de trabajo	(-20 a +70)°C
	Humedad de trabajo	(20 – 90)%
	Temperatura de almacenamiento	(-40 a +85)°C
	Temperatura, coeficiente	(0 – 50°C)
	Vibración	10-500Hz

Fuente: Manual MEAN WELL, 2023.

Realizado por: Quito, D., 2024.

3.7.4. Contactor Sirius 3RT 110 VAC Siemens



Ilustración 3-19: Contactor (Siemens)

Realizado por: Quito, D., 2024.

Los contactores Sirius 3RT 110 VAC de la marca Siemens se utilizan para simular el encendido de un motor donde los estudiantes actúan únicamente en el circuito de mando y no en el circuito de potencia. La conexión de los circuitos en el contactor se realiza por la parte externa de la canaleta, permitiendo que los estudiantes puedan estar en la capacidad de identificar los puntos de las conexiones que se realizan.

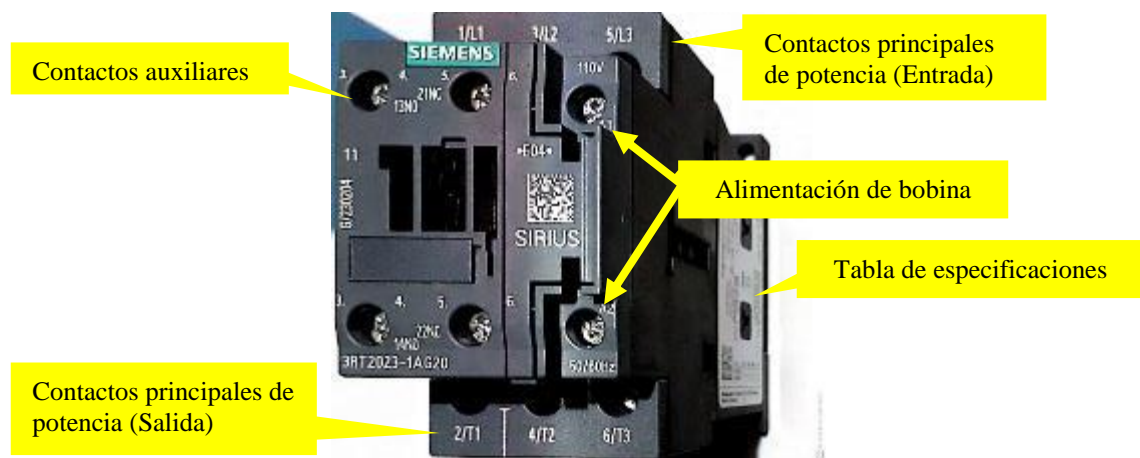


Ilustración 3-20: Partes fundamentales del contactor (Siemens)

Realizado por: Quito, D., 2024.

Se compone de tres partes fundamentales y son: la bobina que es un electroimán la cual sus bornes A1 y A2 se encuentran en la parte superior y se debe alimentar con 110 VAC a (50 o 60) Hz. Por la parte frontal se tiene los contactos principales L1, L2 y L3 que son las líneas de entrada y T1, T2 y T3 que son las salidas de trabajo, mientras que los bornes 13 y 14 forman parte de un contacto auxiliar normalmente abierto, a diferencia de los bornes 21 y 22 que forman parte de un contacto auxiliar normalmente cerrado. En la parte lateral del contactor se tiene la tabla de especificaciones de la corriente, voltaje, potencia y más datos adicionales.

3.7.5. Relé modular LZX:PT570615



Ilustración 3-21: Relés modulares

Realizado por: Quito, D., 2024.

Los relés modulares se utilizan para simular alguna irregularidad o falla en el circuito de control, ya que al alzar la perilla el relé simulará la activación por sobrecarga el cual impedirá el paso de corriente a la bobina del contactor, para que simule el apagado de un motor por sobretensión o sobre corriente. En este caso al trabajar solo con circuito de mando, se accionará manualmente para simular la activación del relé, cerrando o abriendo sus contactos eléctricos según el circuito.

3.7.5.1. Conexión interna del relé

En la Ilustración 3-22 se muestra la conexión interna del relé LZX que consta de 14 pines planos colocados entre paréntesis, lo que permite realizar las conexiones según el circuito lo requiera. Tiene las entradas 11, 21, 31 y 41 como entradas comunes, las entradas 12, 22, 32 y 42, como salidas normalmente cerradas, las entradas 14, 24, 34 y 44, como salidas normalmente abiertas y las entradas A1 y A2, para conexión a la bobina a 115 VAC.

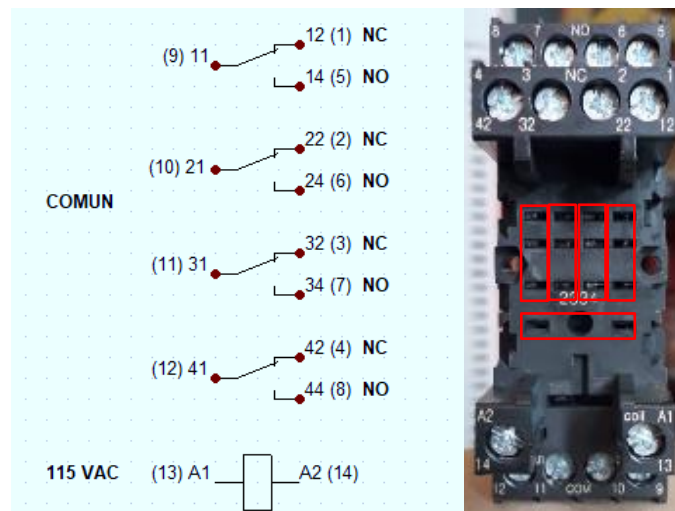


Ilustración 3-22: Conexión interna y base del relé

Realizado por: Quito, D., 2024.

En la base del relé se muestra cuatro entradas comunes con su conexión a (NC y NO) en forma vertical, y dos entradas en la parte inferior horizontal para la bobina, donde se monta el relé. La utilidad del relé es muy importante ya que en caso de que exista un exceso de corriente y en el peor de los casos provoque que el relé se quemé, es más conveniente cambiar el relé que la bobina de un contactor o a su vez algún componente eléctrico.

3.7.5.2. *Características específicas*

- Modelo: LZX: PT570615 (Siemens)
- Conexión a bobina: 115 VAC
- Capacidad de corriente: 6A/250VAC
- Número de pines: 14 pines planos

3.7.6. *Disyuntor C60K-63 Camsco*



Ilustración 3-23: Disyuntor

Realizado por: Quito, D., 2024.

Se utiliza el disyuntor C60K-63, con el que se controla el paso de corriente para energizar el módulo eléctrico, el cual proporciona el voltaje a la fuente de alimentación, a las salidas del micro PLC y a los componentes que requieran máximo 120VAC. Este disyuntor también ayuda a evitar a que los componentes se quemen por sobrecargas o cortocircuitos ya que es diseñado para brindar protección eléctrica. En este caso se utilizó para proteger los componentes eléctricos del módulo ya que garantiza la seguridad, la integridad de los equipos y todo el sistema eléctrico.

3.7.6.1. *Esquema de conexión a bornera*

En la Ilustración 3-24 se muestra la conexión de las salidas del disyuntor hacia las borneras, que son separadas en dos bloques y en cada bloque se coloca el puente equipotencial para tener una alimentación en común. Además, se realiza la conexión a tierra con extensión hacia la bornera de color verde y amarillo.

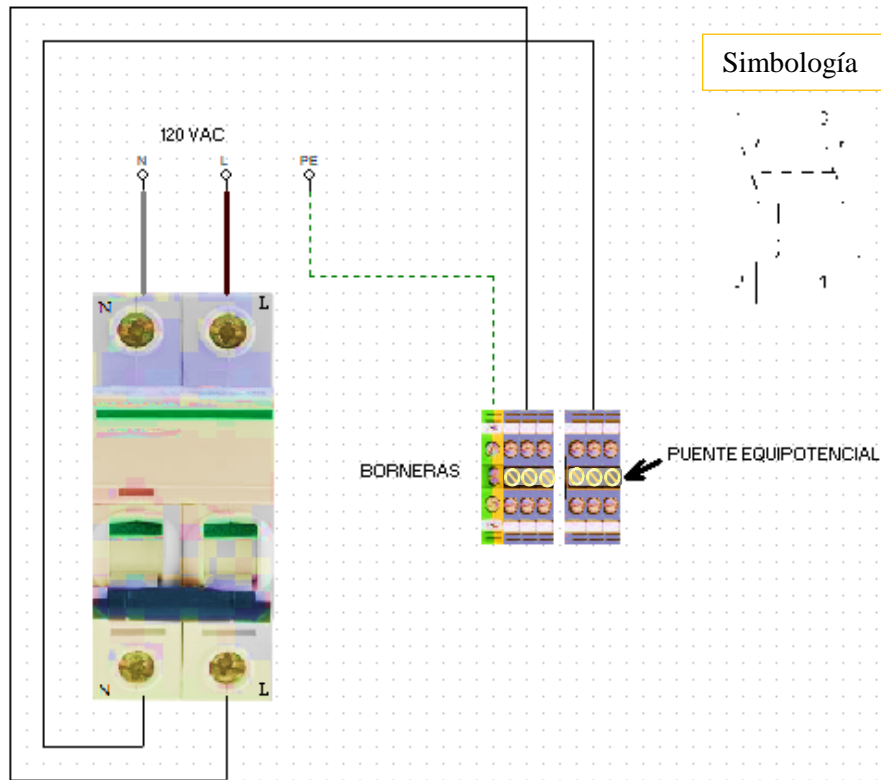


Ilustración 3-24: Esquema de conexión a bornera

Realizado por: Quito, D., 2024.

3.7.6.2. Características técnicas

En la Tabla 3-7 se muestra las características técnicas del disyuntor que se utilizó considerando su confiabilidad y las ventajas que ofrece su utilización en aplicaciones industriales.

Tabla 3-7: Características técnicas del disyuntor C60K-63

Características técnicas del disyuntor	
Número de modelo:	C60K-63
Voltaje de operación:	415 VAC
Norma técnica:	GB10963
Curva de disparo:	C
Frecuencia:	50/60Hz
Número de polos:	2P
Corriente nominal:	63A
Capacidad de corriente en cortocircuito:	6000A=6kA

Fuente: MANUAL CAMSCO, 2023.

Realizado por: Quito, D., 2024.

3.7.7. *Borneras*

Las borneras se utiliza para tener una extensión de puntos de conexión eléctrica de las entradas y salidas de los diferentes componentes del módulo. Esta extensión se realizó con cable flexible #18AWG que son esenciales para la conexión y desconexión del módulo.

En la Ilustración 3-25 se muestra un ejemplo de la extensión de entradas del micro PLC hacia los bloques de borneras, donde la manipulación será únicamente en las salidas de las borneras.

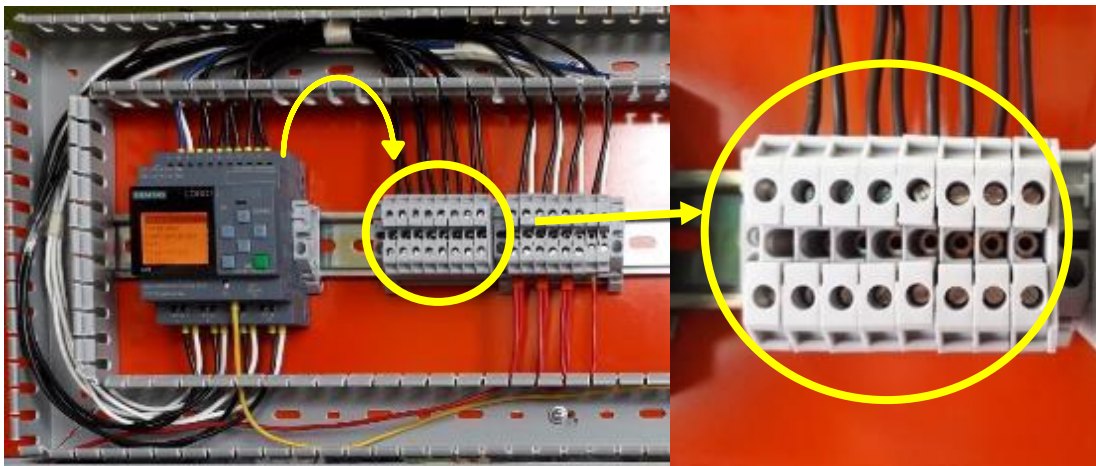


Ilustración 3-25: Entradas y salidas del micro PLC hacia las borneras

Fuente: Quito, D., 2024.

3.7.8. *Pulsadores metálicos NC-NO, selector y potenciómetro de (22mm Camsco).*



Ilustración 3-26: Pulsadores NC NA, selector, potenciómetro

Realizado por: Quito, D., 2024.

Los pulsadores normalmente abiertos o normalmente cerrados se utilizan para permitir o impedir el paso a la corriente eléctrica, ya sea para su activación e interrupción del proceso. La activación consta en enviar señales de entrada al micro PLC, donde procesa la señal emitida y realiza la acción ya previamente diseñada. Todos estos dispositivos se accionan manualmente por lo que en los pulsadores se presionarán físicamente, en el selector se posicionará la perilla según sea el caso

y en el potenciómetro se girará la perilla, estas acciones serán realizadas por el estudiante el cual permitirá que los componentes cumplan su función en base a la simulación ya programada.

En la Ilustración 3-27 se muestra la conexión de los terminales de pulsadores (NA NC), selector y potenciómetro hacia las borneras, donde serán manipulados para realizar las conexiones reales de los circuitos de control, evitando a tener que ir al terminal de cada uno de los componentes.

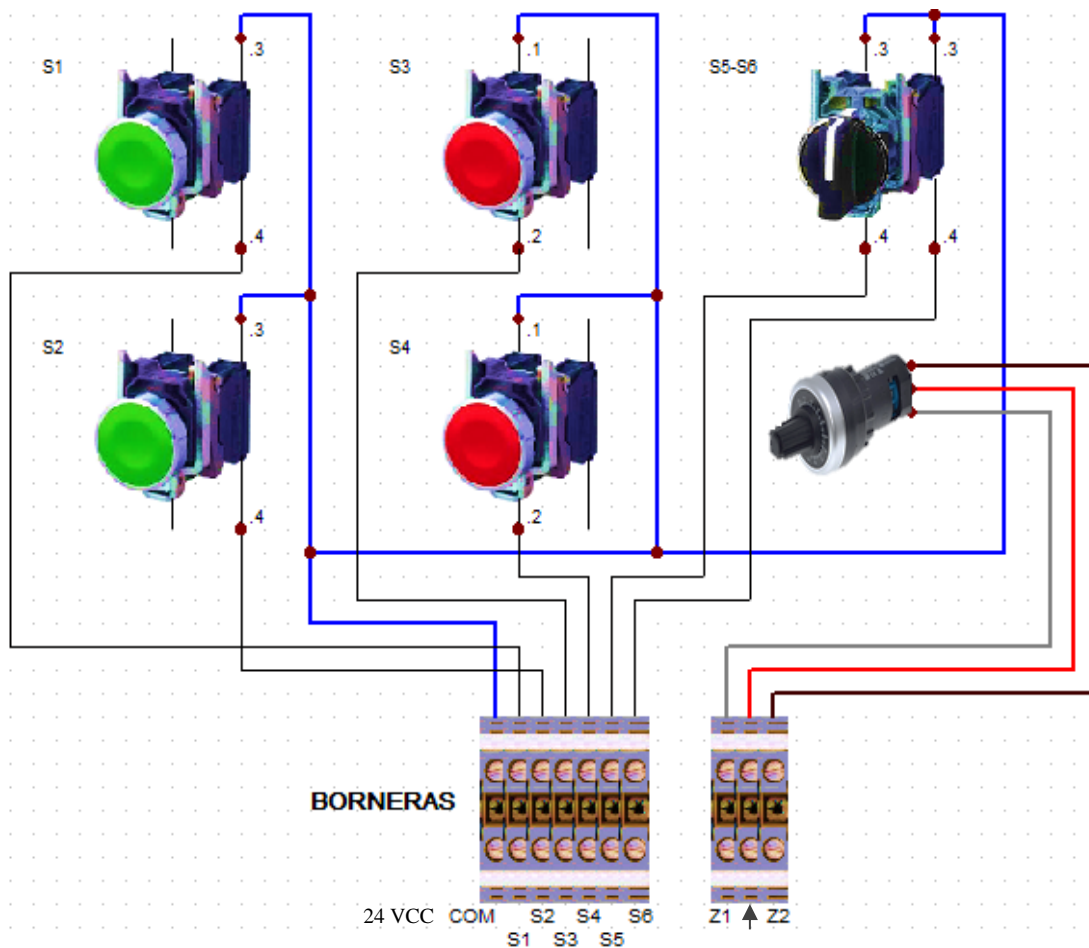


Ilustración 3-27: Esquema de conexión a borneras de pulsadores, selector y potenciómetro

Realizado por: Quito, D., 2024.

Todos estos componentes trabajan a 24 VCC los cuales se alimentan mediante una entrada en común que se conecta directamente de la fuente de alimentación. Para el potenciómetro se requiere de una alimentación de 10 VCC, lo cual queda instalado para conexiones futuras.

3.7.9. Luces piloto

Se utilizó las luces piloto de diferentes colores para ver el estado del proceso en simulación, y garantizar el estado del motor o algún proceso en marcha, similar a un entorno de automatización

industrial. Estas luces son una forma eficiente de proporcionar información visual instantánea a los estudiantes sobre el funcionamiento de los equipos o la condición de un proceso.



Ilustración 3-28: Luces piloto de colores, voltímetro y luz de alarma

Realizado por: Quito, D., 2024.

En la Ilustración 3-29 se muestra los terminales de luces piloto (rojo, amarillo, verde, azul), voltímetro y luz con alarma conectadas hacia las borneras, donde serán manipulados para realizar conexiones reales de los circuitos de control. Todos estos indicadores se conectan a 120 VAC.

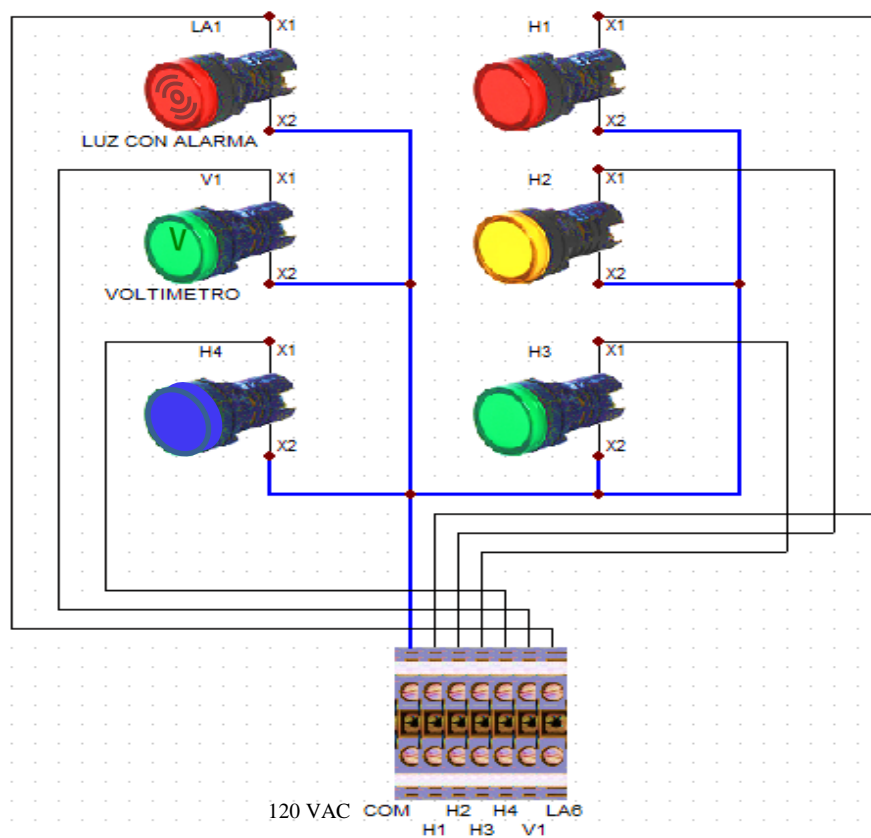


Ilustración 3-29: Esquema de conexión a borneras de luces indicadoras

Realizado por: Quito, D., 2024.

3.7.10. Sensor inductivo PR12-4DN

El sensor inductivo se utiliza para simular la puerta abierta o cerrada del área de motores, donde se requiera que el sistema funcione únicamente cuando la puerta esté cerrada. Este sensor permite simular de manera real el funcionamiento del sistema donde actúa de acuerdo a las condiciones que se realiza en el diseño.

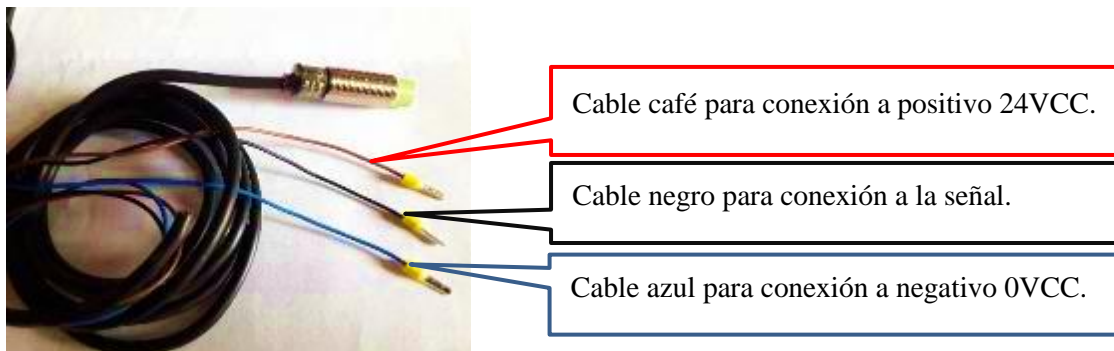


Ilustración 3-30: Sensor inductivo PR12-4DN

Realizado por: Quito, D., 2024.

Para el efecto se colocará alguna pieza metálica frente al sensor para simular el estado de la puerta, que permita dar inicio al encendido de los motores y aun cuando se quite la pieza en pleno funcionamiento, el sensor envíe una señal de aviso para que inmediatamente se apague todo el sistema.

3.7.10.1. Características

En la Tabla 3-8 se muestra las características del sensor el cual permiten tener una detección sólida, con excelente inmunidad al ruido y circuitos de protección que puede ser utilizado en diversas aplicaciones que requieren detección sin contacto directo de objetos con un ciclo de vida largo, alta confiabilidad y operación simple.

Tabla 3-8: Características del sensor inductivo PR12-4DN

Características del sensor PR12-4DN			
Tamaño de la rosca métrica	M12	Tensión de alimentación CC	(10 – 30) VCC
Rango de detección máxima	4 mm	Rango de producto	serie PR
Tipo de la salida del sensor	NPN	Indicación de estado LED	rojo
Estándar	IP67	Circuito integrado de protección de polaridad inversa	tipo CC de 3 cables

Fuente: AUTONICS, 2024.

Realizado por: Quito, D., 2024.

3.8. Construcción del módulo

3.8.1. Proceso de construcción

Paso 1. Una vez diseñada la estructura, realizados los planos del módulo y la distribución de todos los equipos, con sus respectivas medidas, se realizó el corte y armado de la estructura rectangular de aluminio de (64x84) cm y una base de 50 cm en cada esquina, con remaches de sujeción, para tener una base firme capaz de sujetar todos los componentes que se montarán en el módulo.



Ilustración 3-31: Armado de la estructura de aluminio

Realizado por: Quito, D., 2024.

Paso 2. Se cortó dos planchas del panel de aluminio y se atornilló en las esquinas de cada plancha con tornillo de punta broca. La plancha superior se cortó a una medida de (64x15) cm y la inferior de (64x42) cm.



Ilustración 3-32: Atornillado del panel de aluminio

Realizado por: Quito, D., 2024.

Paso 3. Se colocaron las canaletas ranuradas de forma rectangular de (58x15) cm la parte superior y de (58x42) cm la parte inferior. Después se colocó tres rieles DIN en la parte intermedia de cada espacio rectangular de 15cm de altura en el panel de aluminio, y se sujetó con 3 tornillos de punta broca para cada tira de riel DIN.



Ilustración 3-33: Colocación de canaletas ranuradas y rieles DIN

Realizado por: Quito, D., 2024.

Paso 4. Se perforó con corte láser los respectivos agujeros para pulsadores, luces piloto, selector, potenciómetro, indicadores de medida, pantalla táctil y el nombre de la carrera de acuerdo a lo diseñado en el plano mecánico. Después se lijó las rebabas del corte y se pintó la plancha metálica con pintura anticorrosiva y aislante.



Ilustración 3-34: Corte y pintado de la plancha metálica

Realizado por: Quito, D., 2024.

Paso 5. Se atornilló la plancha metálica y se presentó cada uno de los componentes, colocando en los respectivos rieles para las simulaciones del circuito de control.



Ilustración 3-35: Colocación de los componentes

Realizado por: Quito, D., 2024.

Paso 6. Se colocó los bloques de borneras para sacar la extensión de las entradas y salidas de los diferentes componentes y evitar el daño de las entradas principales, especialmente del micro PLC, porque es de menor costo los bloques de borneras a que se dañe las entradas y salidas del micro PLC.

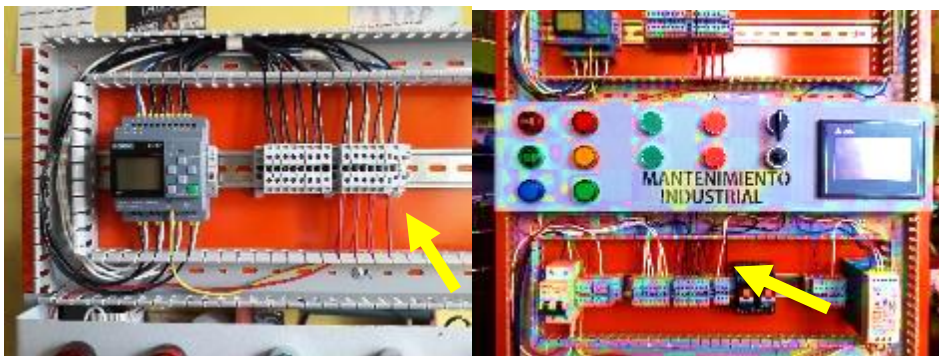


Ilustración 3-36: Cableado de las salidas y entradas hacia las borneras

Realizado por: Quito, D., 2024.

Paso 7. Se perforó un agujero en la canaleta y el panel de aluminio para colocar la prensaestopa y que el cable concéntrico quede bien sujeto en la parte posterior del panel. Los demás componentes como los contactores se montaron directamente en el riel DIN.

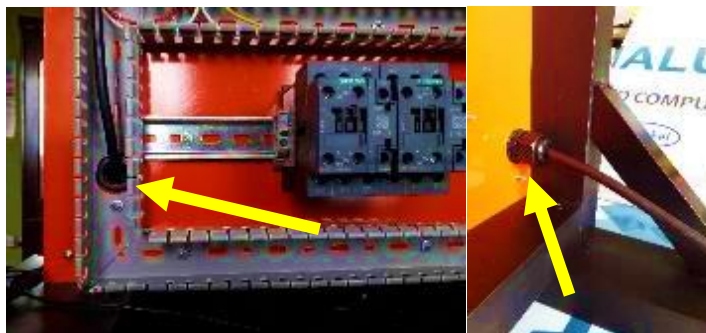


Ilustración 3-37: Colocación de la prensaestopa para el cable concéntrico

Realizado por: Quito, D., 2024.


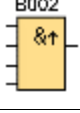
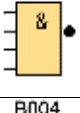
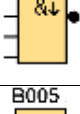
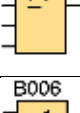
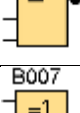

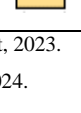
3.9. Lenguaje de programación por diagrama de bloques de funciones (FUP)

El lenguaje de programación que se utilizó fue el diagrama de bloques de funciones (FUP), del programa LOGO Soft Comfort, donde se realizaron los esquemas eléctricos, donde se debe llevar una secuencia lógica de los diagramas de acuerdo a las condiciones que se plantea. Los circuitos eléctricos realizados se pueden simular en el mismo programa para corregir algún error, en caso de que existiera, el cual es muy importante para dar paso a la conexión física en el módulo.

3.9.1. Funciones básicas

En toda programación las funciones básicas se encuentran presentes y, en la Tabla 3-9 se presenta las funciones básicas que se utiliza en la programación FUP de LOGO Soft Comfort.

Tabla 3-9: Diagramas de funciones básicas.

Funciones básicas	Símbolo	Descripción
AND		Posee el estado 1 si las demás entradas tienen el estado 1.
AND (flanco)		Posee el estado 1 si las demás entradas poseen el estado 1 y al menos una de ellas tenía el estado 0 en el ciclo anterior.
NAND		Posee el estado 0 si todas las entradas tienen el estado 1.
NAND (flanco)		La salida permanece puesta a 1 durante un ciclo, y después cambia de nuevo a 0.
OR		Tiene el estado 1 si por lo menos una entrada tiene el estado 1.
NOR		Tiene el estado 1 si las demás entradas poseen el estado 0.
XOR		Posee el estado 1 si las entradas tienen diferentes estados lógicos.
NOT		Esta función cambia el estado de la entrada.

Fuente: LOGO Soft Comfort, 2023.










Realizado por: Quito, D., 2024.

3.9.2. Constantes digitales

Las constantes digitales son utilizadas en la programación ya que garantizan una correcta operación de las acciones controladas por el programa, las cuales permiten establecer condiciones o límites para el funcionamiento de los circuitos eléctricos que se necesita realizar.

En la Tabla 3-10 se presenta los diagramas de las constantes digitales los cuales son esenciales para la programación rápida con más fiabilidad y precisión de los sistemas automatizados.

Tabla 3-10: Diagramas de las constantes digitales.

Constantes digitales	Símbolo	Descripción
Entrada		Se ocupan para representar los bornes de entrada de LOGO.
Tecla de cursor		Hay cuatros teclas de cursor disponibles y se programan como las demás entradas.
Tecla de función del logo TD		Se utiliza para comunicar con el LOGO TD y se utiliza como entradas digitales en el programa.
Bit de registro		Poseen de ocho bits de registro de desplazamiento S1 a S8, el atributo es solo de lectura.
Estado 0 (bajo)		Se utiliza si la entrada de un bloque tiene el estado lógico bajo.
Estado 1 (alto)		Se utiliza cuando la entrada de un bloque tiene el estado lógico alto.
Salida		Este bloque de salida hace referencia a la salida del micro PLC LOGO.
Conector abierto		Se utiliza para interconectar algún bloque que no utiliza la salida.
Marca		Los bloques de marcas se utilizan para regresar en su salida la señal de entrada.

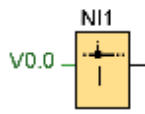
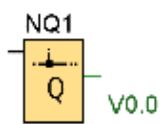
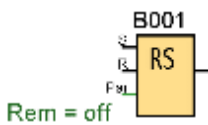
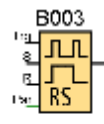
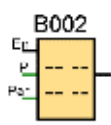
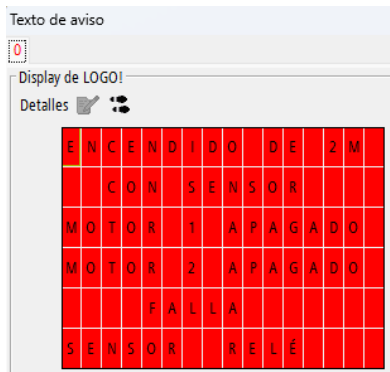
Fuente: LOGO Soft Comfort, 2023.

Realizado por: Quito, D., 2024.

3.9.3. Funciones especiales utilizadas

En la Tabla 3-11 se muestra las funciones especiales más utilizadas para las programaciones de los circuitos eléctricos, incluido el texto de aviso que nos indica el estado del proceso de todo el sistema.

Tabla 3-11: Diagrama funciones especiales

Funciones especiales	Símbolo	Descripción
Entrada de red		Se utiliza para comunicar las entradas del micro PLC con el HMI, donde se conecta una entrada de red a una entrada de bloque.
Salida de red		Se utiliza para comunicar las salidas del micro PLC con el HMI. Se puede configurar una salida de red en el maestro para controlar una salida digital del dispositivo remoto.
Relé autoenclavador		Un relé autoenclavador es un elemento de memoria donde el valor de la salida depende del estado de las entradas.
Relé de impulsos		Se utiliza par aviso de alarmas donde un breve impulso en la entrada permite activar y desactivar la salida.
Texto de aviso	 Prio = 0 Quit = off Text1: enabled Text2: disabled	<p>Se utiliza para mostrar textos de aviso y parámetros de otros bloques en la pantalla del micro PLC LOGO.</p>  <p>En este ejemplo se muestra el estado de dos motores, cuando se activa una o las dos fallas a la vez el cual se indica en el texto de aviso.</p>

Fuente: LOGO Soft Comfort, 2023.

Realizado por: Quito, D., 2024.

3.10. Circuitos eléctricos a simular

Los siguiente esquemas son realizados en el software de Logo Soft Comfot por el método de diagrama de funciones.

3.10.1. Arranque directo con identificación de colores

En este circuito básico se simula el arranque directo de un motor utilizando un relé térmico que actúa y simula una sobrecarga. Al activar el relé se visualiza en la pantalla del micro PLC de que la falla es por la activación del relé, que a su vez se indica con su respectivo color rojo y la activación de la luz con alarma.

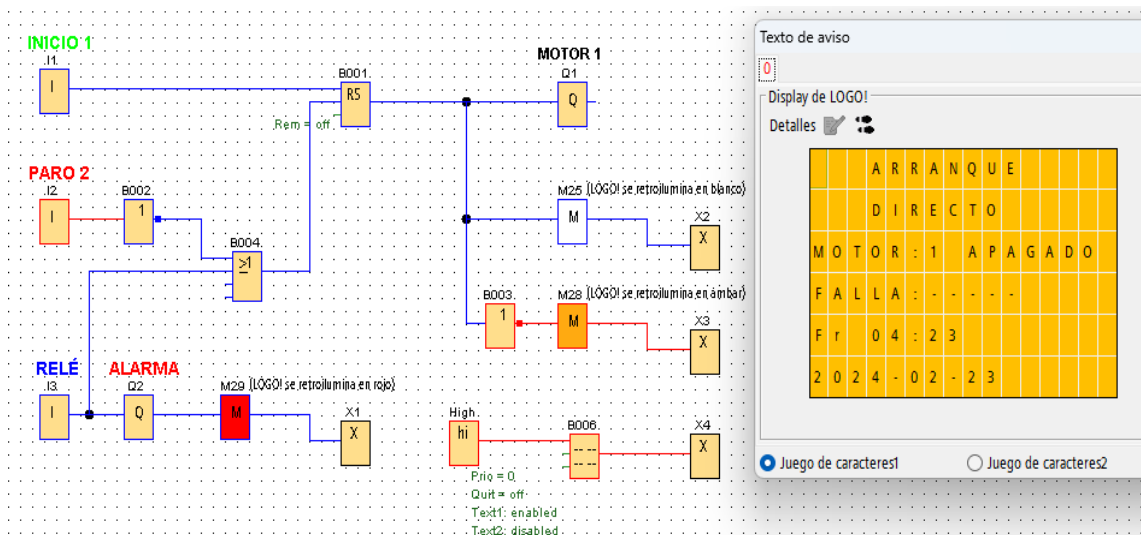


Ilustración 3-38: Esquema eléctrico N° 1 en LOGO Soft Comfort

Realizado por: Quito, D., 2024.

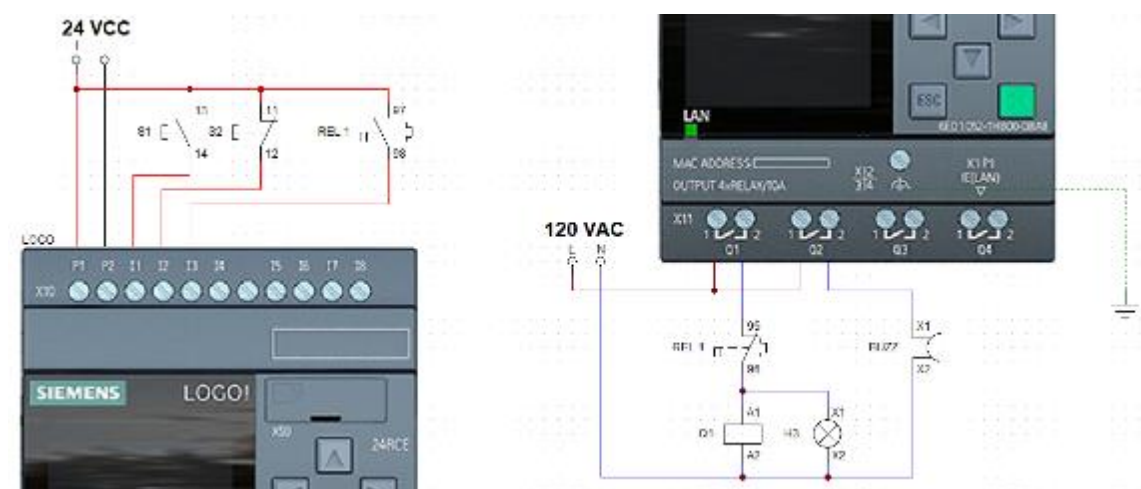


Ilustración 3-39: Esquema eléctrico N° 1 en Cade Simu.

Realizado por: Quito, D., 2024.

3.10.2. Encendido de un motor desde dos salas de control

Se diseña un circuito de control para el accionamiento de un motor desde dos salas de control, y se considera que solo puede ser accionado de un solo lugar a la vez, y que en cada lugar debe haber un pulsador de marcha y un pulsador de paro. Se utiliza un relé para simular la activación de un guardamotor el cual se indica en la pantalla del LOGO y el encendido de la luz con alarma.

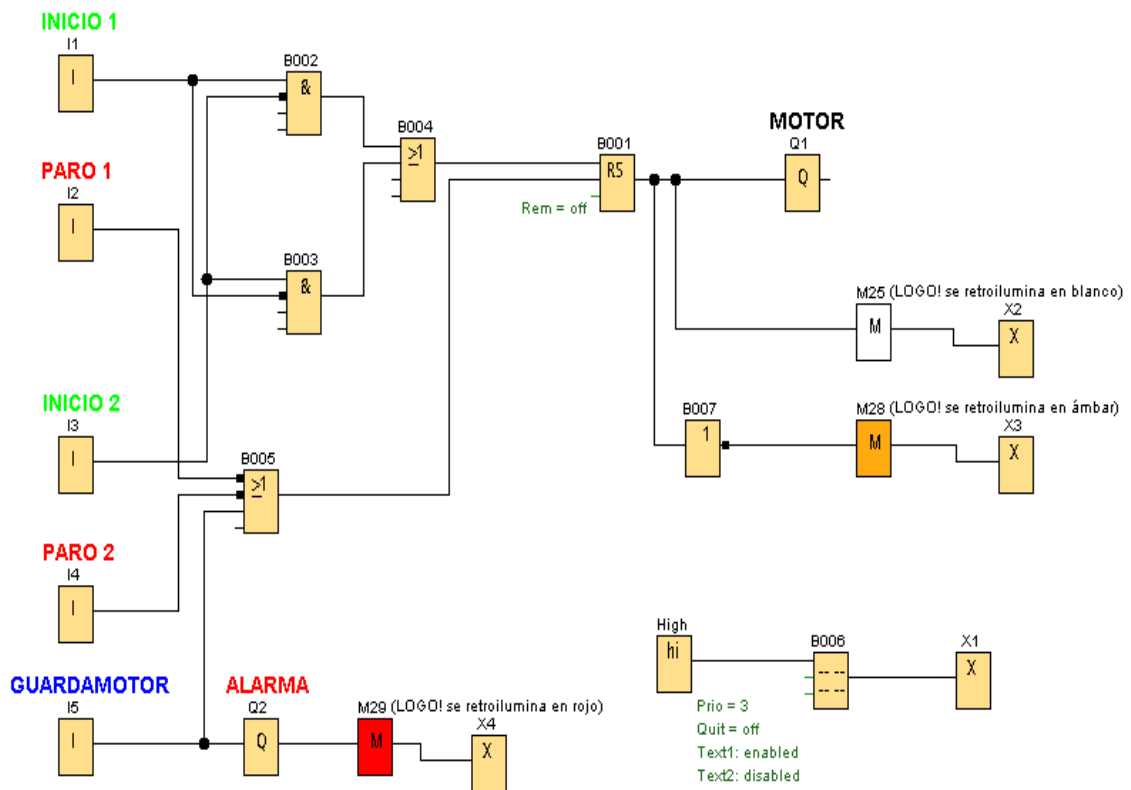


Ilustración 3-40: Esquema eléctrico N° 2 en LOGO Soft Comfort

Realizado por: Quito, D., 2024.

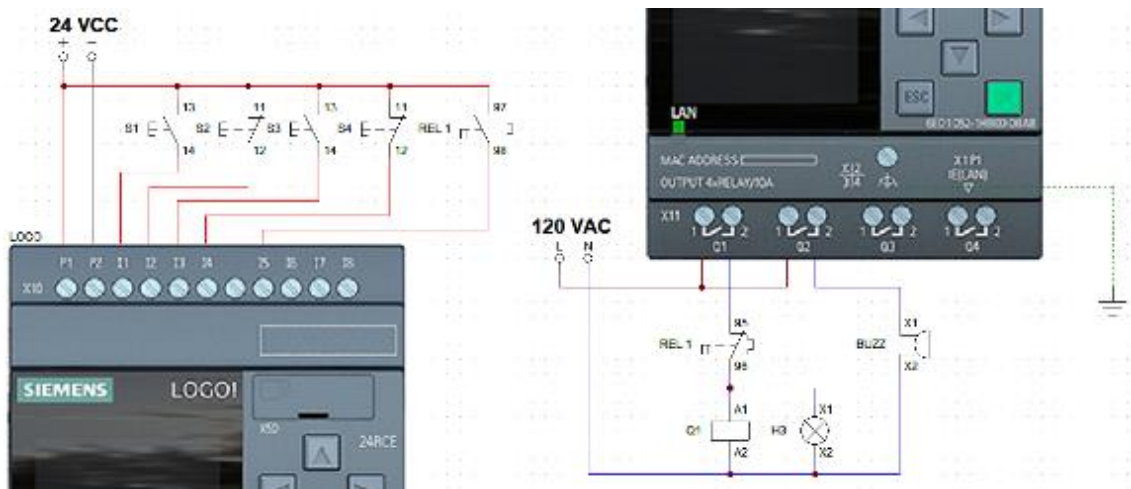


Ilustración 3-41: Esquema eléctrico N° 2 en Cade Simu

Realizado por: Quito, D., 2024.

3.10.3. Secuencia de encendido de 2 motores

Se diseña un circuito para el encendido secuencial de dos motores utilizando un temporizador. El primer motor se enciende y activa el temporizador el cual empieza a contar 5 segundos para encender al segundo motor. El estado del sistema se indica en la pantalla del micro PLC.

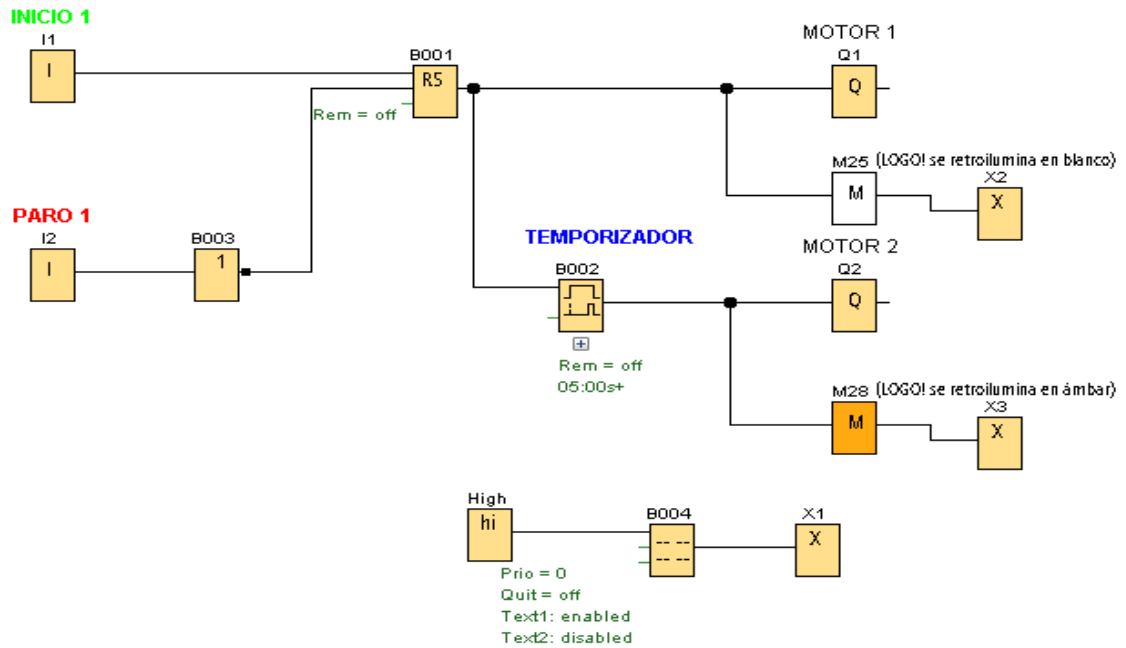


Ilustración 3-42: Esquema eléctrico N° 3 en LOGO Soft Comfort

Realizado por: Quito, D., 2024.

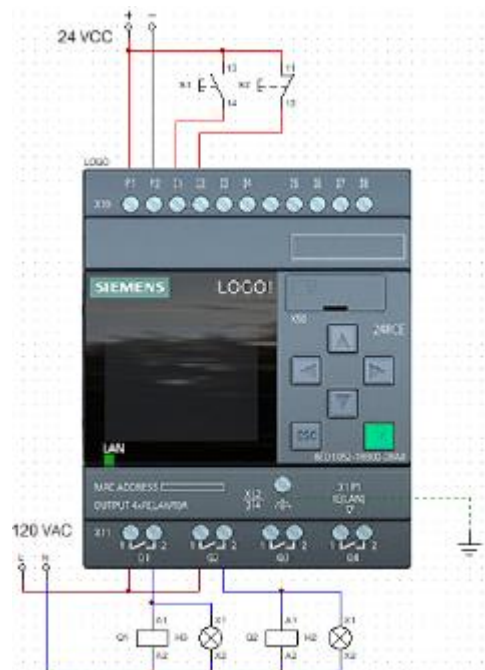


Ilustración 3-43: Esquema eléctrico N° 3 en Cade Simu

Realizado por: Quito, D., 2024.

3.10.4. Encendido de 2 motores con sensor de detección

Se diseña un circuito para el encendido de dos motores con sus respectivos pulsadores de inicio de proceso sin importar el orden, y dos pulsadores de paro que al accionar cualquiera apague los dos motores. La condición es que el sensor inductivo a través de un contacto NC debe presenciar algún objeto metálico para que los motores puedan encenderse, simulando la detección de una puerta cerrada para su encendido, a su vez se utilizará el relé para simular una sobrecarga. Sí, el sensor no detecta ningún objeto o si el relé simula una sobrecarga, se notifica en la pantalla del micro PLC y se activa la luz piloto de alarma. Se diseña con entradas y salidas de red para su operación desde la pantalla táctil.

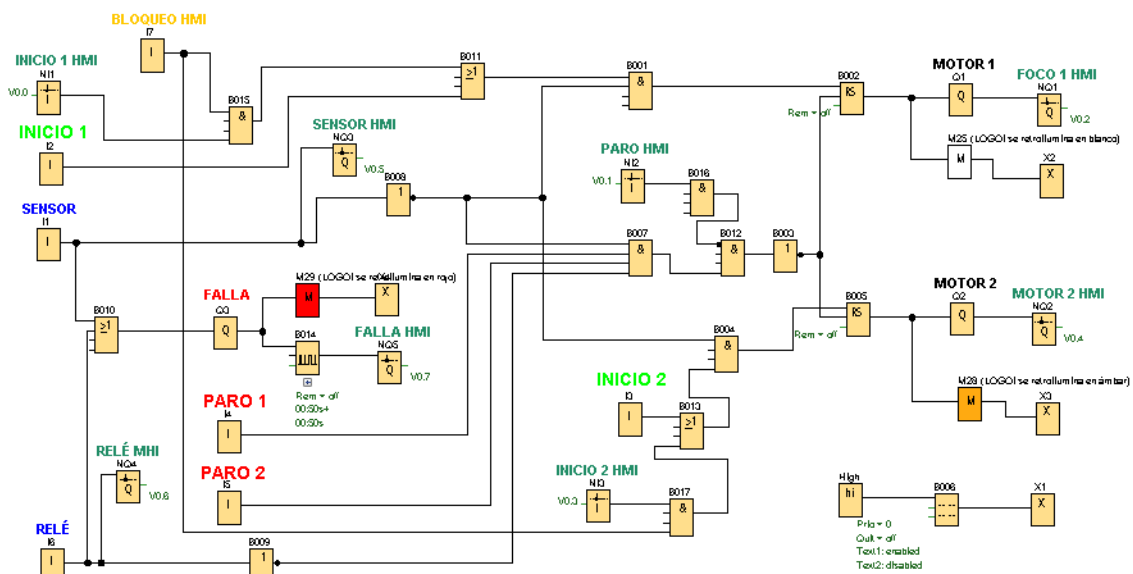


Ilustración 3-44: Esquema eléctrico N° 4 en LOGO Soft Comfort

Realizado por: Quito, D., 2024.



Ilustración 3-45: Programación de la pantalla en DOP Soft HMI

Realizado por: Quito, D., 2024.

En la Ilustración 3-46 se muestra el esquema realizado en Cade Simu donde se tiene una visión más clara de las conexiones del esquema eléctrico realizado en la Ilustración 3-45, el cual se debe conectar de manera física en el módulo para su simulación.

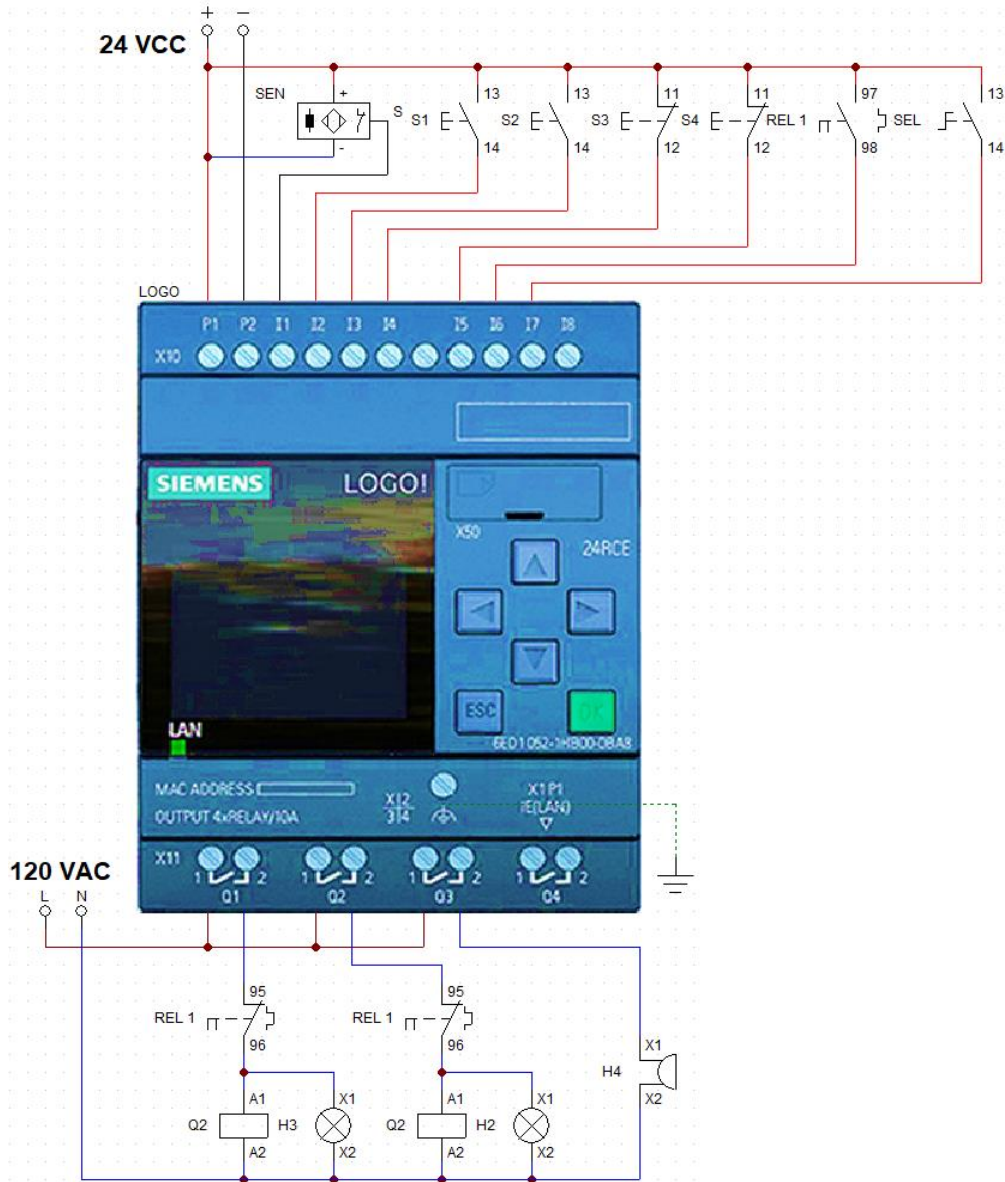


Ilustración 3-46: Esquema eléctrico N° 4 en Cade Simu

Realizado por: Quito, D., 2024.s

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS Y RESULTADOS

4.1. Cronograma de actividades para la construcción del módulo

Para el desarrollo de esta construcción se tuvo en cuenta algunos puntos importantes que permitieron llevar el proceso con una secuencia de actividades que facilitan el análisis de los criterios para una buena y correcta planificación de la construcción del módulo de control para simulación de fallas.

Tabla 4-1: Planificación en días para la construcción del módulo

	Actividad	Duración en días
INICIO		
1	Investigación y planificación del diseño del módulo.	12
2	Selección y adquisición de materiales y componentes necesarios.	7
3	Diseño de materialización	10
4	Construcción del marco o estructura del módulo.	2
5	Instalación de los paneles de aluminio, canaletas ranuradas y rieles DIN.	2
6	Perforación de la plancha metálica	3
7	Colocación de los componentes en la plancha como luces piloto, pulsadores, pantalla táctil, etc.	1
8	Montaje de los componentes eléctricos principales, como micro PLC, relés, contactores, etc.	1
9	Cableado y conexionado de los dispositivos y circuitos.	3
10	Programación y configuración del software de control.	8
11	Pruebas de funcionamiento y resolución de problemas.	7
12	Comunicación con el micro PLC y pantalla táctil.	7
13	Elaboración de manuales de usuario y documentación técnica.	4
15	Implementación de medidas de seguridad y etiquetado adecuado.	3
16	Evaluación y ajuste del diseño.	15

Realizado por: Quito, D., 2024.

En la Tabla 4-1: Se puede ver la planificación del diseño y construcción del módulo, en el cual se han desarrollado actividades en base al orden planificado y el avance en cada etapa de la construcción, lo que garantiza su finalización en un tiempo estimado de 85 días laborables

4.1.1. Análisis de costos

En la Tabla 4-2: Se puede ver los costos directos para la construcción del módulo, en el cual se han adquirido a un precio accesible y según lo estimado en un inicio.

Tabla 4-2: Costos directos para la construcción del módulo

Cantidad	Descripción	Total (USD)
1	Estructura	150,00
1	Micro PLC LOGO 8.3 12/24RCE	175,70
35	Bornera 4mm	14,06
1	Breaker 2P 2A	6,25
1	Fuente de poder 24VDC	35,71
1	Luz piloto verde 110V AC/DC	1,34
1	Luz piloto roja 110 VAC/VDC	1,21
1	Luz piloto amarilla 110V AC/DC	1,21
1	Luz piloto azul 110V AC/DC	1,47
1	Luz con sonido rojo 22mm 110V	2,68
1	Luz piloto voltímetro 50-500VAC verde 22mm	2,37
2	Pulsador 22mm verde 1NA	3,59
2	Pulsador 22mm rojo 1NC	3,59
1	Selector 22MM 3 pos.	2,50
1	Pantalla HMI DELTA 4.3"	254,46
2	Riel DIN 35MM	3,93
2	Canaleta ranurada gris 40x40mm	14,23
1	Cable de red	4,38
1	Potenciómetro lineal 10K	17,86
1	Tapa para bornera 4MM	2,23
1	Tope de bornera	2,68
3	Puente equipotencial 4MM	4,02
2	Base para relay 14 PINES	9,82
2	Contactador 110VAC 1NA+1NC	58,75
2	Relay 14 pines planos 110VAC	17,50
1	Cable #18 AWG	15,00
1	Sensor inductivo	14,00
	Total	820,54

Realizado por: Quito, D., 2024.

4.2. Descripción de actividades de diseño vs la construcción



Ilustración 4-1: Construcción de la estructura.

Realizado por: Quito, D., 2024.

Descripción: Para la construcción de la estructura de aluminio, se cortaron dos tramos de perfil rectangular de dimensiones (7,5x4x50) cm, cubriendo ambos lados del perfil con segmentos de aluminio remachados. Luego, se procedió a cortar dos perfiles rectangulares de (5x4x80) cm y dos de (5x4x64) cm, biselando a 45° todas las esquinas para ensamblar el marco rectangular. Finalmente, se cortaron dos perfiles de (4x4x20) cm para usar como soportes, uniendo la base con los perfiles laterales mediante remaches.



Ilustración 4-2: Atornillado del panel de aluminio

Realizado por: Quito, D., 2024.

Descripción: Para la instalación de los paneles de aluminio, se procedió a cortar dos secciones de dimensiones (54x15) cm y (64x42) cm, correspondientes al largo y alto respectivamente. Luego, utilizando tornillos de punta broca y cabeza plana, se fijaron las esquinas de ambos paneles para asegurar una unión sólida con la estructura.

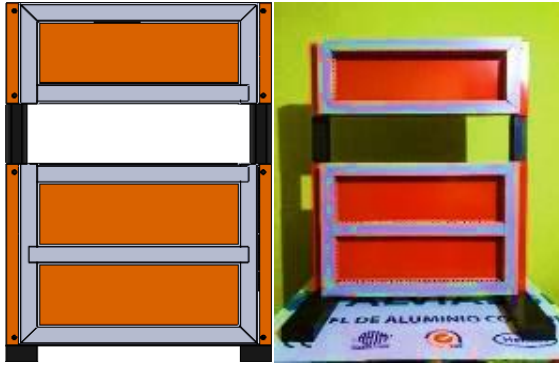


Ilustración 4-3: Colocación de las canaletas ranuradas

Realizado por: Quito, D., 2024.

Descripción: Se utilizó canaletas ranuradas de (4x4) cm para la parte superior e inferior del módulo. Para la parte superior se cortó 2 tiras de 58 cm y 2 tiras de 15 cm. Para la parte inferior se cortó 2 tiras de 58 cm, 2 tiras de 42 cm y 1 tira de 50 cm, y se atornilló en el panel de aluminio a 3 cm en referencia del borde vertical del panel.

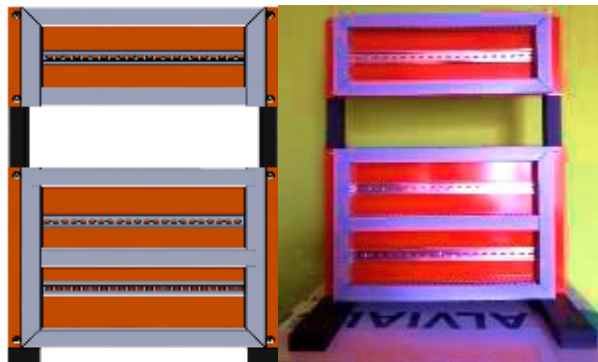


Ilustración 4-4: Colocación de los rieles DIN

Realizado por: Quito, D., 2024.

Descripción: Para la colocación de los rieles DIN se cortó tres tiras de 49 cm y se sujetó con tres tornillos de punta broca cabeza plana sobre el panel de aluminio, fijados en la parte central de los tres espacios de 15 cm, en el que serán colocados los componentes eléctricos.



Ilustración 4-5: Colocación de los dispositivos en la botonera

Realizado por: Quito, D., 2024.

Descripción: Para la colocación de la plancha metálica se perforó agujeros de 22 mm para todos los elementos a montarse (luces piloto, voltímetro, pulsadores, selector, potenciómetro) según lo diseñado en el plano. Para colocación la pantalla táctil se realizó un corte rectangular de (12x9,3) cm y el nombre de la carrera se realizó debajo de los pulsadores con un tamaño de letra de 2 cm, con 3 mm de grosor, a una altura de 1cm en referencia al borde inferior con un espaciado entre palabras de ½ cm.

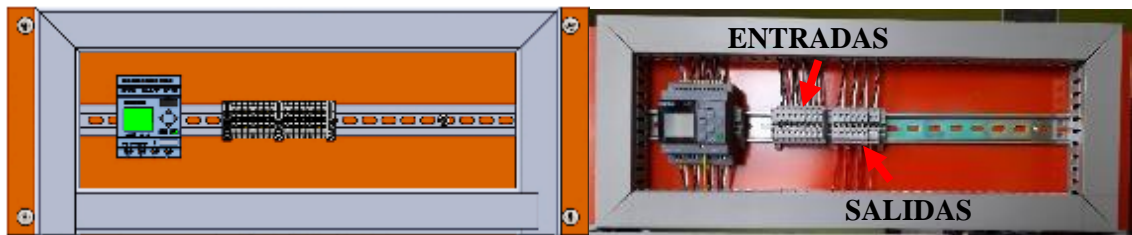


Ilustración 4-6: Montaje del micro PLC

Realizado por: Quito, D., 2024.

Descripción: Se procedió a colocar el micro PLC LOGO 12/24 RCE en la parte superior izquierda del módulo y se sacó la extensión de todas sus entradas y salidas hacia las borneras, se utilizó cable flexible #18 AWG. Este proceso se lo realizó para evitar que la manipulación sea directamente en el micro PLC y que las conexiones en las prácticas sean únicamente en las borneras. La alimentación al micro PLC se realizó directamente desde la fuente de alimentación.

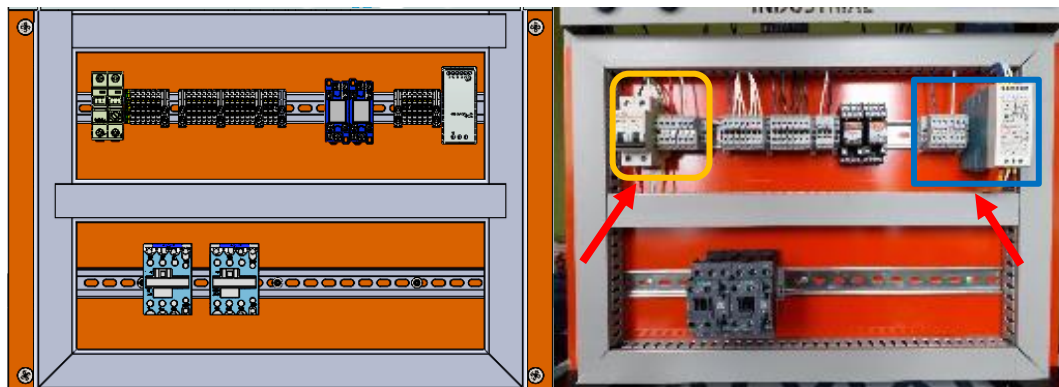


Ilustración 4-7: Montaje del disyuntor y la fuente de alimentación

Realizado por: Quito, D., 2024.

Descripción: En esta parte se procedió a colocar los demás dispositivos eléctricos: disyuntor de 2 polos con sus respectivas salidas de fase y neutro hacia las borneras. También se montó la fuente de alimentación MDR 60-24 que tiene una salida de 24 VCC con sus respectivas salidas de extensión hacia las borneras. Los contactores se colocaron únicamente en el riel DIN sin ninguna salida hacia las borneras, puesto que en este caso las conexiones para las prácticas serán solamente en la parte externa, sin necesidad de abrir la tapa de la canaleta.

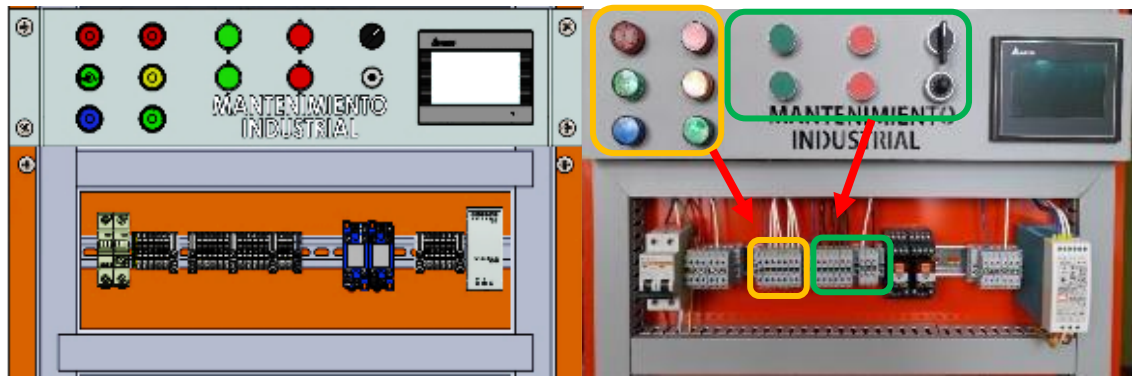


Ilustración 4-8: Montaje de las luces pilotos y pulsadores

Realizado por: Quito, D., 2024.

Descripción: Se realizó la extensión física los terminales hacia las borneras, de cada uno de los componentes (luces pilotos, pulsadores, selector y potenciómetro) separado en dos bloques de borneras, puesto que trabajan a diferentes voltajes. Además, es más cómodo trabajar en las borneras de manera frontal que en la parte posterior de la botonera.

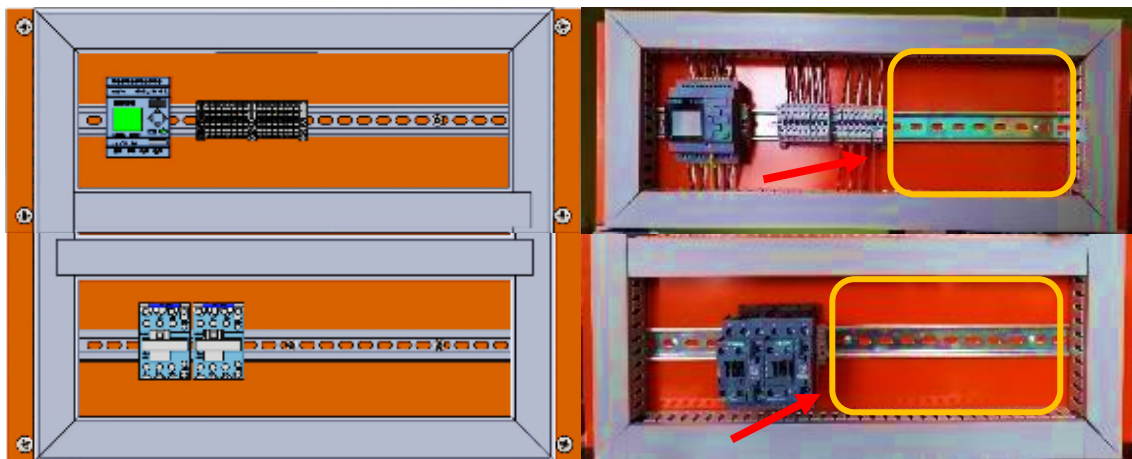


Ilustración 4-9: Espacio adecuado para futuras expansiones

Realizado por: Quito, D., 2024.

Descripción: Se presentó el módulo montado con todos los componentes a utilizar, lista para empezar a programar y realizar las diferentes simulaciones de los circuitos de control. Se consideró futuras incorporaciones con más equipos o componentes por lo que se optó en dejar un suficiente espacio para su colocación, donde puedan incorporarse sin ningún problema, ya que el largo del riel DIN abastece para más elementos que se necesiten utilizar.

Si la simulación a realizar es de un nuevo circuito eléctrico las conexiones se deben realizar en las borneras, que se encuentran en la parte externa del módulo. En caso de que se agregue algún componente o equipo, el cableado se debe realizar desde las terminales de los equipos hacia las borneras por dentro de las canaletas.



Ilustración 4-10: Colocación del módulo finalizado

Realizado por: Quito, D., 2024.

Descripción: Se presentó el módulo en el lugar exacto de ubicación del laboratorio de Mantenimiento Correctivo, según lo planteado y diseñado al inicio en el que se confirmó los requisitos necesarios para su adecuada y cómoda utilización.

4.3. Pruebas de funcionamiento

Las pruebas de funcionamiento del módulo tuvieron un paso importante para garantizar su funcionalidad y fiabilidad en la simulación de fallas de circuitos eléctricos. Estas pruebas se procedieron a realizar después de ejecutar la simulación correcta en el programa en línea y la correcta conexión de los cables de cada componente y equipo utilizado. Además, se comprobó que el módulo es capaz de identificar distintas fallas que suelen producirse, desde malas conexiones hasta sobrecargas, con un texto de aviso que genera respuestas adecuadas y oportunas del proceso de simulación



Ilustración 4-11: Conexión de cables para la simulación de módulo

Realizado por: Quito, D., 2024.

Se comprobó la funcionalidad de todos los componentes, ya que al realizar las pruebas de funcionamiento, las respuestas obtenidas fueron correctas de acuerdo a lo esperado. Al subir la perilla del relé y activar el sensor, la alarma se activó de manera instantánea y precisa, dando aviso de la falla que se produjo, tanto en el micro PLC así como en la pantalla táctil. Las luces piloto también respondieron de manera oportuna sobre el estado de los motores en simulación permitiendo que el estudiante tenga una visualización clara de lo que ocurre en todo el sistema.

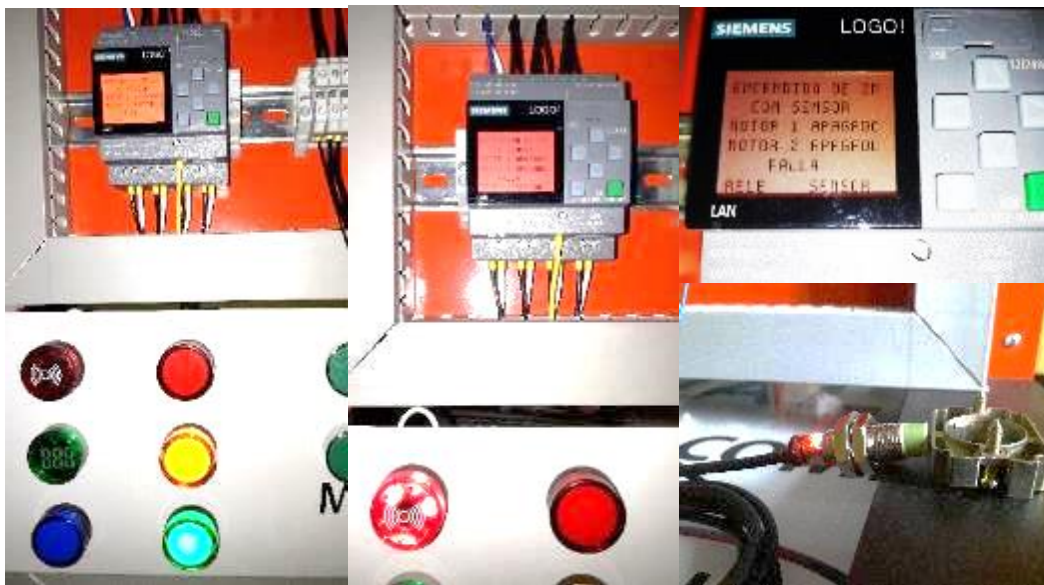


Ilustración 4-12: Indicadores de luces y texto de pantalla de la prueba de simulación

Realizado por: Quito, D., 2024.

Se complementó el diseño de la pantalla realizado en el programa DOP Soft 4.00.16, ya que en esta pantalla se colocó los botones de inicio con sus respectivas luces indicadoras, el botón de paro, el botón para visualizar las entradas y salidas del micro PLC, el botón para revisar las fallas que el sistema presenta y los indicadores de fecha y hora. Con esto se comprobó la correcta función al controlar desde la pantalla táctil.



Ilustración 4-13: Pantalla táctil (HMI) en simulación

Realizado por: Quito, D., 2024.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se validó el diseño y la construcción del módulo, mediante el uso de diseño asistido por computadora (CAD), que incluyó el montaje de todos los componentes, equipos y materiales, donde la estructura soportó la carga de todos los elementos.

Se verificó la correcta elección de todos los componentes eléctricos por su adecuado funcionamiento. El micro PLC 12/24 RCE brindó mayor seguridad, una compatible estandarización al trabajar con 24 VCC y la detección de fallas resultó ser menos compleja cuando se simulan con el módulo encendido.

Se comprobó la capacidad de detección y simulación de las fallas eléctricas, garantizando su utilidad en el laboratorio para las diferentes prácticas, así como la mejora en la calidad de aprendizaje de los estudiantes y la facilidad para el docente al momento de impartir las clases de manera real.

Se confirmó que el módulo tiene un alto potencial de aplicación, ya que los programas que se utilizaron son de últimas versiones y el módulo permite la detección temprana de fallas y se garantiza su aplicación en entornos industriales, donde las fallas eléctricas son críticas y se requiere la continuidad operativa o a su vez la reducción del tiempo de inactividad.

Se elaboró un manual de operación para el uso adecuado del módulo, detallando de manera secuencial los pasos a seguir, también se incluyen los pasos para la correcta instalación de los programas que se utilizó, permitiendo al estudiante guiarse y llevar a cabo una ejecución exitosa de las prácticas.

5.2. Recomendaciones

Verificar las conexiones de los cables antes de encender el módulo, y procurar que no exista ninguna instalación previa a lo diseñado en el propio módulo. Tener en cuenta que el cableado de las salidas y entradas de los diferentes componentes únicamente son hacia las borneras donde serán manipulados.

Revisar las indicaciones para una correcta instalación de los programas y su comunicación de los componentes (micro PLC, pantalla táctil) con la computadora, para evitar inconvenientes al momento de cargar o descargar los esquemas eléctricos que se realicen en los programas (LOGO Soft Comfort y DOP Soft HMI).

Realizar primero las simulaciones en el programa de la computadora procurando que no exista ningún tipo de error, para después pasar a realizar la simulación de manera real en el módulo, especialmente cuando se trate de un nuevo circuito.

Capacitar a los estudiantes en el uso adecuado del módulo y las diferentes funciones de cada componente eléctrico, para evitar cualquier riesgo principalmente en la integridad física de las personas y a su vez también en el daño material del módulo.

Verificar que el espacio de trabajo esté limpio, ordenado y libre de todo tipo de fluidos, para evitar la acumulación de suciedad o alguna salpicadura de fluido.

BIBLIOGRAFÍA

1. **ANDRANGO PACHACAMA, Joffre Efraín & CHANGOLUISA MORENO, Jordan Francisco.** Diseño y construcción de un sistema automatizado de dosificación de elementos controlado por un PLC S7 1200. [En línea]. (Trabajo de titulación). Tecnológico Universitario Vida Nueva 2023. [Consulta: 3 diciembre 2023]. Disponible en: <http://dspace.istvidanueva.edu.ec/handle/123456789/308>
2. **RITTALNET-2022** *¿Qué es la norma IEC 61439 y cómo aplicarla?* Rittal Net. Disponible en: <https://rittalnet.cl/norma-tableros-electricos/>
3. **ARICA MORAN, Miguel Angel.** Automatización con logo PLC para el arranque de electrobombas en el sistema de rebombeo del sector langostinero. Repositorio Institucional. [En línea]. (Trabajo de titulación) Universidad César Vallejo 2022. [Consulta: 3 diciembre 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/112479>
4. **CAICEDO MORERA, Jhovan. Hernan.** Análisis de efectos mecánicos basado en normatividad IEC producidos por corrientes de cortocircuito trifásico en tableros eléctricos de baja tensión. [En línea]. (Trabajo de titulación) Universidad Distrital Francisco José de Caldas 2019. [Consulta: 3 diciembre 2023]. Disponible en: <http://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/22350>.
5. **CAMEI S.A.-2023** *Compañía de Automatización y Modernización Empresarial e Industrial.* Disponible en: <https://www.camei.com.ec/>
6. **CÓNDOR CHUQUI, Diego Armando & CORTIJO LEYVA, René Ernesto.** Automatización de un sistema de refrigeración industrial mediante un plc, interface hmi y control remoto desde dispositivos móviles. [En línea]. (Trabajo de titulación) Universidad de Israel. [Quito-Ecuador] 2019. [Consulta: 15 diciembre 2023]. Disponible en: <http://repositorio.uisrael.edu.ec/handle/47000/2089>
7. **EGÚSQUIZA SARAPURA, Erick Dalí.** Estudio técnico para determinar la viabilidad de una fábrica de tableros eléctricos de baja tensión. [En línea]. (Trabajo de titulación)

Universidad Antonio Ruiz de Montoya. 2019. [Consulta: 15 diciembre 2023].
Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12833/2033>

8. **ESCAÑO GONZÁLEZ, Juan Manuel; et al.** Integración de sistemas de automatización industrial. [En línea]. Ediciones Paraninfo, S.A. (2019). [Consulta: 15 diciembre 2023]. Disponible en: <https://www.paraninfo.es/catalogo/9788428342285/integracion-de-sistemas-de-automatizacion-industrial>
9. **ESCARRAGA FINO, Wilinton & VÁSQUEZ MOYA, Ramiro.** Desarrollo de una metodología para certificación de tableros eléctricos de baja tensión de acuerdo a la norma IEC 61439 de la empresa "CAMES" de Colombia S.A.S. [En línea]. (Trabajo de titulación) Universidad Antonio Nariño. 2022. [Consulta: 27 diciembre 2023]. Disponible en: <http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/5914>
10. **FLORES GARCÍA, Ernesto; et al.** Implementación de PLC-HMI para control y monitoreo en la automatización de una máquina emplayadora en la industria refresquera para empaquetado de Tetra Briks. [En línea]. (Trabajo de titulación) Boletín Científico INVESTIGIUM de la Escuela Superior de Tizayuca. 2019. Artículo 9. [Consulta: 27 diciembre 2023]. ISSN 2448-4830 Disponible en: <https://doi.org/10.29057/est.v5i9.4016>
11. **GUEVARA ROCHA, Alexis Roger & LÓPEZ MEGO, Cesar.** Sistema automatizado para mejorar la detección de fallas eléctricas y mecánicas en una bomba de jugo clarificado de una empresa de Olmos. [En línea]. (Trabajo de titulación) Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. 2022. [Consulta: 27 diciembre 2023]. Disponible en: <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/10706>
12. **BAENA ALBA Noé; et al.** Integración de un control automático de conmutación eléctrica. Cultura Científica y Tecnológica. [En línea]. (Trabajo de titulación) Art. 55. (2020). [Consulta: 27 diciembre 2023]. Disponible en: <https://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/751>
13. **HUEDMANI MILLIKARJUN G; et al.** Programmable Logic Controller (PLC) in Automation. Advanced Journal of Graduate Research. [En línea] 2017. 2(1), Artículo

1. [Consulta: 27 diciembre 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.21467/ajgr.2.1.37-45>
14. **JURADO VALENZUELA, Dylan Alejandro.** Construcción de un módulo didáctico de entrenamiento para armado de tableros eléctricos de baja tensión: Implementación del módulo 2 de entrenamiento de tablero eléctrico. [En línea]. (Trabajo de titulación) Escuela Politécnica Nacional. 2023. [Consulta: 18 enero 2024]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/23849>
15. **CONTRERAS LISPERGUER, Rubén; et al.** Definiciones del sector eléctrico para la incorporación de las energías renovables variables y la integración regional en América Latina y el Caribe. [En línea]. Naciones Unidas. 2021. [Consulta: 18 enero 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11362/47656>
16. **MEJÍA NEIRA, Ángel; et al.** Influencia de la Ingeniería de Software en los Procesos de Automatización Industrial. Información tecnológica. [En línea]. 2019. Artículo 30(5), 221-230. [Consulta: 11 febrero 2024]. ISSN 0718-0764. Disponible en: <https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000500221>
17. **OVIEDO PAREDES, Juan Fernando.** Diseño y construcción de un sistema de clasificación de recipientes controlado por un relé programable. [En línea]. (Trabajo de titulación) (2022). [Consulta: 11 febrero 2024]. Disponible en: <http://dspace.istvidanueva.edu.ec/handle/123456789/218>
18. **PARRA OÑA, Carlos Fernando & MORENO MORENO, Alex Eduardo.** Diseño e implementación de dos módulos educacionales, basados en dispositivos de maniobra y relé programable (Logo) [En línea]. (Trabajo de titulación) Escuela Politécnica Nacional. 2019. [Consulta: 15 febrero 2024]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20520>

ANEXOS

ANEXO A: INSTALACIÓN DEL PROGRAMA LOGO SOFT COMFORT V8.3

En este apartado se indica el proceso de descarga e instalación del programa LOGO SOFT COMFORT versión V8.3, con una secuencia de pasos que incluyen ilustraciones para que el estudiante lleve el proceso de manera correcta. Para instalar esta última versión V8.3 se debe tener previamente una versión anterior.

Proceso de descarga e instalación

1. Ingresar al link de descarga adjunto al final del proceso, y visualizar las opciones de descarga para descargar primero la versión V8.0, y después la versión V8.3.

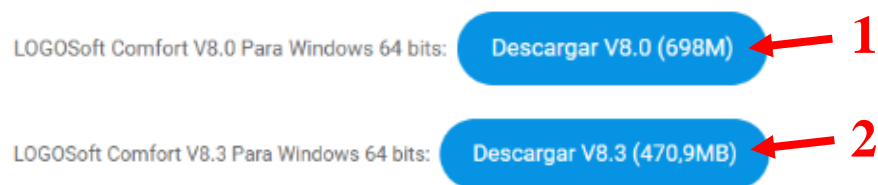


Ilustración 1: Opciones de descarga de ambas versiones.

Fuente: QBPROFE ACADEMY, 2021.

Realizado por: Quito, D., 2024.

2. Crear una carpeta, en este caso en el escritorio para guardar las descargas y descomprimir los archivos de ambas versiones, en el que se debe seleccionar la ubicación de instalación en la misma carpeta creada.

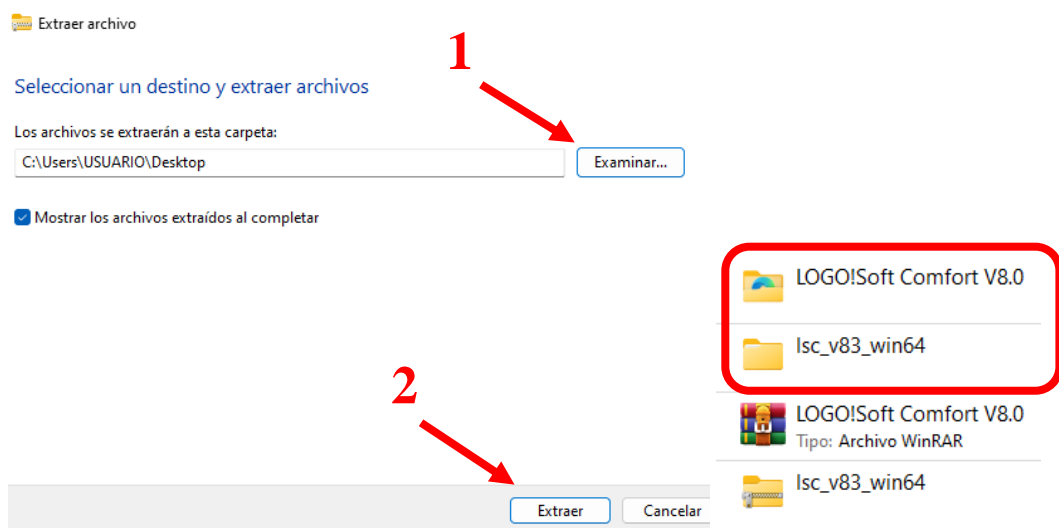


Ilustración 2: Selección del destino de extracción para ambas versiones.

Realizado por: Quito, D., 2024.

3. Abrir la carpeta de la versión V8.0, y seguir la siguiente secuencia para su instalación al llegar a SETUP se debe ejecutar como administrador.

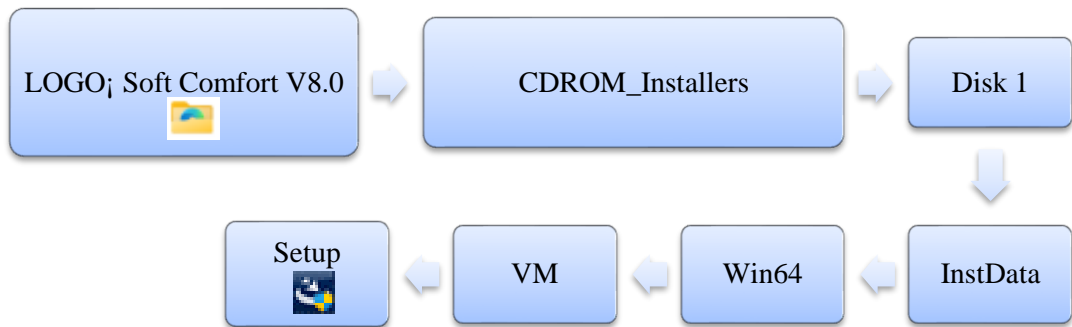


Ilustración 3: Secuencia de pasos de la versión V8.0.

Realizado por: Quito, D., 2024.

4. Esperar un momento hasta que se prepare la instalación, seleccionar el idioma y aceptar los términos de acuerdo a la licencia, para poder continuar con el proceso de instalación.

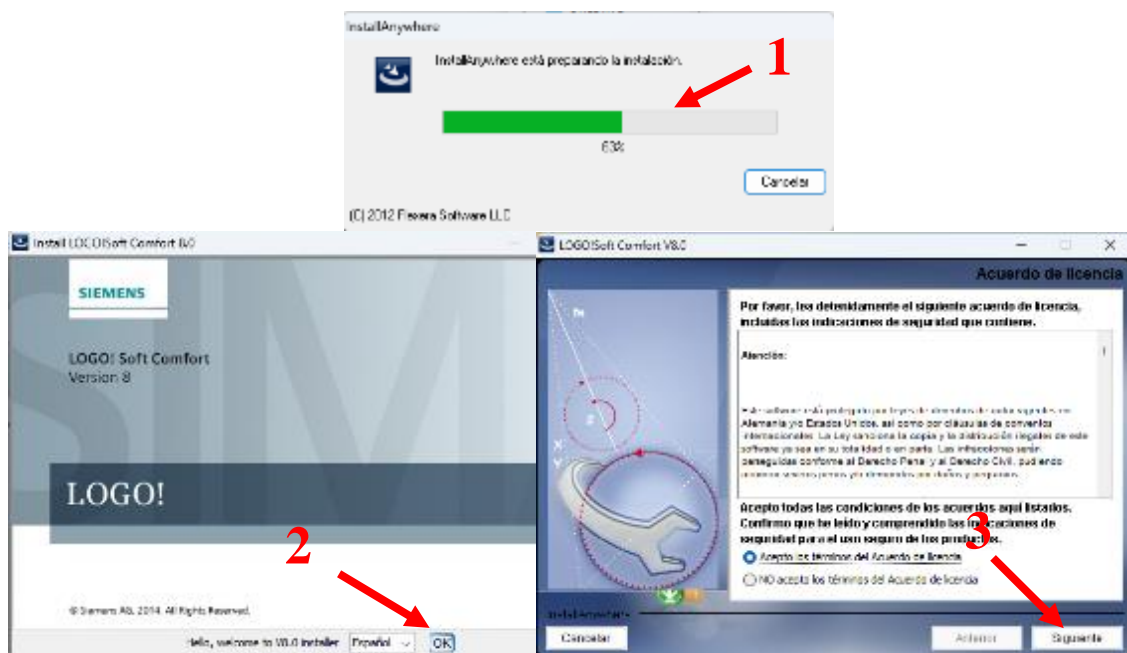


Ilustración 4: Aceptación de los términos de acuerdo a la licencia

Realizado por: Quito, D., 2024.

5. Continuar el proceso marcando la opción de siguiente en la selección de la carpeta de instalación, y en la carpeta de acceso directo, el cual inmediatamente se cargará una barra verde que afirma la continuación correcta de la instalación. A la pregunta del programa de controlador le damos en la opción SI, ya que para versión V8.0 si es necesario.

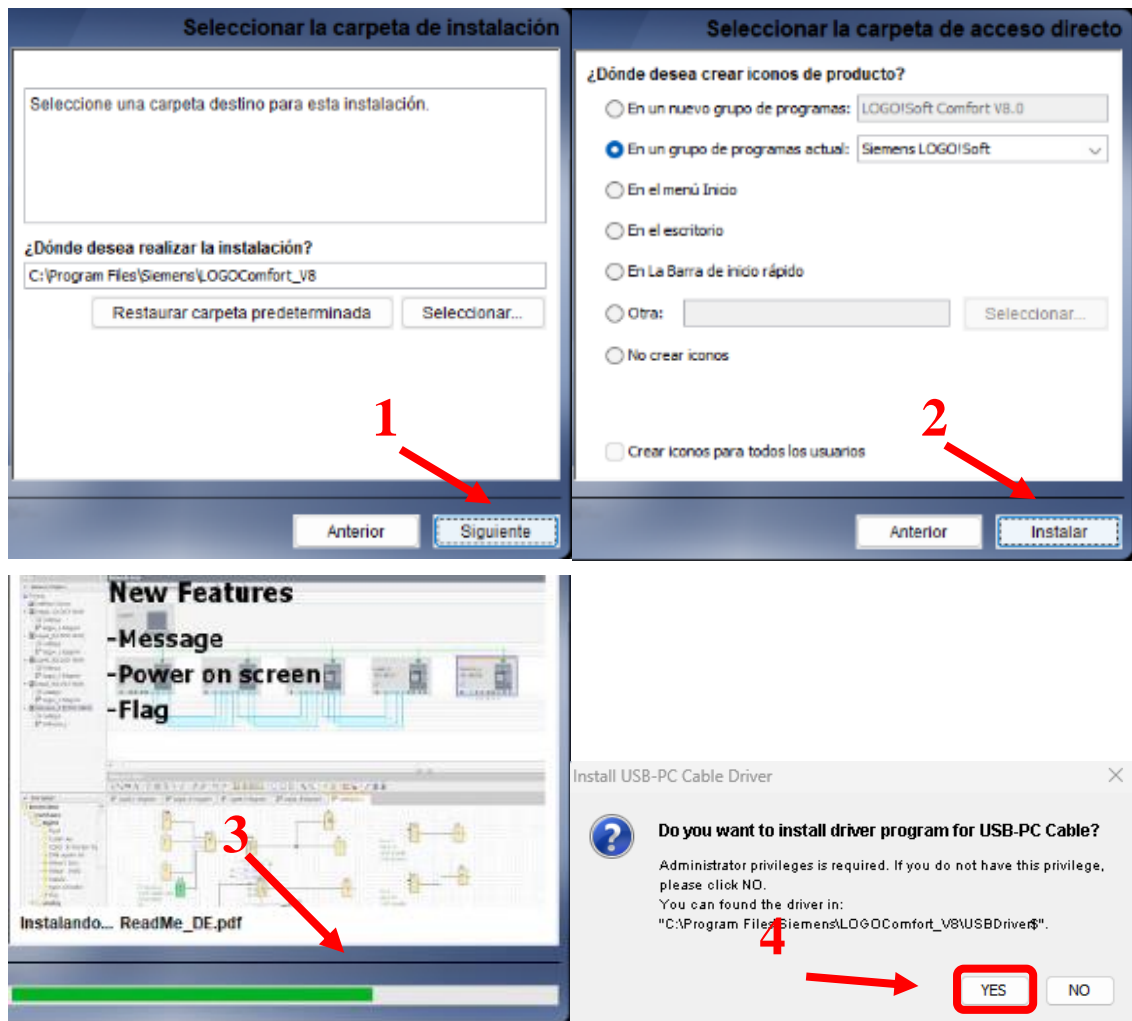


Ilustración 5: Selección de la carpeta de instalación y acceso directo.

Realizado por: Quito, D., 2024.

6. Aceptar todas las siguientes opciones que se solicitan para terminar el proceso de instalación. Una vez terminado el proceso se abre automáticamente el programa.

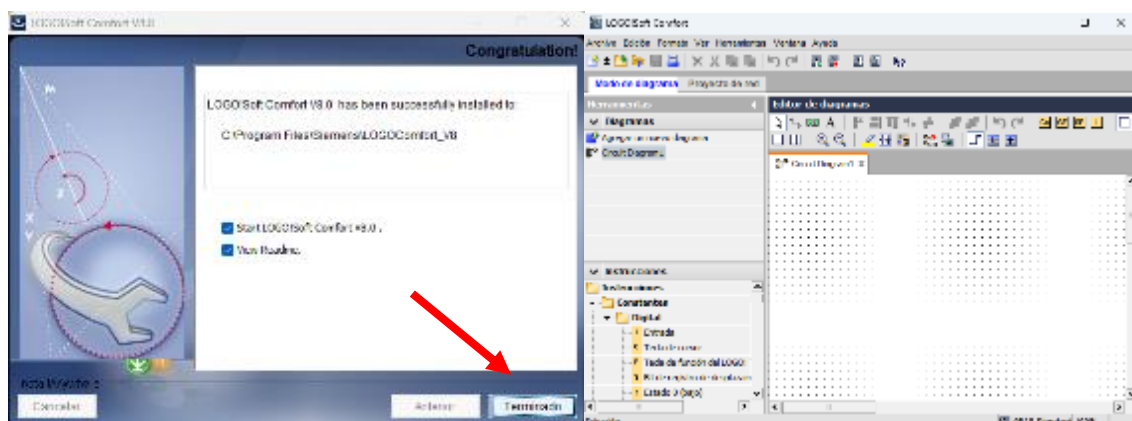


Ilustración 6: Finalización del proceso y visualización del programa en versión V8.0

Realizado por: Quito, D., 2024.

7. Realizar la actualización a la versión V8.3, para eso se ingresa a la carpeta descargada y se abre la carpeta de la actualización y se sigue el siguiente proceso.



Ilustración 7: Ejecución del administrador de actualización versión V8.3.

Realizado por: Quito, D., 2024.

8. Repetir los mismos pasos que se realizaron para la versión anterior y a la pregunta del programa de controlador le damos en la opción de NO, porque previamente ya se instaló. Finalmente verificamos la información acerca del Logo, en el que se mostrará su actualización a la última versión V8.3 lista para usarse.

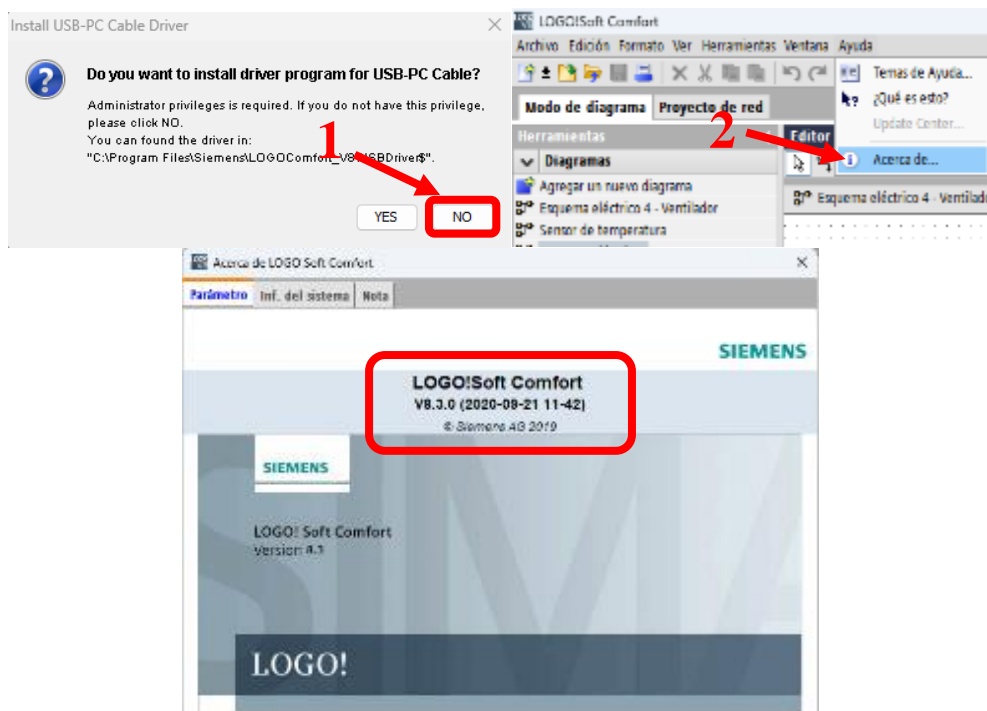


Ilustración 8: Actualización del programa a su última versión V8.3.

Realizado por: Quito, D., 2024.

Link de descarga:

<https://www.qbprofe.com/automatizacion-instrumentacion-industrial/descargar-logosoft-comfort-v8-3-nueva-actualizacion-2021-gratuita/?fbclid=IwAR3Q2CtF0EtgI06tfWe0KtAaWbh3p0dX4c5SuV4RZQDASgJtw3pr0IBAMVw>

ANEXO B: COMUNICACIÓN DE LA COMPUTADORA CON EL MICRO PLC LOGO

Para esta comunicación se necesita el cable de Ethernet en la que se configura algunas características de ambos equipos. Esta configuración es necesaria para poder enlazar y verificar la correcta conexión el cable Ethernet, en el cual se requiere configurar la dirección IP y la máscara de subred.

Ajuste de la dirección IP de la computadora

1. Se conecta el cable Ethernet con la computadora y el micro PLC LOGO V8.3, para dar inicio a la configuración, siguiendo una breve secuencia de pasos.

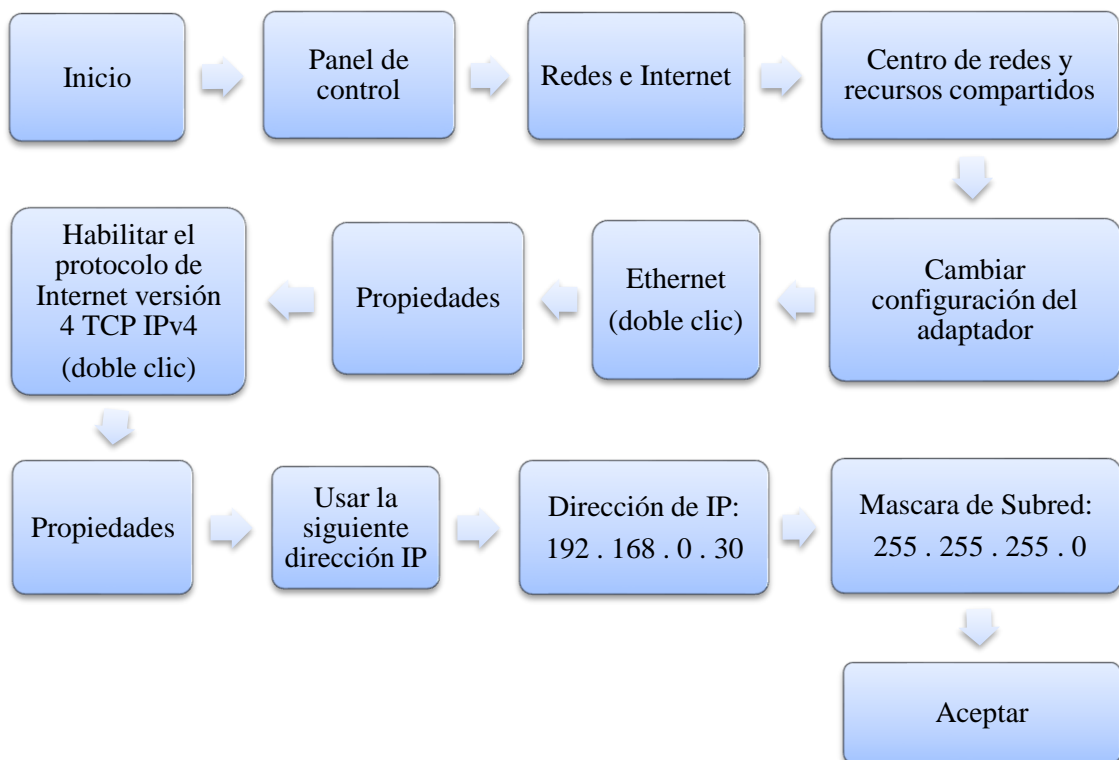


Ilustración 18: Secuencia del ajuste de la dirección IP de la computadora.

Fuente: INTESLA, 2024.

Realizado por: Quito, D., 2024.

2. La casilla de la dirección IP se conforma por cuatro octetos, los tres primeros octetos deben ser los mismos valores y el último octeto debe ser diferente para que no exista ningún error. En la casilla de máscara se coloca los mismos valores ya que el LOGO también trabaja bajo esta máscara. En la puerta de enlace predeterminada no se coloca ningún valor, ya que eso solo se utiliza cuando se realiza comunicación inalámbrica.

Usar la siguiente dirección IP:

Dirección IP: 192 . 168 . 0 . 30

Máscara de subred: 255 . 255 . 255 . 0

Puerta de enlace predeterminada: . . .

Último octeto diferente

Mismos valores

No es necesario

Ilustración 19: Ajuste de la dirección IP de la computadora.

Fuente: INTESLA, 2024.

Realizado por: Quito, D., 2024.

Ajuste de la dirección IP en la pantalla de LOGO

1. Se enciende nuestra pantalla de LOGO y en modo de parada, se dirige hacia la opción de menú en la opción de red, después se va a la opción de dirección IP en la que se accede al modo de ajuste de red, y se procede a realizar la configuración de acuerdo al administrador de red. El último octeto de la dirección IP debe ser diferente a lo que se configuró en la computadora.

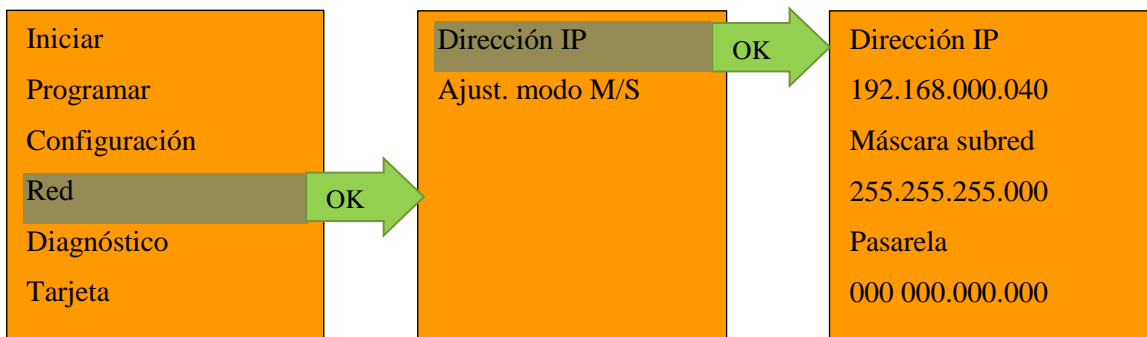


Ilustración 20: Ajuste de la dirección IP en la pantalla de LOGO.

Fuente: INTESLA, 2024.

Realizado por: Quito, D., 2024.

2. Una vez que se realiza este ajuste se dirige nuevamente a la computadora para realizar la comunicación entre ambos equipos mediante el cable Ethernet y poder transferir los circuitos ya realizados en diagrama de funciones. Esta conexión no solo permite transferir circuitos desde la computadora hacia el LOGO, sino que también permite recibir y descargar información desde el LOGO hacia la computadora. A continuación, se presenta una breve secuencia de pasos para realizar la comunicación y probar que la comunicación es correcta.

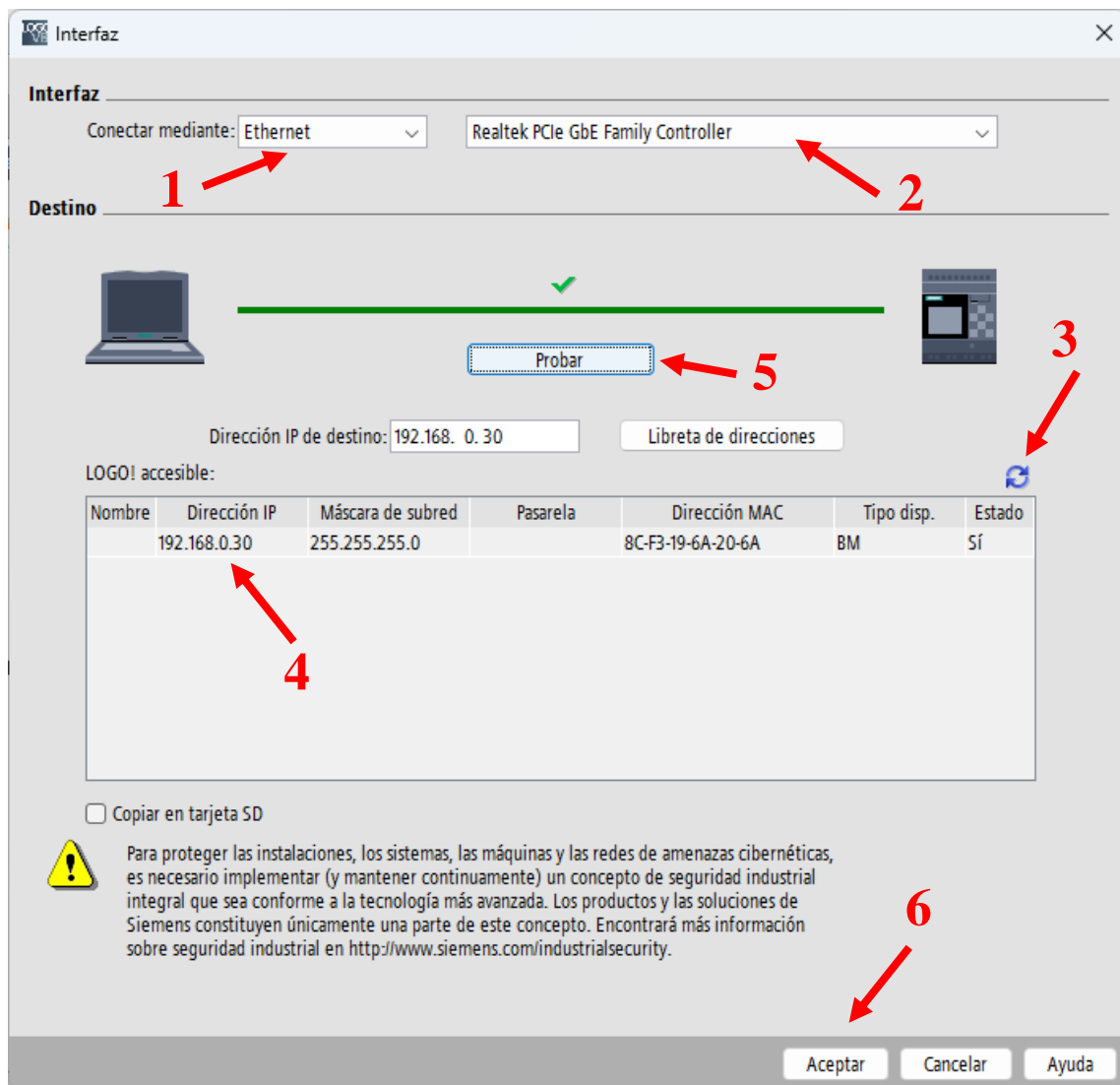


Ilustración 21: Interfaz para probar la comunicación de ambos equipos

Realizado por: Quito, D., 2024.

3. En nuestra ventana de interfaz se verifica primero la opción de conectar mediante Ethernet, a su derecha se elige la opción de “Realtek PCIe BbE Family Controller” y se refresca dando clic en el ícono azul para que aparezca los valores de la dirección IP y la máscara de subred, se da clic en la casilla para que se nos actualice en la dirección IP de destino. Después se da clic en la casilla de probar en la que se verifica la comunicación marcándose con un visto que afirma que la comunicación se hizo de manera correcta. Por último, se da clic en aceptar a todas a todas las pestañas que salen por defecto.

ANEXO C: INSTALACIÓN DE PROGRAMA DELTA-IA-HMI DOP SOFT

1. Se descarga el programa del link adjunto al final del proceso y se extrae los archivos en la computadora para realizar la instalación.



Ilustración 1: Ubicación del programa para descargar y extraer los archivos.

Fuente: DELTA, 2022.

Realizado por: Quito, D., 2024.

2. Se elige la opción del idioma de ingles ya que en español no se encuentra vigente.

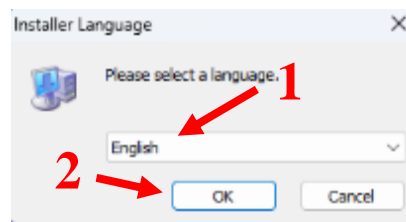


Ilustración 9-1: Elección del idioma.

Realizado por: Quito, D., 2024.

3. Se acepta todos los términos y condiciones de la licencia DOP SOF 100

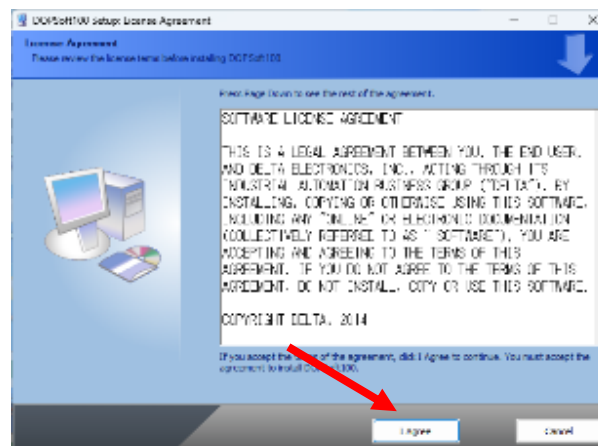


Ilustración 2: Aceptación de los términos de licencia.

Realizado por: Quito, D., 2024.

4. Se elige la ubicación para la instalación, en este caso se realizó en el escritorio, después damos clic en continuar.

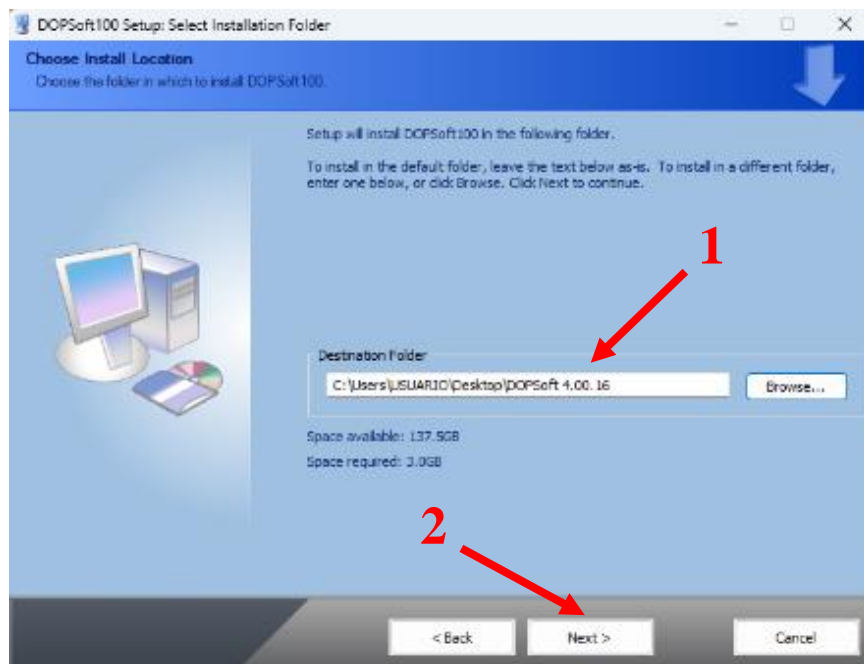


Ilustración 3: Ubicación de instalación.

Realizado por: Quito, D., 2024.

5. Se elige los componentes para la instalación y se da clic en Instalar.

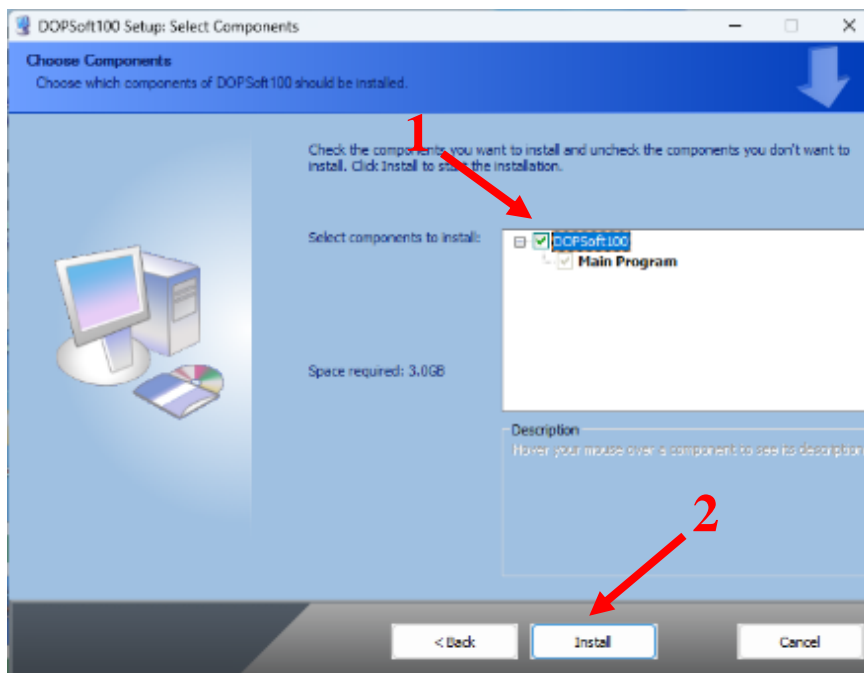


Ilustración 4: Elección de componentes.

Realizado por: Quito, D., 2024.

6. Se procede a realizar la instalación el cual tarda unos segundos, y se abre una ventana del asistente a la cual se acepta y finaliza.

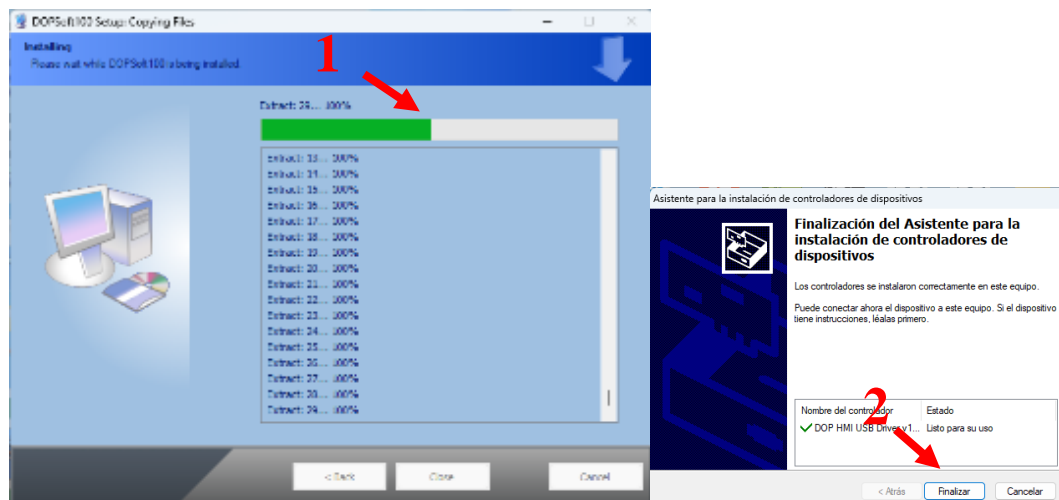


Ilustración 5: Proceso de instalación y finalización del asistente.

Realizado por: Quito, D., 2024.

7. Finalmente se cierra la instalación completada y se abre el ícono del programa DOP SOFT 4.00.16 ya instalado en el escritorio.

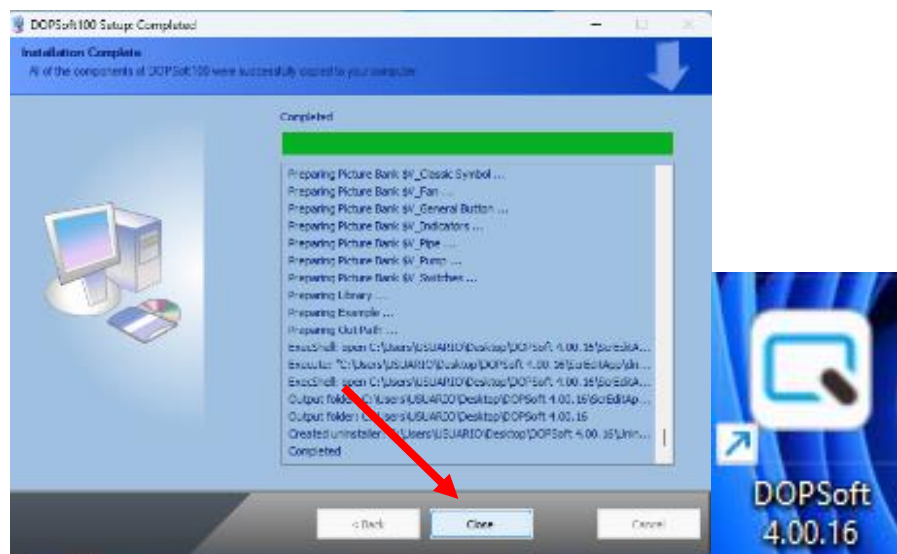


Ilustración 6: Instalación completa y visualización del programa.

Realizado por: Quito, D., 2024.

Link de descarga:

<https://downloadcenter.deltaww.com/en->

[US/DownloadCenter?v=1&CID=06&itemID=060302&dataType=8&q=DOPSoft&sort_exp=sort_dir=DESC](https://downloadcenter.deltaww.com/en-US/DownloadCenter?v=1&CID=06&itemID=060302&dataType=8&q=DOPSoft&sort_exp=sort_dir=DESC)

ANEXO D: COMUNICACIÓN DE LA COMPUTADORA CON LA PANTALLA TÁCTIL (DELTA DOP-103WQ)

Para esta comunicación también se necesita el cable de Ethernet en la que se configura algunas características de ambos equipos. Esta configuración es necesaria para poder enlazar y verificar la correcta conexión el cable Ethernet y es muy similar a la comunicación con el LOGO. En este caso también se requiere configurar la dirección IP y la máscara de subred.

Ajuste de la dirección IP de la computadora

1. Se conecta el cable Ethernet con la computadora y la pantalla táctil DELTA DOP-103WQ, para dar inicio a la configuración, siguiendo una breve secuencia de pasos.

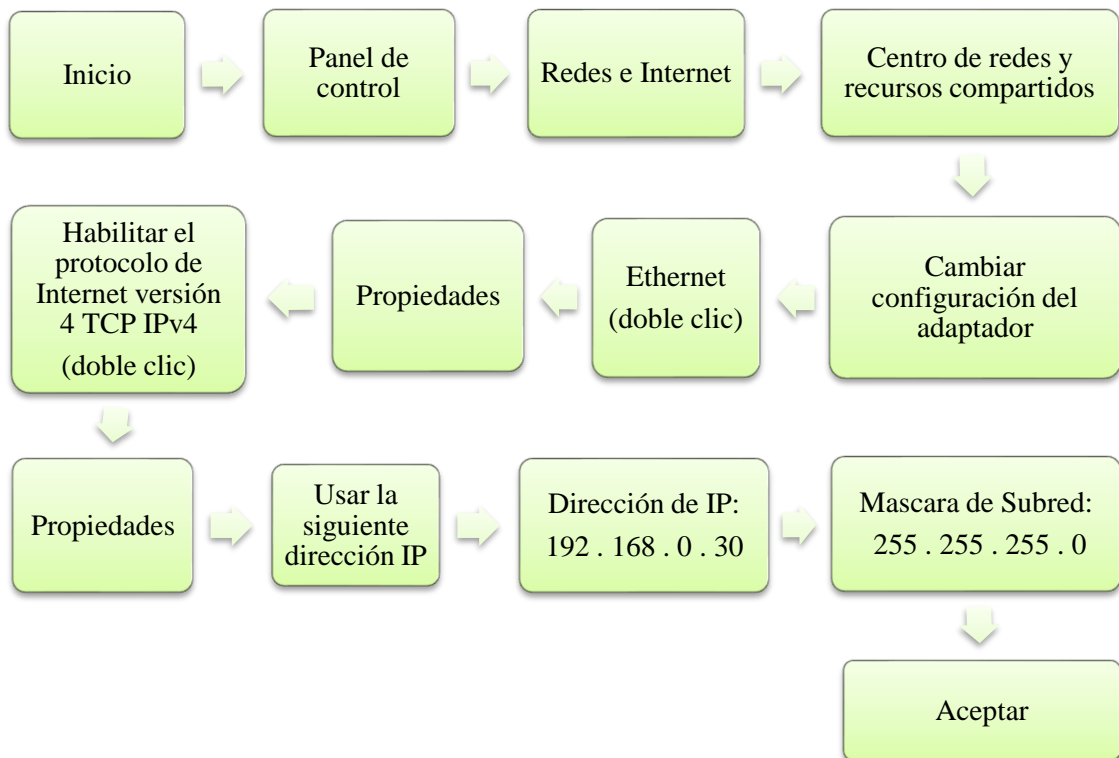


Ilustración 1: Secuencia del ajuste de la dirección IP de la computadora.

Realizado por: Quito, D., 2024.

2. La casilla de la dirección IP se conforma por cuatro octetos, los tres primeros octetos deben ser los mismos valores y el último octeto debe ser diferente para que no exista ningún error. En la casilla de máscara de subred se coloca los mismos valores. En la puerta de enlace predeterminada no se coloca ningún valor.

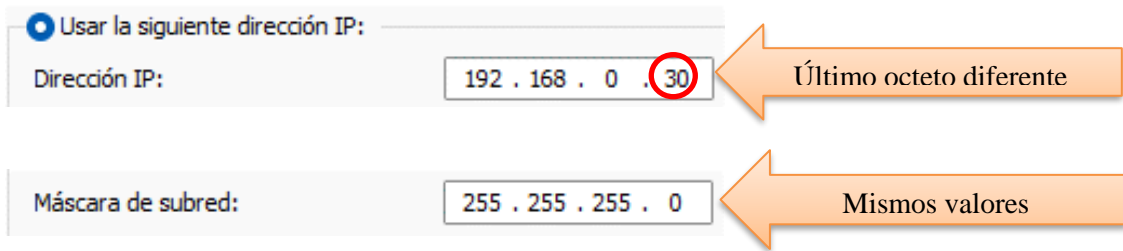


Ilustración 2: Ajuste de la dirección IP de la computadora.

Realizado por: Quito, D., 2024.

Ajuste de la dirección IP en la pantalla táctil DELTA DOP-103WQ

1. Se enciende nuestra pantalla táctil, y en el menú principal seleccionamos la opción de AJUSTES DE SISTEMA, después continuamos con el cursor hacia la derecha.

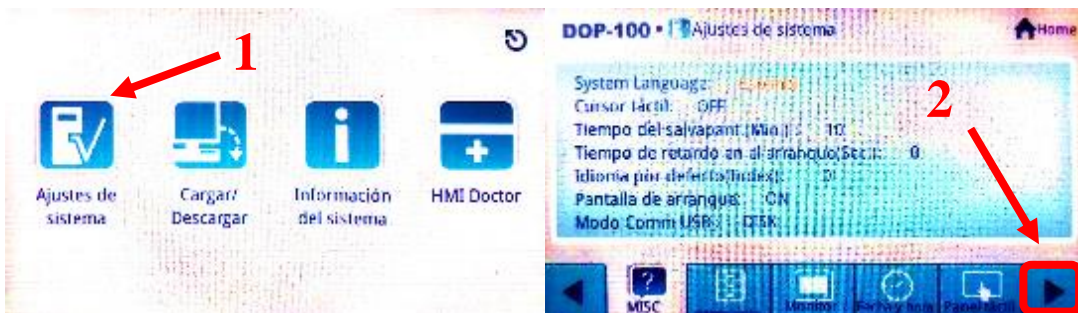


Ilustración 3: Ajustes del sistema

Realizado por: Quito, D., 2024.

2. Se selecciona en la opción de RED el cual visualiza algunas características incluido la dirección IP y la MÁSCARA, en el que debemos verificar los respectivos octetos y unicamente el último octeto del la dirección IP, se debe configurar con un valor diferente a lo configurado en la computadora.

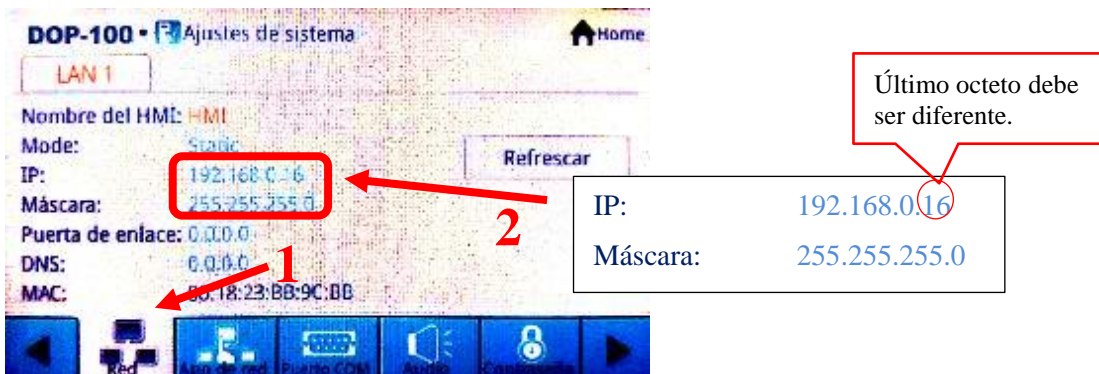


Ilustración 4: Ajuste de la dirección IP en la pantalla táctil DELTA DOP-103WQ.

Realizado por: Quito, D., 2024.

- Se abre el programa DOP SOFT 4.00.16 para empezar a trabajar con un nuevo proyecto, se elige la opción de serie “DOP-100 series” y la lista de HMI que para este caso es 103WQ, con una resolución de 480x272 a color. Si se desea se cambia el nombre del proyecto, el nombre de la pantalla, el idioma, entre otras configuraciones y se da clic en finalizar.

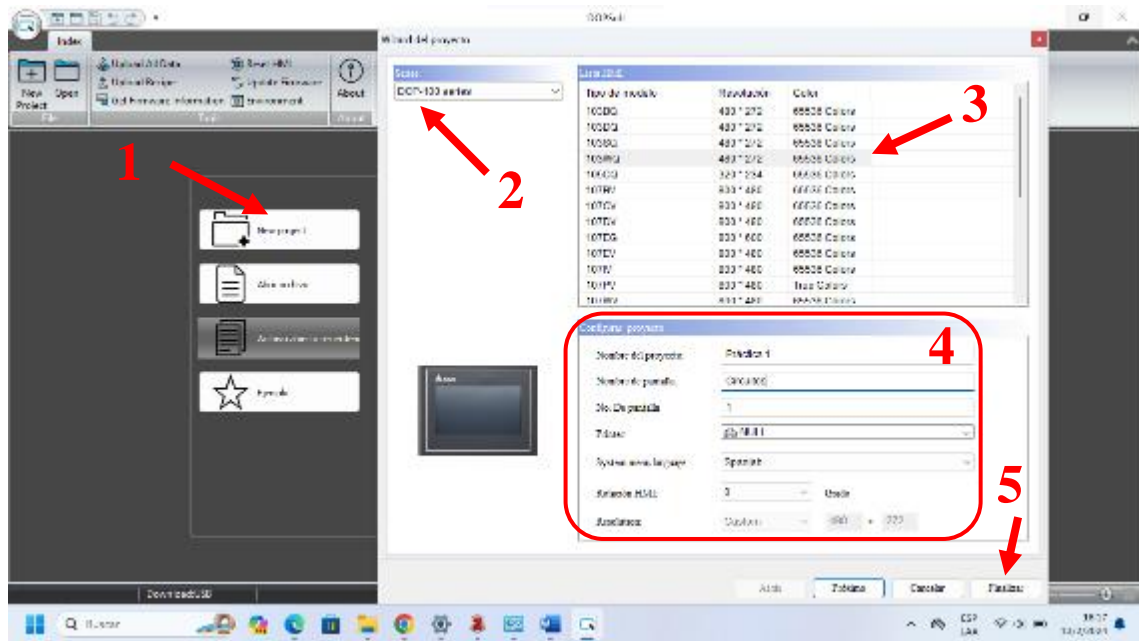


Ilustración 5: Creación de un nuevo proyecto y su configuración.

Realizado por: Quito, D., 2024.

- Una vez que se crea el nuevo proyecto se realiza la configuración del entorno con el cable Ethernet ya conectado, para eso se debe seguir una breve secuencia de pasos para probar que la comunicación es correcta.



Ilustración 6: Secuencia de pasos para la configuración del entorno.

Realizado por: Quito, D., 2024.

- Se muestra una nueva pestaña en el que se configura el entorno y en la opción de Carga/Descarga seleccionamos Ethernet para transferir el diseño de pantallas que corresponde a los botones de los diferentes circuitos, se da clic en OK para continuar con el proceso y transferir los diseños de pantallas desde la computadora hacia la pantalla táctil DELTA DOP-103WQ, y viceversa.

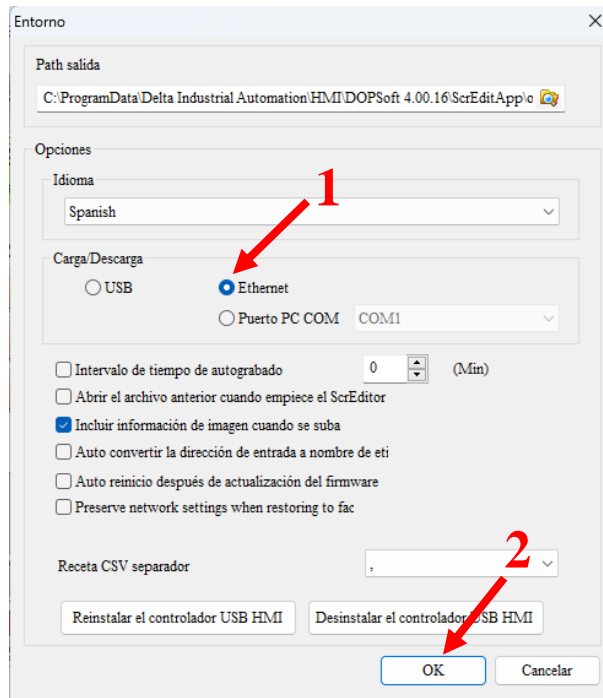


Ilustración 7: Configuración del entorno.

Realizado por: Quito, D., 2024.

6. Subir la práctica a la pantalla táctil y verificar la comunicación, para eso se dirige a la opción de Project, y como en este caso se desea subir el diseño de la pantalla damos clic en la opción de DOWNLOAD ALL DATA en el que se abre una nueva pestaña, y se da clic en la casilla del HMI DOP-103WQ con el que se trabaja, para continuar se da clic en Start transfer e inmediatamente se realiza la transferencia.

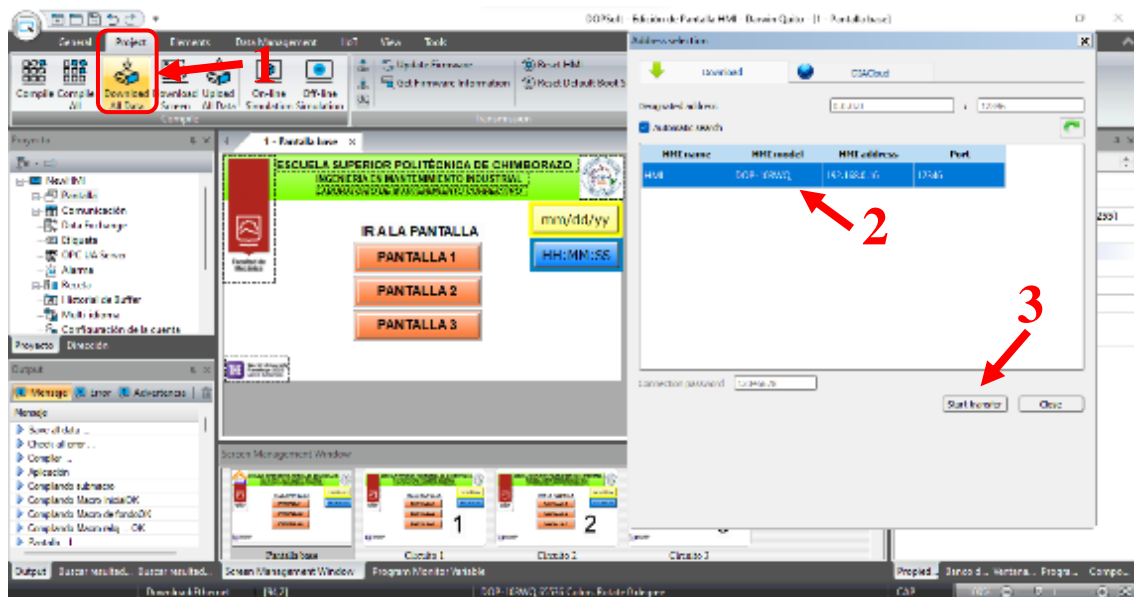


Ilustración 8: Proceso para realizar la transferencia del proyecto.

Realizado por: Quito, D., 2024.

7. Una vez que se finaliza la transferencia se visualiza en la pantalla táctil el nuevo proyecto en el cual se simula el programa de manera correcta.

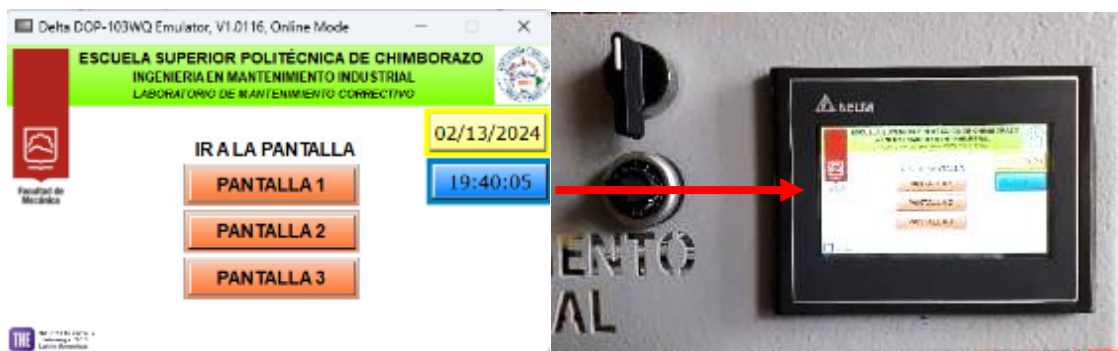


Ilustración 9: Transferencia del proyecto realizada con éxito.

Realizado por: Quito, D., 2024.

8. En caso de que se quiera descargar un proyecto desde la pantalla táctil DELTA DOP-103WQ hacia la computadora, se debe escribir una contraseña que es 12345678 y se continua con el proceso.

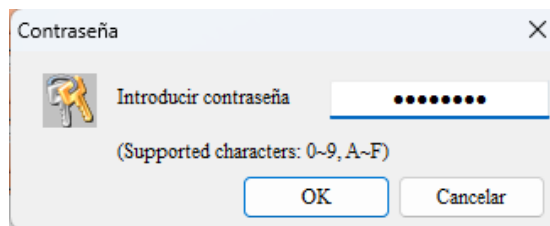


Ilustración 10: Clave para descarga de proyecto.

Realizado por: Quito, D., 2024.

ANEXO E: PROGRAMACIÓN DE LA PANTALLA TÁCTIL (DELTA DOP-103WQ)

1. Se crea un nuevo proyecto y se selecciona las opciones según las características de la pantalla táctil HMI, y se da clic en la opción de PRÓXIMO.

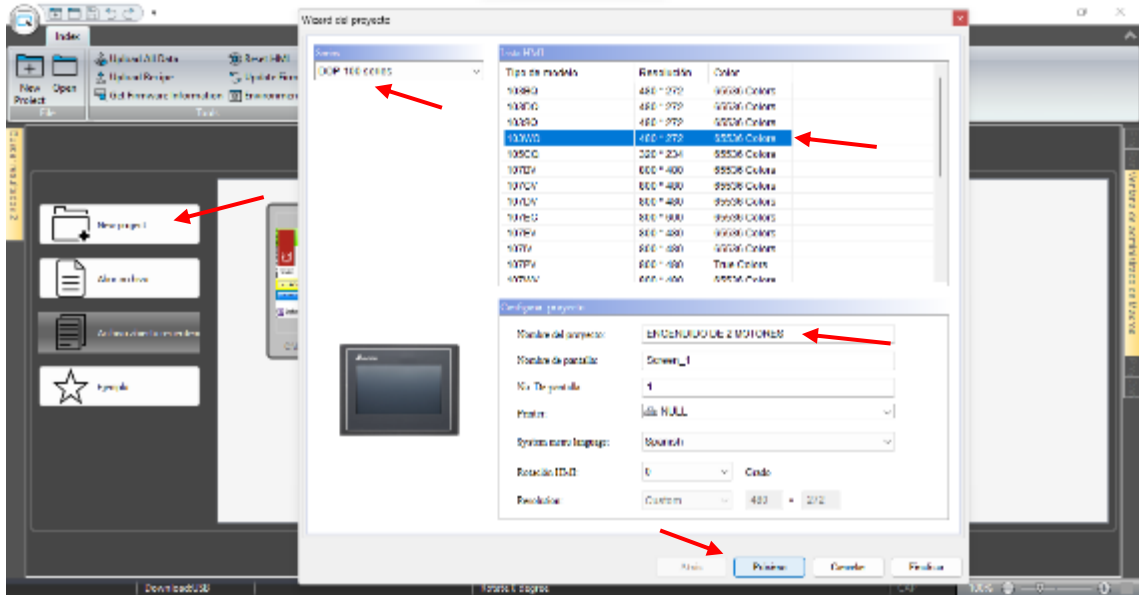


Ilustración 1: Creación de un nuevo proyecto.

Realizado por: Quito, D., 2024.

2. Automáticamente se abre la ventana del asistente del proyecto donde se elige las opciones Ethernet, Localhost, Reescribir IP y se escribe la dirección IP de la pantalla táctil HMI.

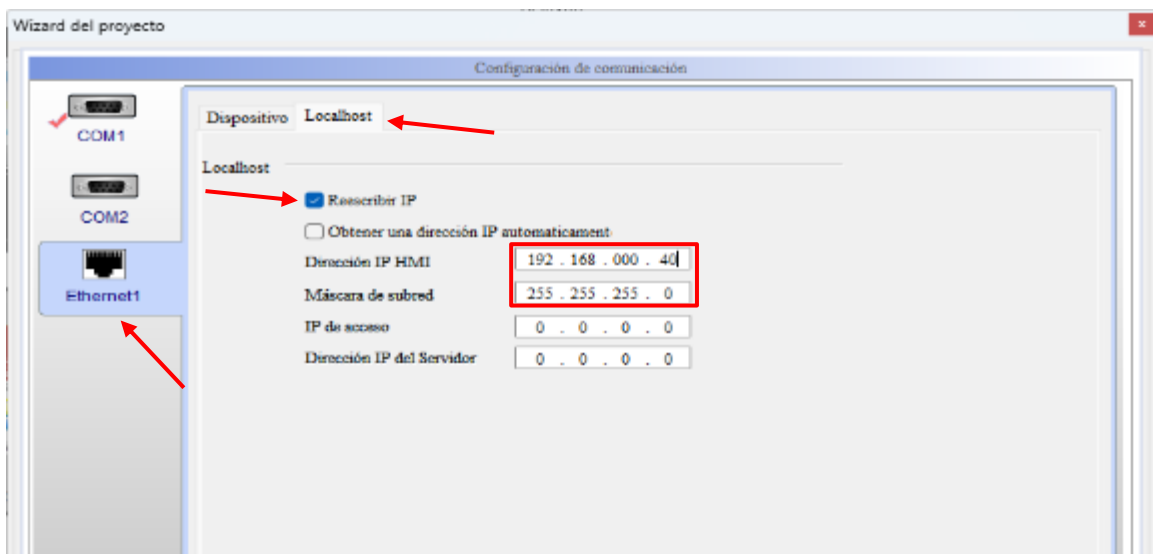


Ilustración 2: Asistente del proyecto.

Realizado por: Quito, D., 2024.

3. Se abre la pantalla para iniciar la programación del nuevo proyecto.

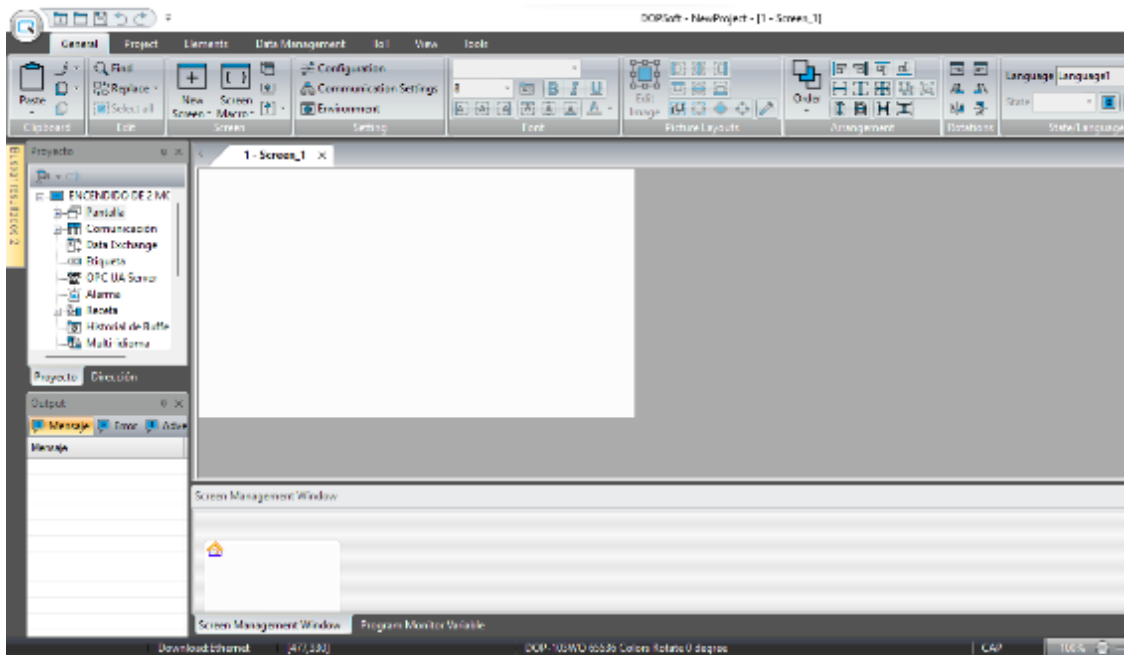


Ilustración 3: Pantalla de edición.

Realizado por: Quito, D., 2024.

4. Se edita el cuadro de la pantalla con el texto que se desea y se agrega las imágenes necesarias de la carrera dando clic derecho en cualquier parte de la pantalla en la opción de dibujo y seguido en la opción de rectángulo. Después se da clic en el rectángulo creado para agregar las imágenes.

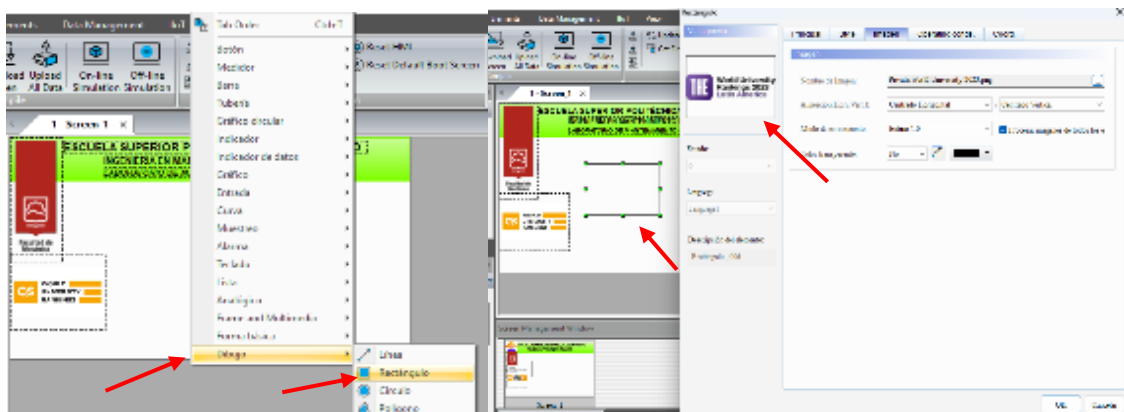


Ilustración 4: Cuadro de texto.

Realizado por: Quito, D., 2024.

5. Se agrega el texto de la facultad y los textos necesarios para que se muestre en la pantalla y trabajar en esa plantilla creada.

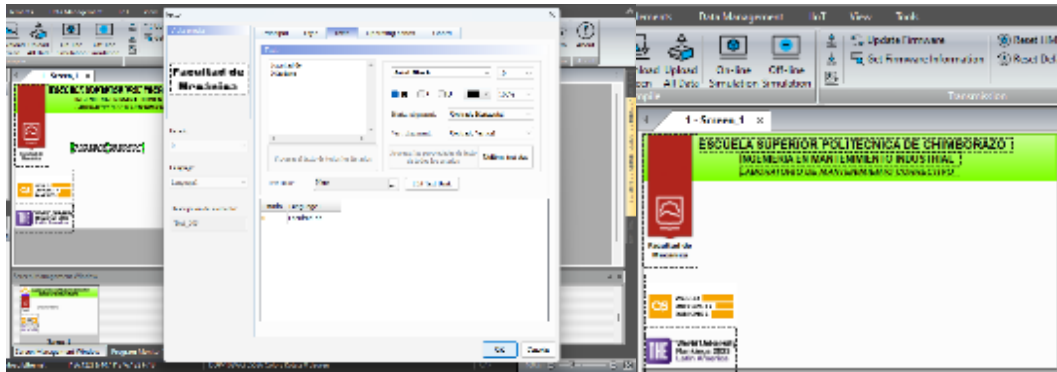


Ilustración 5: Colocación de cuadros de texto.

Realizado por: Quito, D., 2024.

6. Se dirige a la opción de indicador de datos y se agrega el visualizador de la hora y la fecha.

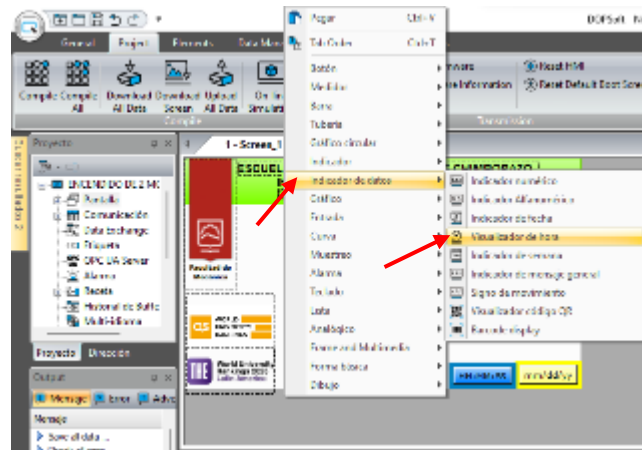


Ilustración 6: Indicador de hora y fecha.

Realizado por: Quito, D., 2024.

7. Se agrega los botones y luces indicadoras dando clic derecho en cualquier parte de la pantalla en la opción de botón, donde nos aparece el tipo de botón que se desea poner y la opción de luces indicadoras que se desea colocar.

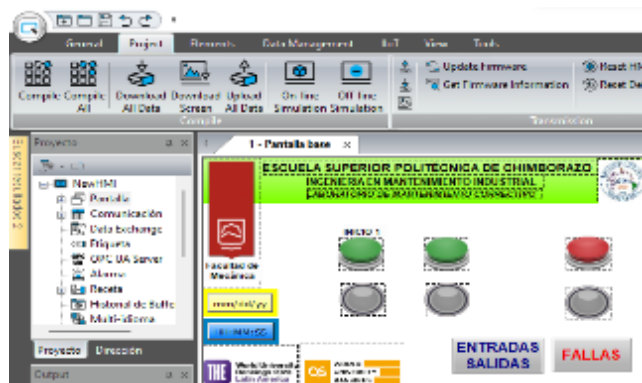


Ilustración 7: Creación de botones.

Realizado por: Quito, D., 2024.

8. Se agrega el nombre a los botones y las imágenes de los motores con las modificaciones en caso de ser necesario.

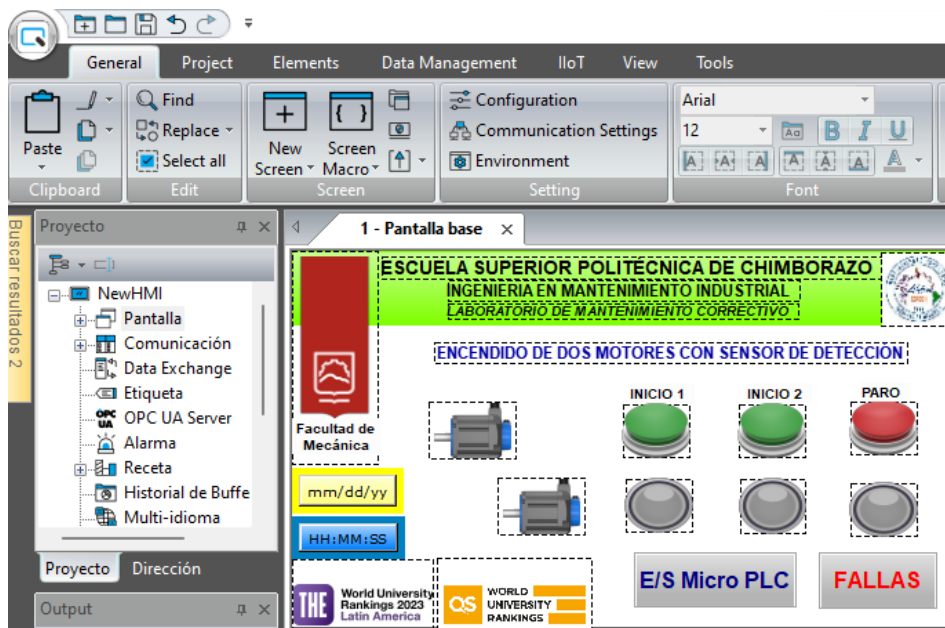


Ilustración 8: Nombre de pulsadores.

Realizado por: Quito, D., 2024.

9. Se crea una nueva pantalla y se agrega botones de las entradas y salidas del micro PLC con su respectiva dirección de lectura para este caso se inició con el I0.0 que leerá la entrada I1 del micro PLC y así sucesivamente. Esta dirección de lectura debe estar de acuerdo a las entradas y salidas que se ocupe del micro PLC.

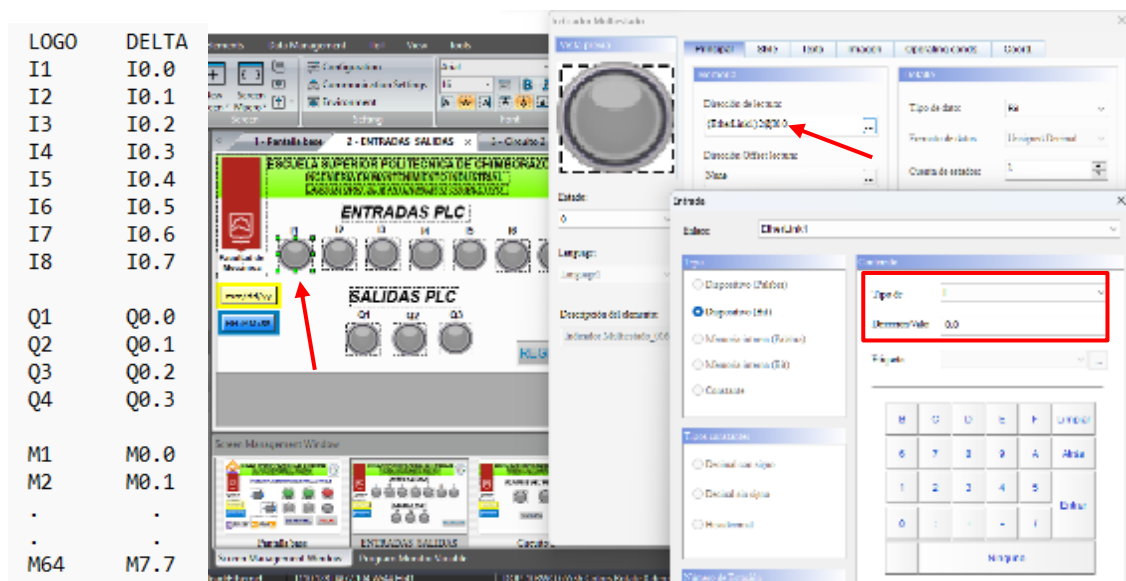


Ilustración 9: Creación de nueva pantalla para E/S del LOGO.

Realizado por: Quito, D., 2024.

10. Se crea otra pantalla para colocar las luces indicadoras de las alarmas con su respectivo identificativo del componente que esté produciendo falla en el sistema. La dirección de lectura para las luces indicadores será de acuerdo a la programación realizada en el programa LOGO Soft Comfort, para este caso se ha configurado con la dirección de V0.3 que hace referencia al tipo y a la dirección del valor.

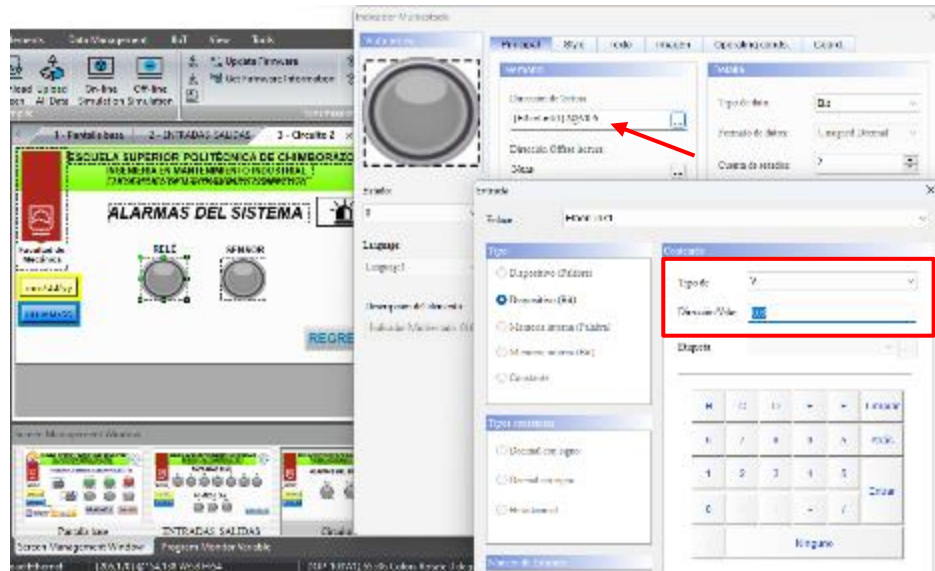


Ilustración 10: Creación de nueva pantalla para visualización de alarmas.

Realizado por: Quito, D., 2024.

11. Crear un botón en cada pantalla para poder regresar a la pantalla principal dando en la opción de “Ir a la pantalla” en el que se selecciona esa opción.

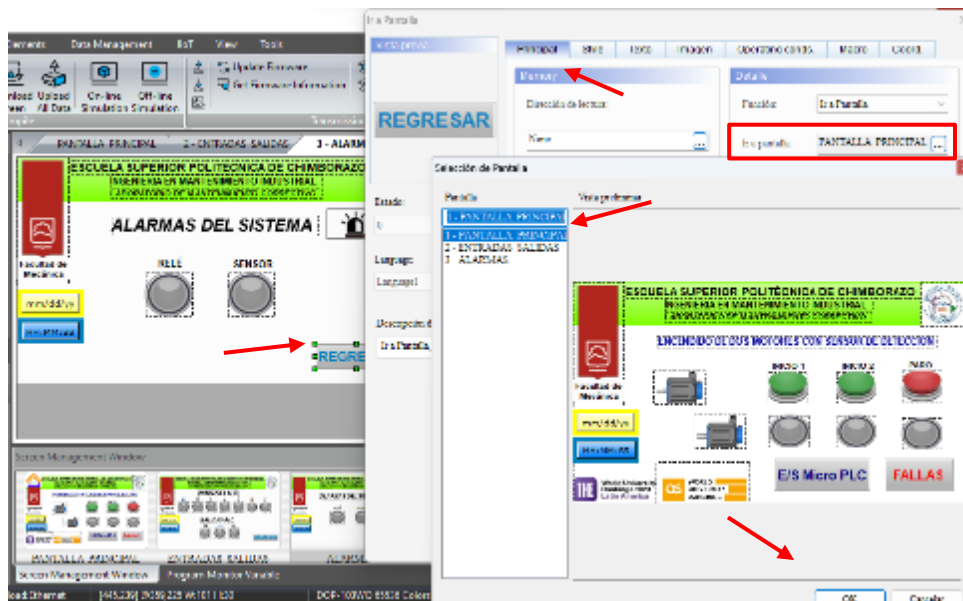


Ilustración 11: Botón de regreso.

Realizado por: Quito, D., 2024.

12. Se conecta el cable Ethernet y se da clic en la opción de “Download All Data” en el que se abre una ventana para dar inicio a la transferencia del proyecto a la pantalla táctil HMI.

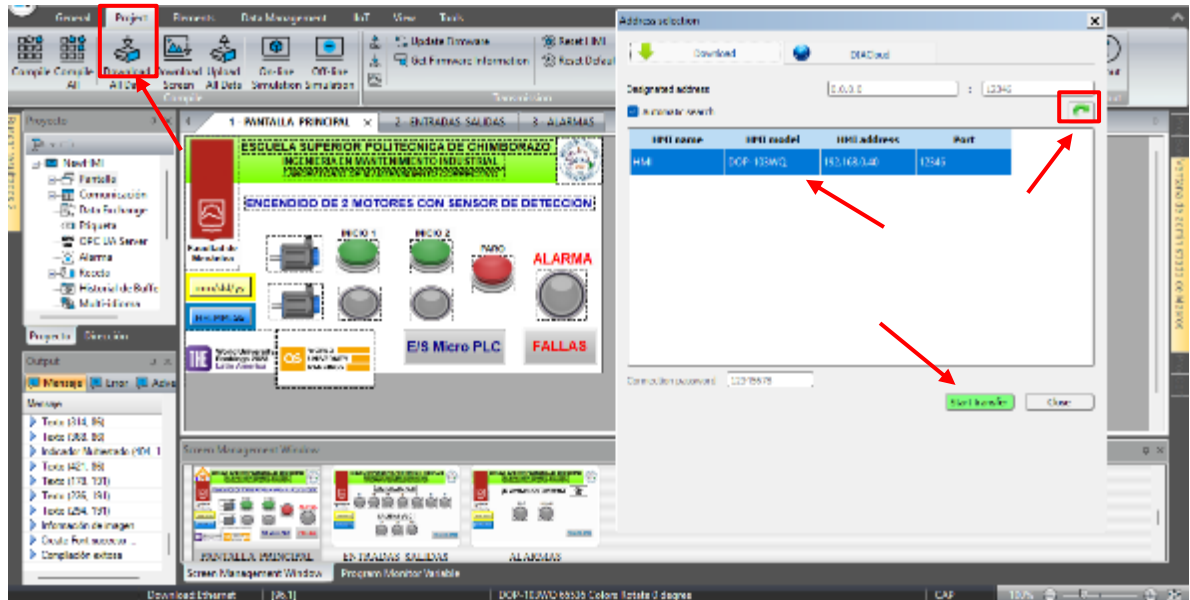


Ilustración 12: Transferencia de la pantalla programada.

Realizado por: Quito, D., 2024.

13. Se visualiza el programa cargado a la pantalla táctil HMI para iniciar el proceso de simulación.



Ilustración 13: Visualización de la pantalla programada.

Realizado por: Quito, D., 2024.

ANEXO F: MANUAL DE OPERACIÓN

El presente manual de operación del módulo contiene una secuencia de pasos donde se indica el proceso para llevar a cabo las prácticas de manera segura.

1. Utilice equipo de Protección Personal
 - Mandil
 - Guantes
2. Verifique la inexistencia de algún cable exterior suelto de simulaciones anteriores y en caso de que exista desconéctelo para que pueda encender el módulo de manera segura subiendo la perilla del disyuntor.



Ilustración 1: Encendido del módulo.

Realizado por: Quito, D., 2024.

3. Tenga la instalación previa de los dos programas (LOGO Soft Comfort V8.3 y DOP Soft HMI 4.00.16).



Ilustración 2: Programas de instalación.

Realizado por: Quito, D., 2024.

- Abra el programa LOGO Soft Comfort y en la pestaña VISTA DE REDES realice la comunicación mediante el cable Ethernet de la computadora o PC local con el micro PLC LOGO y con la pantalla táctil HMI el cual se configura en propiedades de dispositivo.

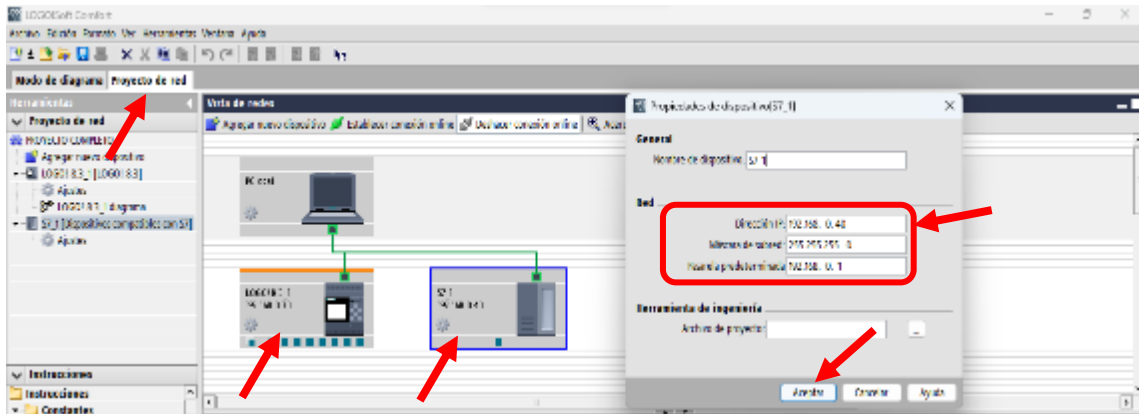


Ilustración 3: Comunicación de la PC local con el LOGO y el HMI.

Realizado por: Quito, D., 2024.

- Realice la programación del circuito en la pestaña de PROYECTO DE RED y simule para verificar el correcto funcionamiento. En caso de ser un nuevo circuito identifique bien las entradas y salidas que se ocupan.

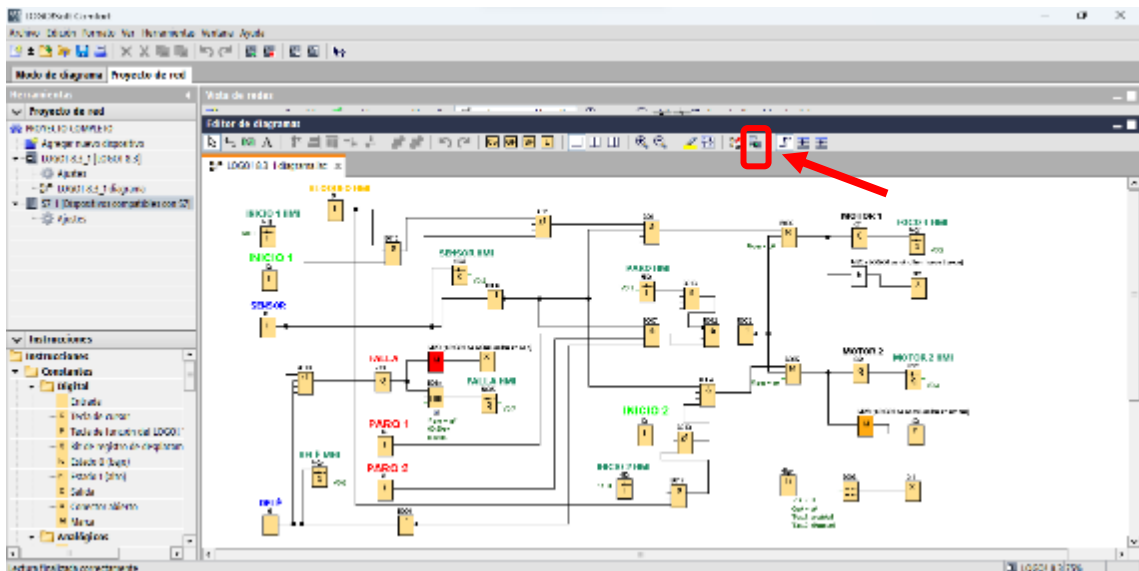


Ilustración 4: Simulación de circuito en el programa.

Realizado por: Quito, D., 2024.

- Realice las conexiones del cableado físico de los componentes según el esquema realizado en Cade Simu. En caso de ser un nuevo circuito, realizar de acuerdo a las entradas y salidas que se ocupan en el circuito programado.

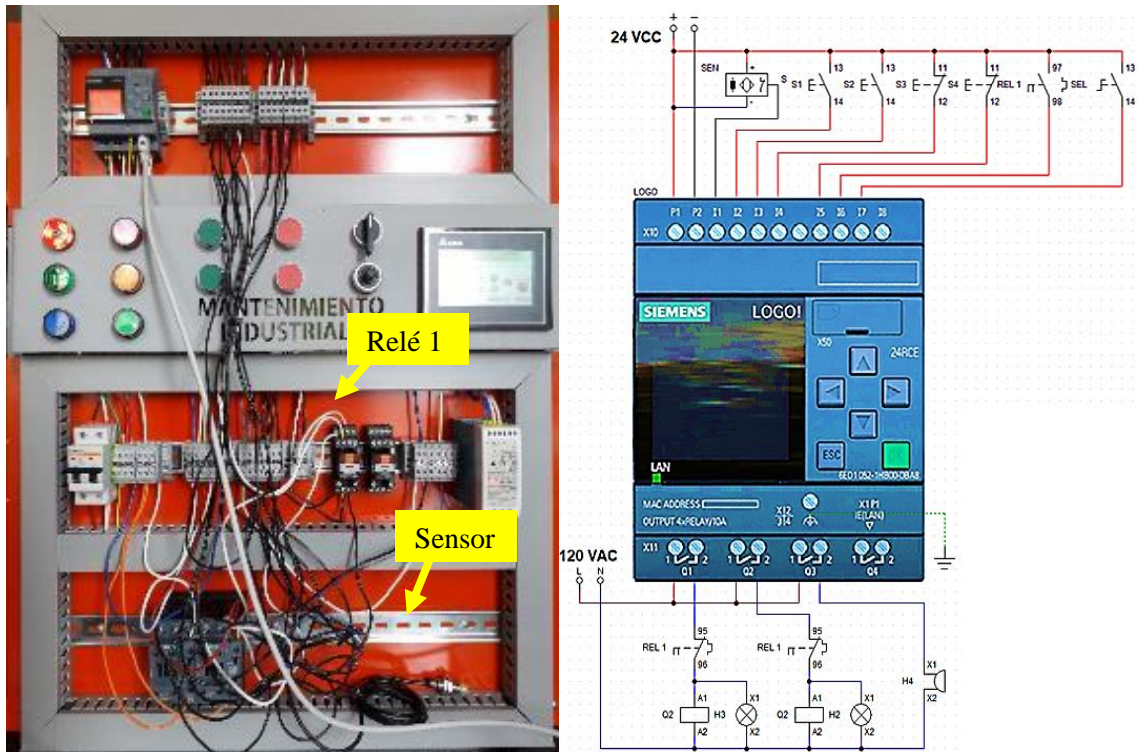


Ilustración 5: Conexión física del esquema realizado en Cade Simu

Realizado por: Quito, D., 2024.

7. Realice la comunicación de la computadora con el micro PLC LOGO siguiendo los respectivos pasos indicados en el ANEXO B para realizar la transferencia del programa realizado.

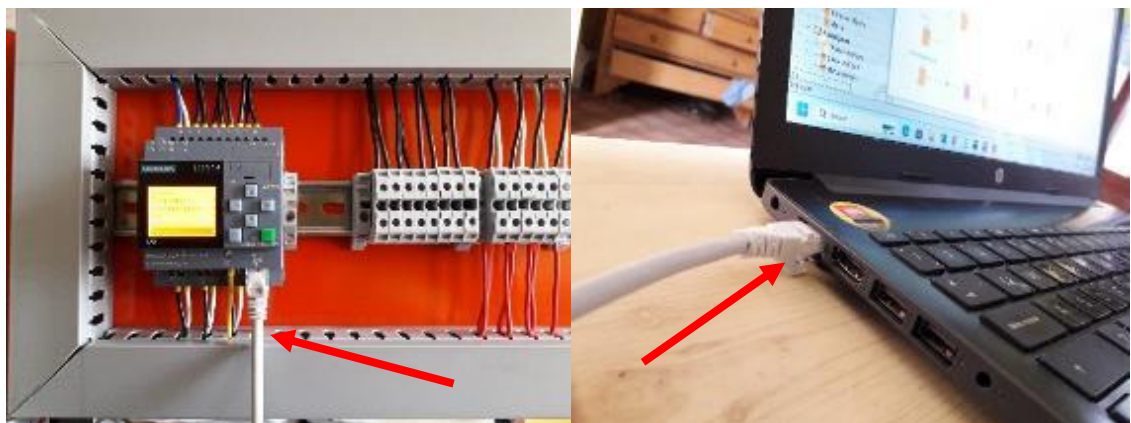


Ilustración 6: Transferencia del esquema eléctrico.

Realizado por: Quito, D., 2024.

8. Realice la comunicación de la computadora con la pantalla táctil HMI, siguiendo los respectivos pasos indicados en el ANEXO D para realizar la transferencia del diseño de la pantalla.



Ilustración 7: Transferencia de la programación de pantalla en DOP Soft

Realizado por: Quito, D., 2024.

9. Después de haber realizado las conexiones en el módulo y haber cargado el esquema eléctrico. Inicie la simulación física dando en la opción de INICIAR en la pantalla del micro PLC del circuito en el módulo.



Ilustración 8: Inicio de la simulación.

Realizado por: Quito, D., 2024.

10. Realice la conexión del cable Ethernet con el LOGO y el HMI para poder hacer la simulación también desde la pantalla.

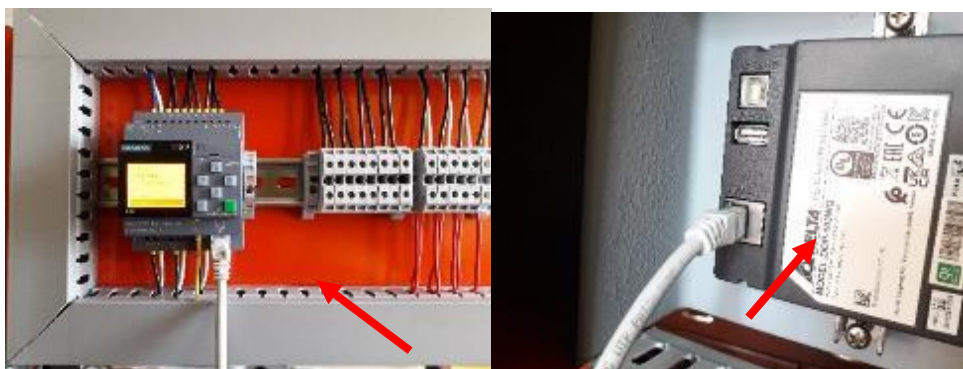


Ilustración 9: Conexión del LOGO con el HMI.

Realizado por: Quito, D., 2024.

11. Posicione el selector en la dirección del HMI, para tener acceso a la pantalla táctil y visualizar las diferentes salidas y entradas del LOGO con las alarmas que presenta el sistema.

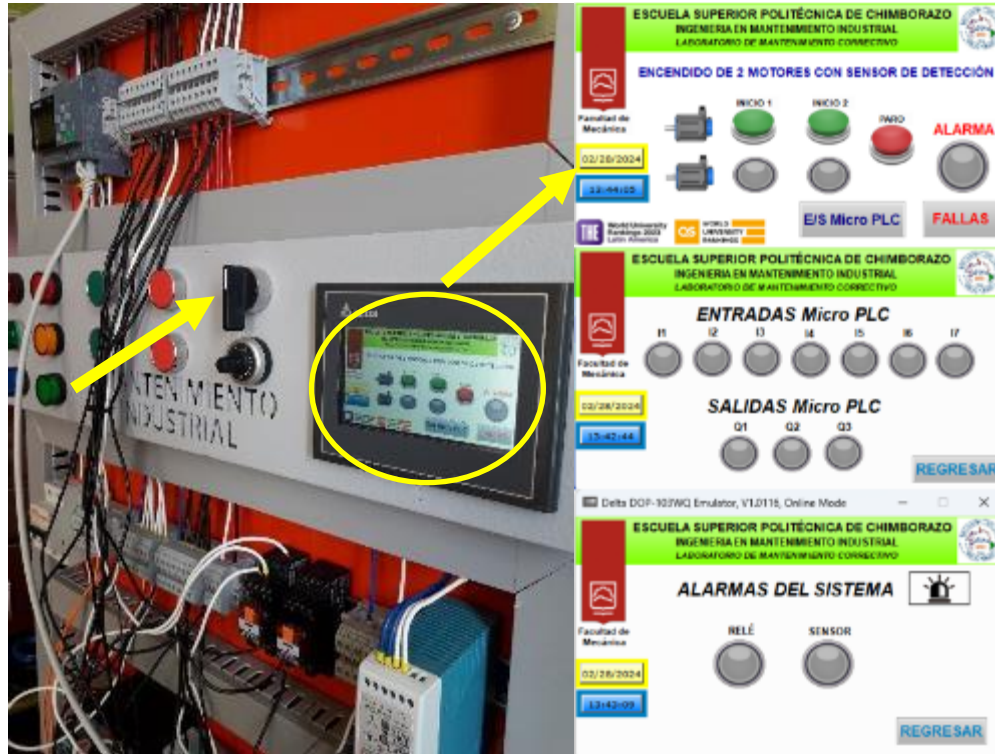


Ilustración 10: Conexión del LOGO con el HMI.

Realizado por: Quito, D., 2024.

12. Una vez realizado la práctica de simulación apague el módulo y desconecte los cables que se conectaron para la práctica.



Ilustración 11: Desconexión de los cables y apagado del módulo

Realizado por: Quito, D., 2024.



ANEXO G: GUÍA DE LABORATORIO

GUÍA DE LABORATORIO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Práctica No....

TEMA: “PROGRAMACIÓN Y SIMULACIÓN DE FALLAS ELÉCTRICAS DEL ENCENDIDO DE DOS MOTORES CON SENSOR DE DETECCIÓN EN LOGO SOFT COMFORT V8.3”

DATOS GENERALES

NOMBRE	CÓDIGO	% DE PARTICIPACIÓN

GRUPO No.....

FECHA DE REALIZACIÓN: **FECHA DE ENTREGA:**

OBJETIVOS

Objetivo general

Programar el circuito de control y simular las fallas eléctricas del encendido de dos motores con sensor de detección en LOGO Soft Comfort v8.3

Objetivos específicos

- Programar del esquema eléctrico del circuito de control para simular fallas eléctricas en el mismo programa LOGO Soft Comfort V8.3 y verificar que la realización de la misma este correcta.

- Realizar la transferencia de la programación de la computadora al micro PLC LOGO mediante el cable Ethernet para cargar el esquema diseñado.
- Realizar las conexiones del cableado eléctrico en el módulo según el esquema de control realizado en Cade Simu para iniciar la simulación real.

MARCO TEÓRICO

Fallas eléctricas en automatización industrial

Las fallas eléctricas en la automatización industrial incluyen eventos no deseados que afectan la integridad y funcionalidad de los sistemas eléctricos utilizados en entornos de fabricación automatizados. Estas fallas pueden manifestarse de diversas maneras, como cortes de energía, sobrecargas que exceden la capacidad nominal, cortocircuitos que crean corrientes incontroladas, problemas de comunicación entre dispositivos, desgaste gradual de componentes como contactores y relés, y errores de transmisión de datos, todo lo cual puede contribuir a la automatización de interrupciones en los procesos. (Parra & Moreno., 2019.)



Ilustración 22: Falla eléctrica en un contactor.

Micro PLC Logo 12/24 RCE

El Micro PLC Logo 12/24 RCE es un dispositivo compacto y versátil diseñado para el control automatizado de procesos en aplicaciones industriales, comerciales y residenciales. Fabricado por Siemens, este controlador programable ofrece capacidades de entrada y salida digitales y analógicas, lo que permite la conexión con una amplia gama de sensores, actuadores y dispositivos periféricos. Con su interfaz de programación intuitiva y su tamaño reducido, el Logo 12/24 RCE es ideal para aplicaciones donde el espacio es limitado y se requiere una solución rentable para la automatización de tareas simples a medianamente complejas.

Lenguaje de programación Diagrama de funciones (FUP o FBD)

El Lenguaje de Programación de Diagrama de Funciones (FUP o FBD) es un método gráfico utilizado en la programación de controladores lógicos programables (PLC) y otros sistemas de automatización industrial. En FUP, las funciones y relaciones lógicas entre entradas y salidas se representan mediante bloques gráficos, tales como contactos, bobinas, temporizadores, contadores, comparadores, entre otros. Estos bloques se interconectan mediante líneas que representan los flujos de señales y datos, permitiendo así definir el comportamiento del sistema de manera visual y lógica.

Continuar el desarrollo del marco teórico con la información necesaria para sustentar la práctica a realizar.....

OBSERVACIÓN Y RECOMENDACIÓN DE INSTRUMENTOS Y EQUIPOS

Equipos de protección personal

- Casco y gafas de seguridad
- Guantes de protección
- Mandil

Equipos y herramientas

- Una computadora con los programas
- Multímetro
- Destornillador estrella mediano
- Destornillador plano pequeño
- Cables flexibles # 18 AWG
- Pinza pelacables (multiusos)

Añadir una imagen o fotografía de los materiales y equipos utilizados en la práctica

INSTRUCCIONES

La presente práctica de laboratorio para realizar la simulación del encendido de dos motores con sensor de detección, se desarrollará mediante el cumplimiento de los siguientes pasos:

Realización del esquema en el programa de LOGO Soft Comfort

- Instalar el programa LOGO Soft Comfort V8.3 detallado en el ANEXO A y abrir el programa en la computadora.



Ilustración 23: Programa LOGO Soft Comfort V8.3

- Crear un nuevo proyecto en diagrama de funciones (FUP)

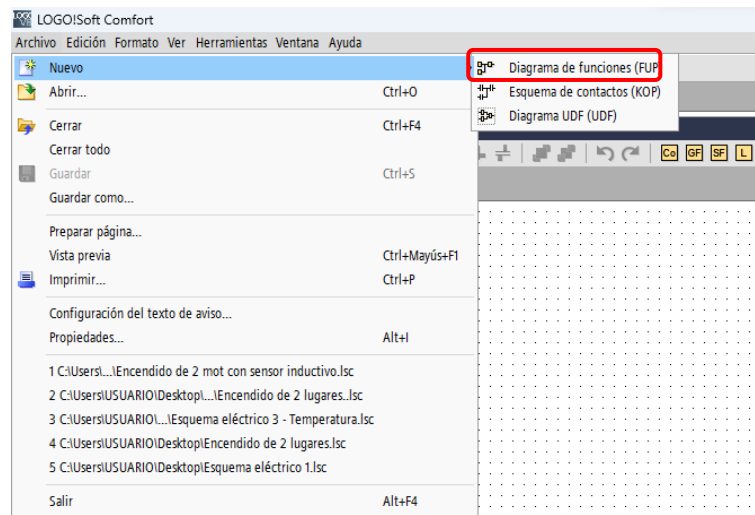


Ilustración 24: Diagrama de funciones

- Programar el esquema del circuito de control para el encendido de dos motores con sensor de detección con el siguiente planteamiento.

Ejercicio para la práctica: Se diseña un circuito de control para el encendido de dos motores con sus respectivos pulsadores de inicio sin importar el orden, y dos pulsadores de paro que al

accionar cualquiera apague todo el sistema. La condición para que los motores se enciendan es que un sensor inductivo NC debe detectar que la puerta del área de ambos motores esté cerrada y en caso de que existiera una sobrecarga se utilizará un relé que simule la activación y apague el sistema.

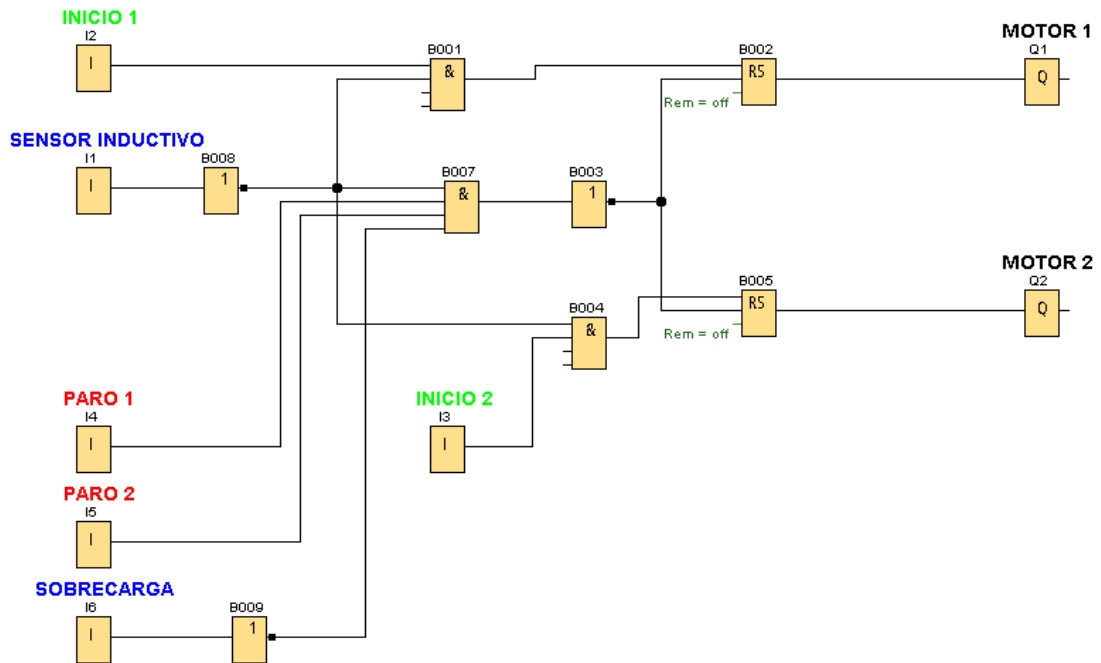


Ilustración 25: Esquema del circuito de control.

En este cuadro coloque una imagen o fotografía del esquema del circuito de control

- Crear marcas para retroalimentación del LOGO con el color que se desea que se active y el texto de aviso para visualizar el estado de los motores y la falla que presenta.

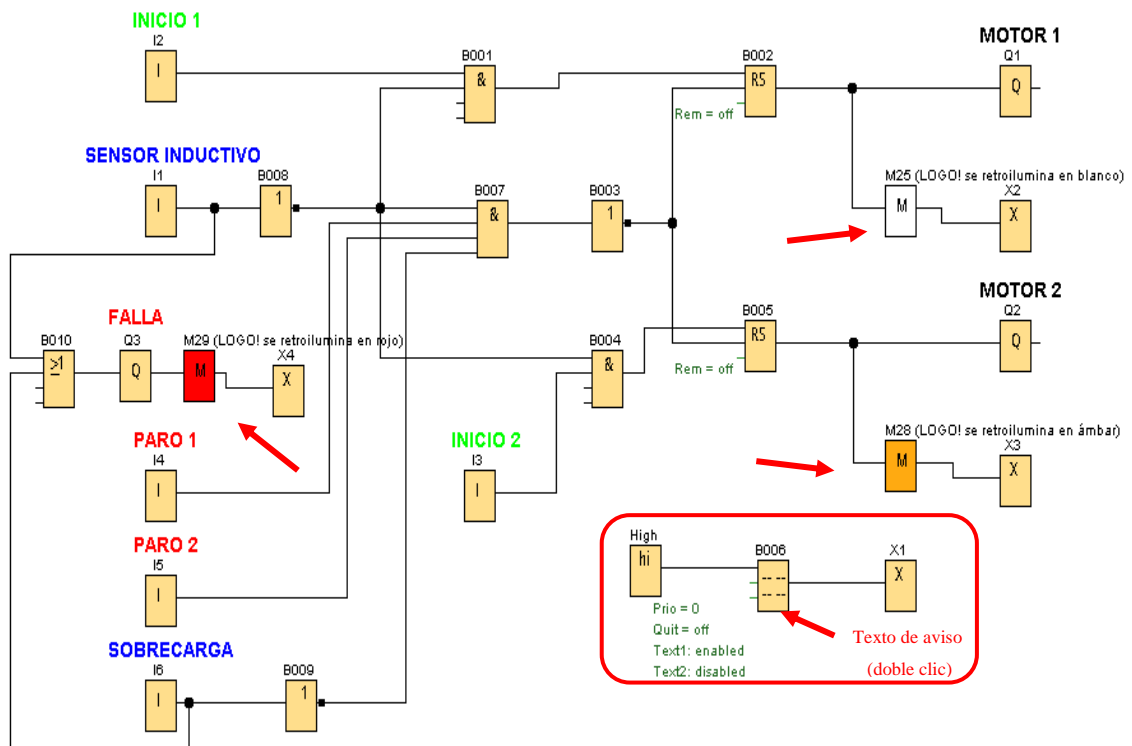


Ilustración 26: Creación de marcas y texto de aviso.

En este cuadro coloque una imagen o fotografía de la creación de marcas y texto de aviso

- Elegir el destino de aviso y configurar el texto de aviso en el que se escribe lo que queremos que se visualice en el LOGO. La parte verde es lo que se visualizará en la pantalla.

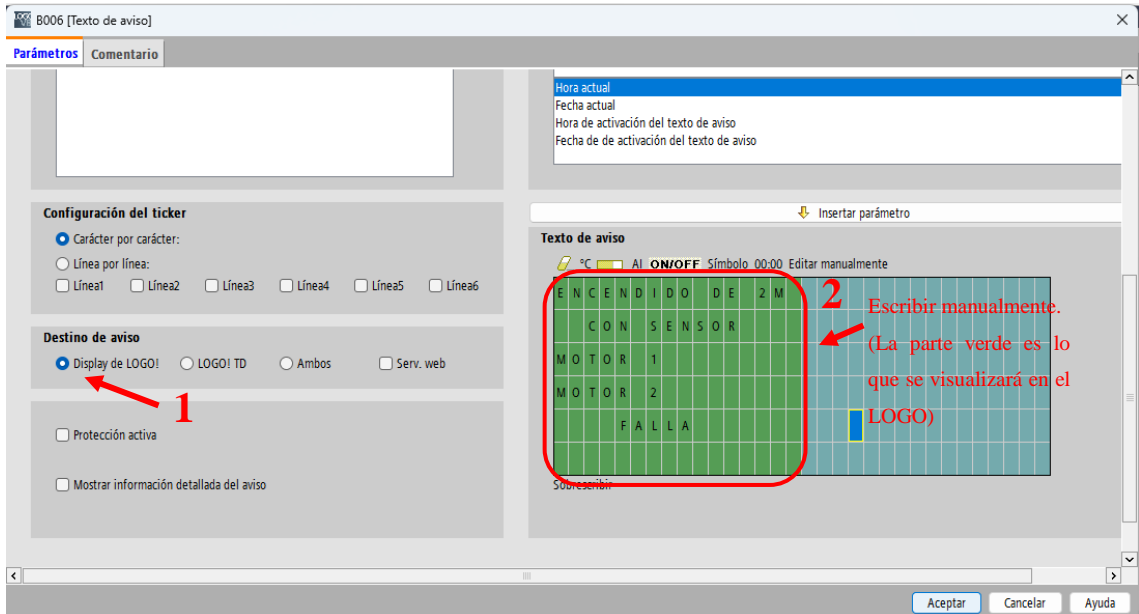


Ilustración 27: Edición manual en la pantalla.

- Situar el cursor en la parte de MOTOR 1 y dar clic en la casilla de ON/OFF para configurar el nombre de estado de la salida digital Q1 dependiendo de la condición como en el ejemplo donde si es falso me muestre apagado y si es verdadero me muestre que esté encendido.

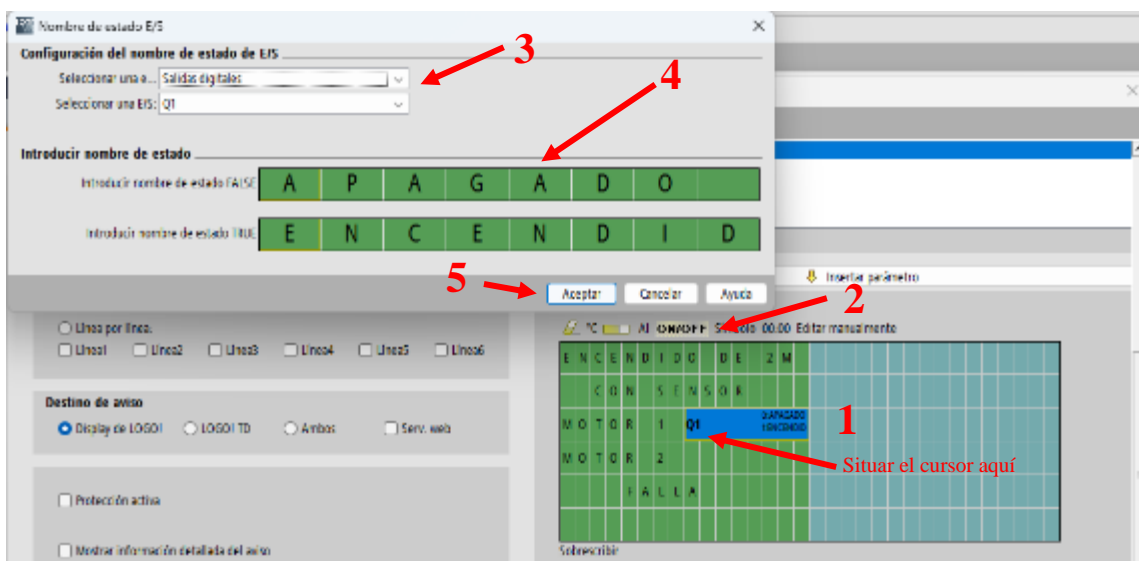


Ilustración 28: Configuración del nombre de estado.

- Repetir el proceso para la entrada Q2 y las salidas I6, I1, y se habrá creado el texto de aviso que deseamos que el LOGO nos muestre. Las condiciones de salida de Q2 en 0 lógico será apagado y el 1 lógico será encendido. La condición de la entrada I6 será que solo en 1 lógico me muestre la activación del relé, y para I1 solo cuando sea 1 lógico me muestre sensor.

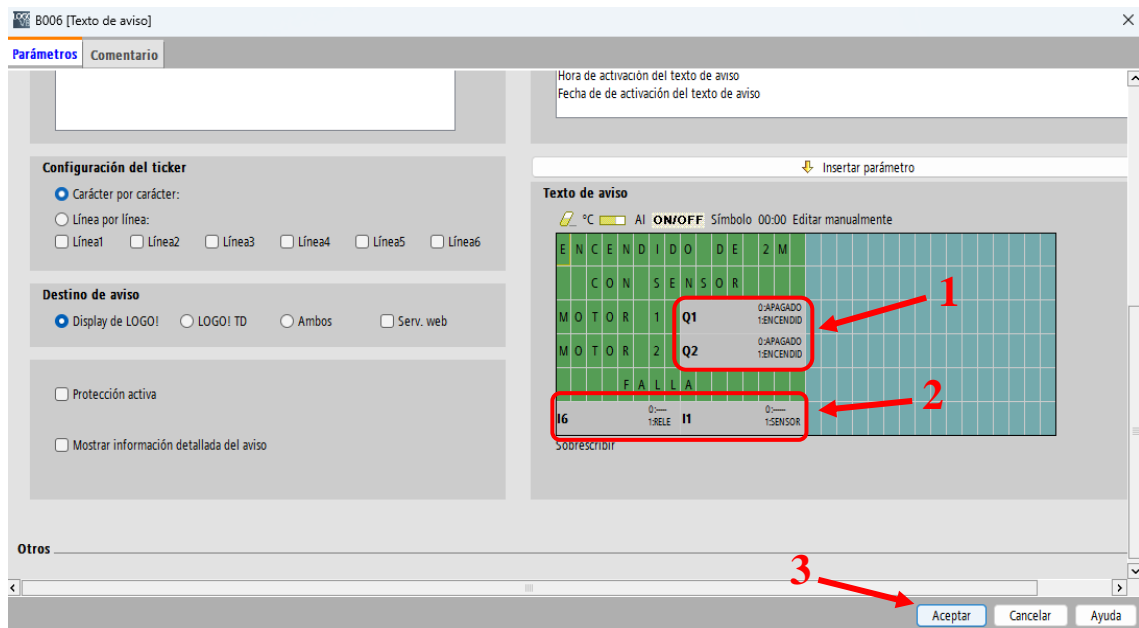


Ilustración 29: Configuración de la otra entrada y salidas.

En este cuadro coloque una imagen o fotografía de la configuración del texto de aviso

- Simular el esquema con el texto de aviso que se mostrará en el display de LOGO.

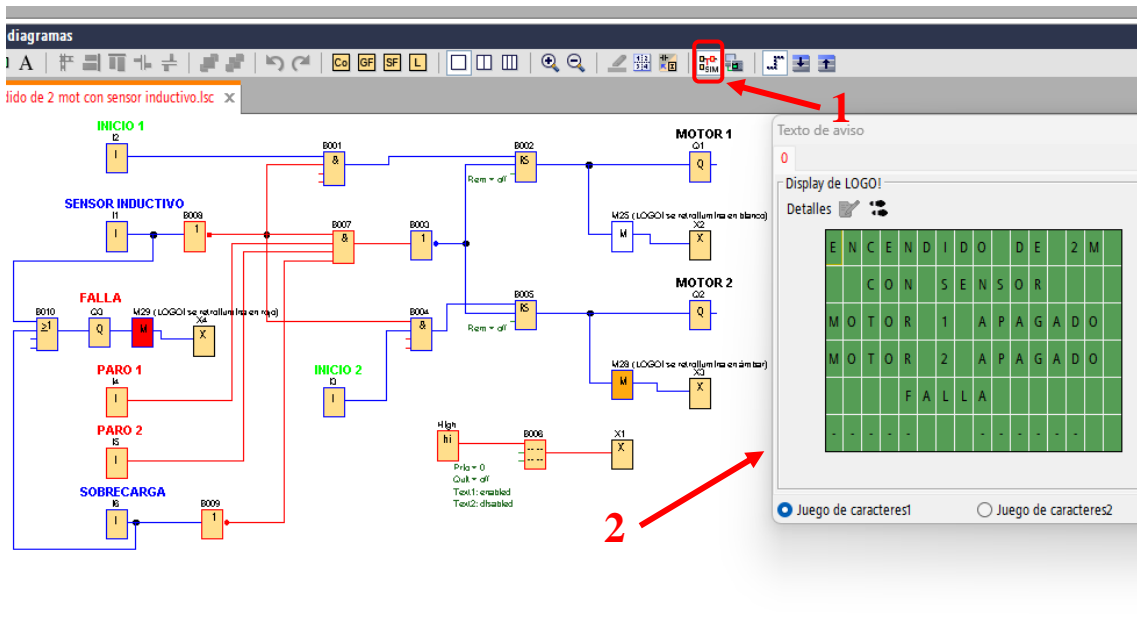


Ilustración 30: Simulación del esquema.

- Encender el módulo y conectar el cable Ethernet con la computadora y el micro PLC LOGO para realizar la transferencia detallado en el ANEXO B del circuito de control realizado.

En este cuadro coloque una imagen o fotografía de la conexión del cable Ethernet y la transferencia realizada

- Agregar las entradas y salidas de red para vincular la conexión con la pantalla HMI para simular también desde la pantalla táctil. Utilizar una entrada para selector y poder bloquear en caso sea necesario la activación de la pantalla táctil.

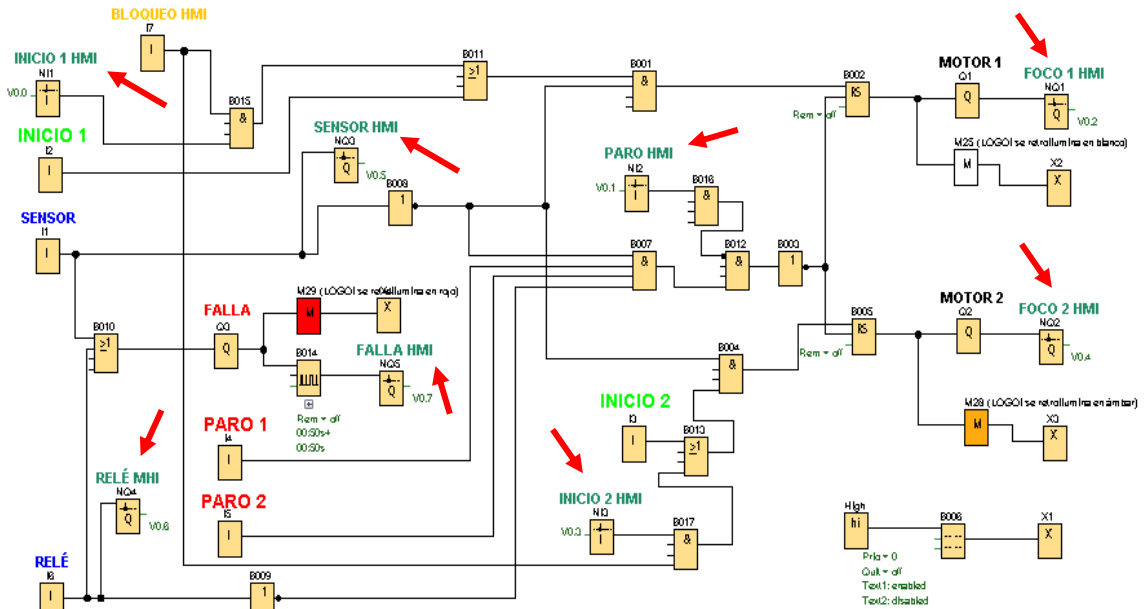


Ilustración 31: Esquema con entradas y salidas de red vinculados a la pantalla táctil HMI.

En este cuadro coloque una imagen o fotografía del esquema completo con entradas y salidas de red

- Realizar el cableado físico en el módulo, de las entradas y salidas del circuito de control diseñado (incluido el sensor y el relé). Guiarse en el esquema de Cade Simu para realizar las conexiones teniendo en cuenta que las entradas trabajan con 24VCC y las salidas con 120VAC. Conectar el cable Ethernet con el LOGO y la pantalla táctil HMI.

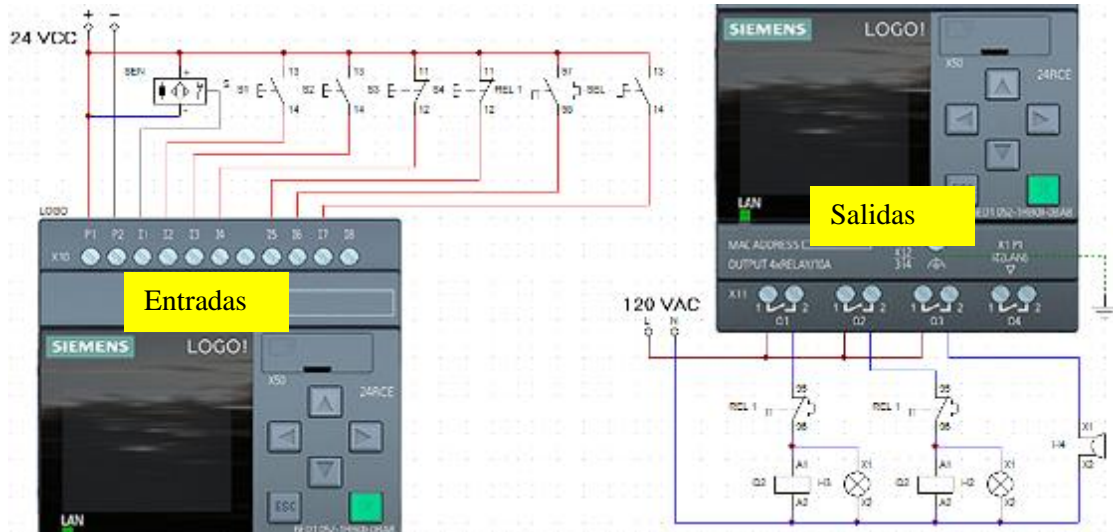


Ilustración 32: Esquema de la práctica en Cade Simu.



Ilustración 33: Cableado físico del circuito de control.

En este cuadro coloque una imagen o fotografía del cableado físico en el módulo

Inicio de la simulación en el módulo

- Iniciar el programa en la pantalla del LOGO, y automáticamente se iniciará el programa con el aviso del estado de los motores en la pantalla.



Ilustración 34: Inicio de la programación del circuito.

En este cuadro coloque una imagen o fotografía de la pantalla del LOGO ya una vez iniciado el programa

- A continuación, se podrá simular de manera real utilizando los pulsadores de inicio, pulsadores de paro, el relé de acuerdo al circuito realizado. El sensor debe estar detectando algún objeto metálico

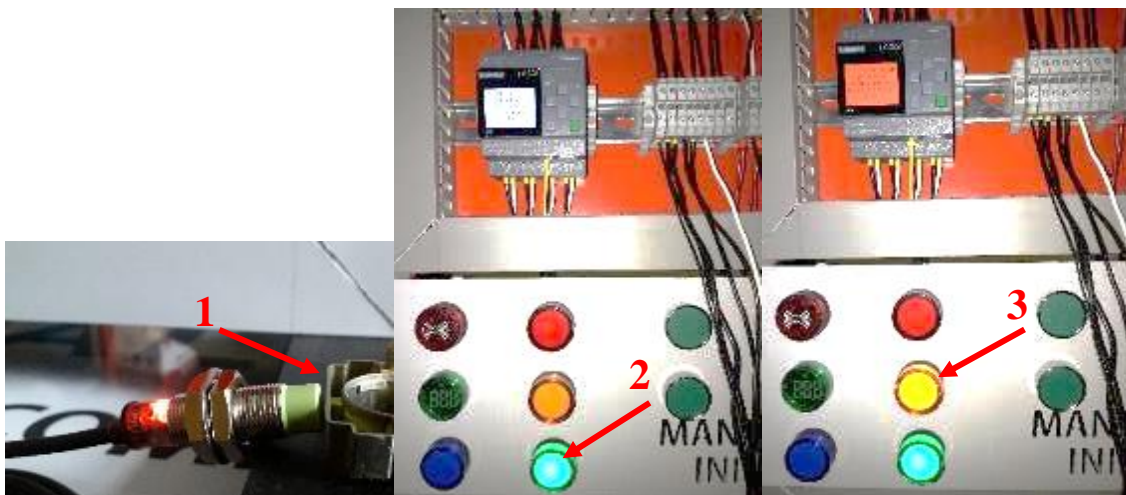


Ilustración 35: Simulación en el módulo.

- Activar manualmente el relé simulando una sobrecarga y retirar la pieza metálica del sensor para que no detecte ningún objeto metálico y visualizar en el LOGO la notificación del estado de la falla.



Ilustración 36: Simulación de la falla en el módulo.

En este cuadro coloque unas imágenes o fotografías de la simulación física

- Desconectar de manera física algún cable ya sea de entrada o salida para simular falla por desconexión del cable que se visualiza en el LOGO siguiendo el cursor inferior y derecho.

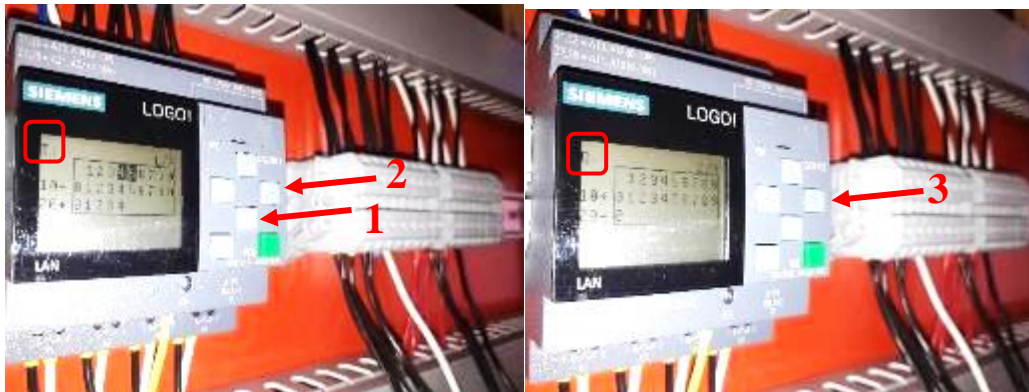


Ilustración 37: Estado de las entradas y salidas del LOGO.

En este cuadro coloque una imagen o fotografía de la simulación de la desconexión real de algún cable y estado de su desconexión en la pantalla de LOGO.

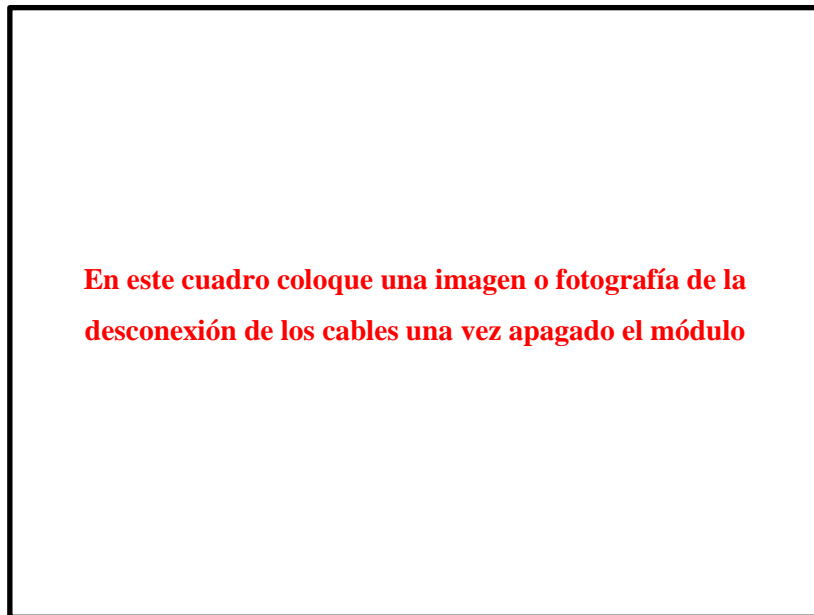
- Posicionar el selector en la pantalla táctil y simular de la misma manera ahora desde la pantalla táctil HMI. El selector bloquea solamente a los pulsadores de inicio mas no al pulsador de paro.



Ilustración 38: Simulación con la pantalla táctil HMI.

En este cuadro coloque una imagen o fotografía de la simulación controlado desde la pantalla táctil

- Finalizar la simulación y apagar el módulo para realizar la desconexión de los cables.



Análisis de resultados

Realizar una tabla comparativa los resultados obtenidos durante la simulación de las fallas eléctricas, identificando qué fallas se detectaron correctamente, cuáles no, y por qué.

Resultados de la simulación de fallas	
Detectados	
No detectados	

Identificación de entradas y salidas utilizadas en la práctica

Realizar una tabla en la que se describa todas las entradas y salidas del LOGO ocupadas en la práctica realizada (Revisar el esquema de conexiones de Cade Simu).

ENTRADAS	SALIDAS
Ej: I1: Entrada para la señal del sensor	Q1:
I2:	Q2:
I3:	Q3:
I4:	
I5:	
I6:	

Descripción de las principales fallas detectadas

Realizar una tabla que describa, las principales fallas como del relé al simular la activación por sobrecarga, el sensor al no detectar algún objeto metálico y la desconexión de algún cable con el módulo encendido.

FALLAS PRINCIPALES	
Relé	
Sensor	
Cable desconectado	

Diferencias en la facilidad de detección de fallas entre el LOGO y la pantalla HMI

Realizar una tabla que describa, las principales diferencias al detectar la falla con el micro PLC LOGO y después en la pantalla táctil HMI

Diferencias en la facilidad de detección de fallas	
Micro PLC LOGO V8.3	Pantalla táctil HMI

Observaciones

1. ¿Cuáles fueron los cambios significativos en la pantalla LOGO?

.....
.....

2. ¿Qué metodologías se utilizó para identificar y manejar las fallas de manera efectiva?

.....
.....

3. ¿Cuáles fueron las fallas simuladas que generaron alarmas, mensajes de error o algún otro tipo de notificación para alertar sobre la presencia de una falla?

.....
.....

4. ¿Qué pruebas previas se realizó para asegurar que las modificaciones en la programación del controlador funcionaran según lo esperado?

.....
.....

5. ¿Cuáles son las acciones de mejora detectadas en la programación y simulación de fallas que podrían aplicarse en proyectos industriales?

.....
.....

Conclusiones

(Describir en forma lógica las conclusiones a las que llegó usted con la realización de esta práctica)

.....
.....
.....
.....

Recomendaciones

(Describir en forma lógica las recomendaciones que sean pertinentes para la realización de la práctica)

.....
.....
.....
.....

Bibliografía

RIVERA Barrero, C. A. MUÑOZ Hernández, J. A. & MUÑOZ Hernández, L. A. *Control automático I: estrategias de control clásico.* Sello Editorial Universidad del Tolima. (2014).

<https://elibro.net/es/ereader/epoch/71028>

GUEVARA ROCHA, Alexis; LÓPEZ MEGO, César. *Sistema automatizado para mejorar la detección de fallas eléctricas y mecánicas en una bomba de jugo clarificado de una empresa de Olmos.* (2022).

<https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/10706>

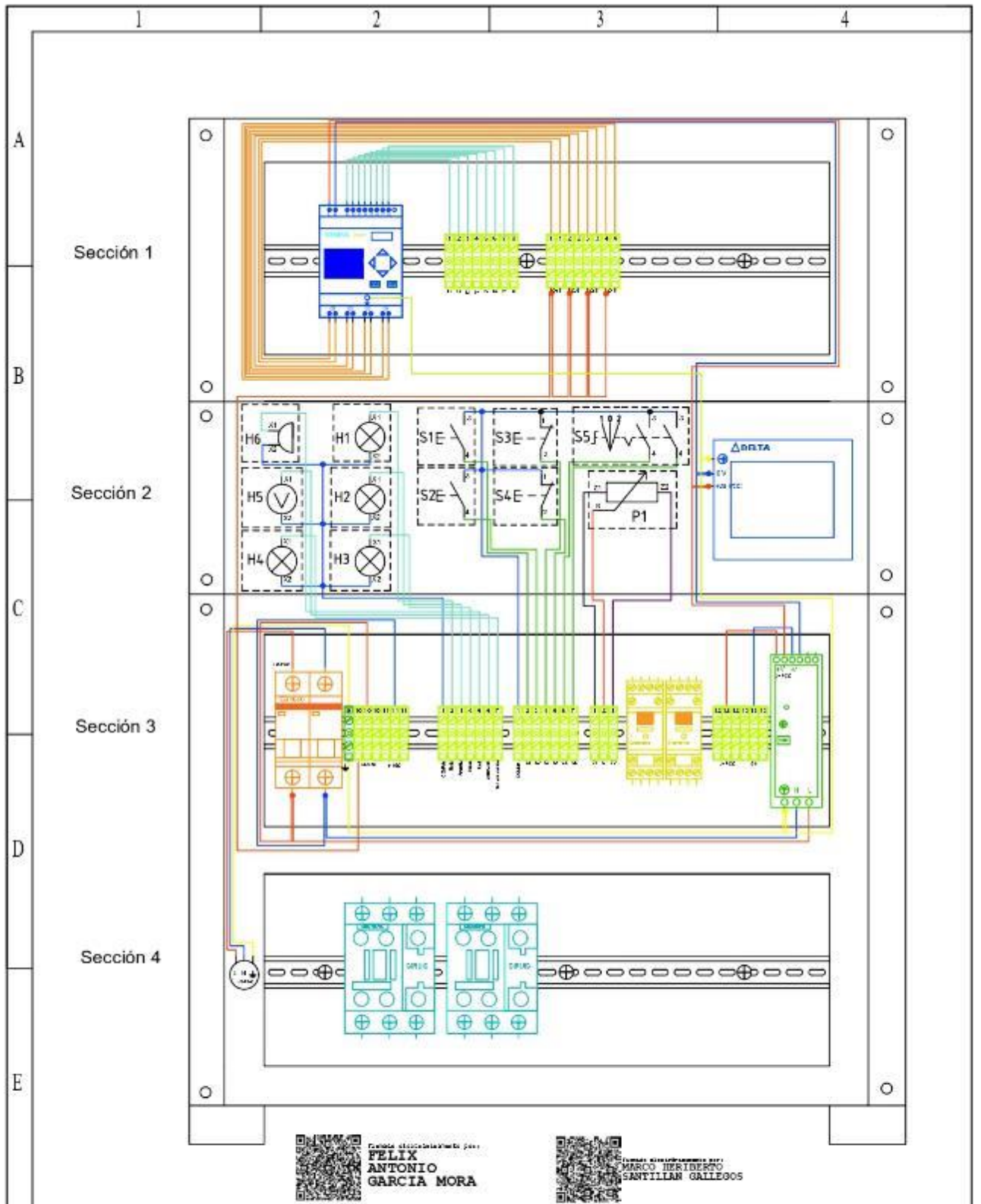
LIDER DE EQUIPO

ING. FÉLIX GARCÍA

DOCENTE

ANEXOS

Colocar las ilustraciones o documentos correspondientes a la práctica realizada.

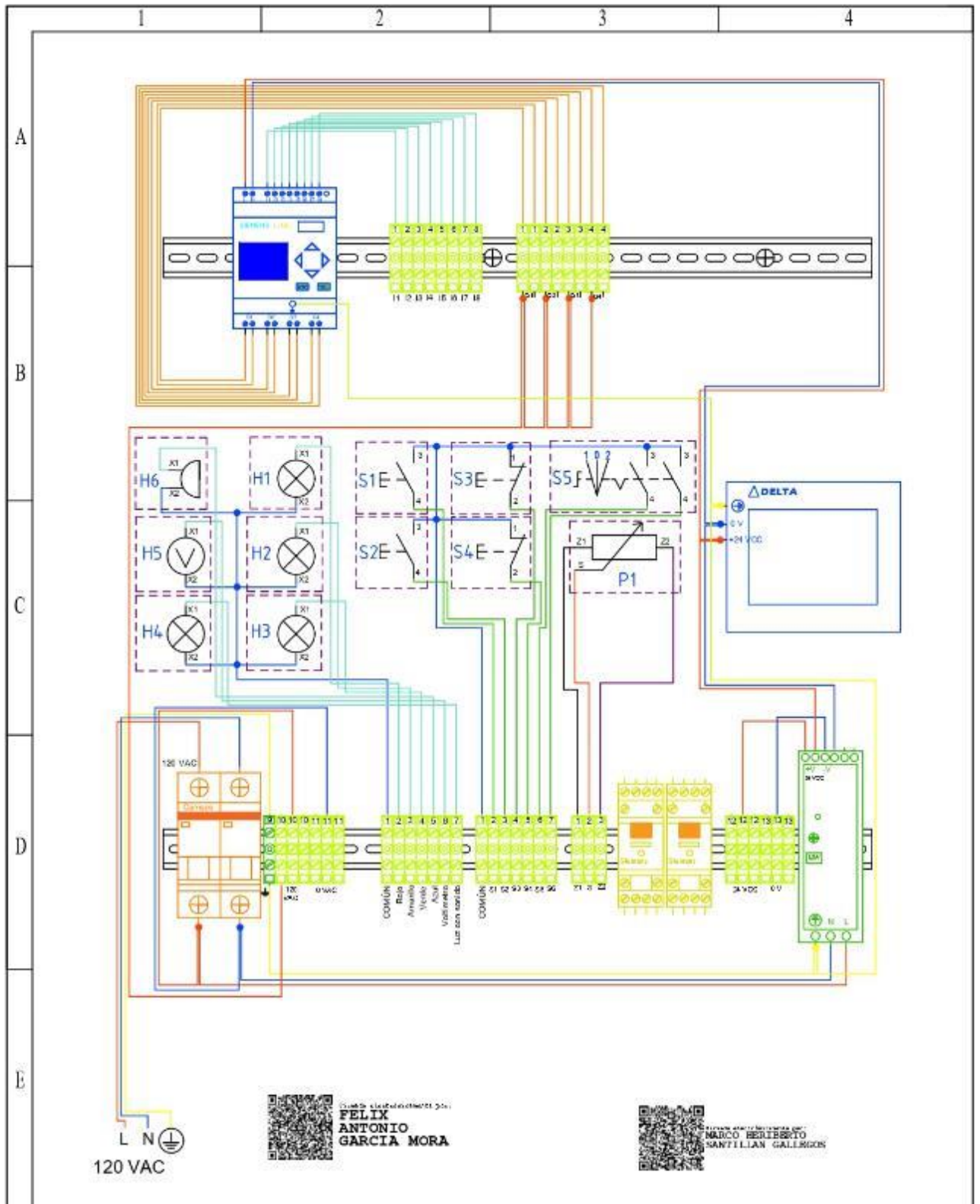


Firma digitalizada por:
**FELIX
 ANTONIO
 GARCIA MORA**



Firma digitalizada por:
**MARCO HERIBERTO
 SANTILLAN GALLEGOS**

Nº. Lámina 1 de 5		Nº. Hojas 5		Sustitución:		Codificación:		ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA INGENIERÍA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL			
Email: darwin.quito@esPOCH.edu.ec Teléfono: 0994524068						Denominación:					
Datos	Nombre	Firma	Fecha	DIAGRAMA DE CONEXIONES ELÉCTRICAS DEL MÓDULO				11,33 kg	± 0,5 (mm)	1:6	
Proyectó	Quito D.		2024-01-20	Materiales:				ESTE DOCUMENTO ES DE PROPIEDAD INTELLECTUAL EXCLUSIVA DE ESPOCH CUALQUIER USO Y REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL NO AUTORIZADA CONSTITUYE VIOLACIÓN POR LA LEY			
Dibujó	Quito D.		2021-01-20	Cables flexibles calibres 18 y 14 AWG							
Revisó	Ing. Santillán M.		2024-02-29	Nombre del archivo:							
Aprobó	Ing. García F.		2024-02-29	Esquemas eléctricos.sldprt							

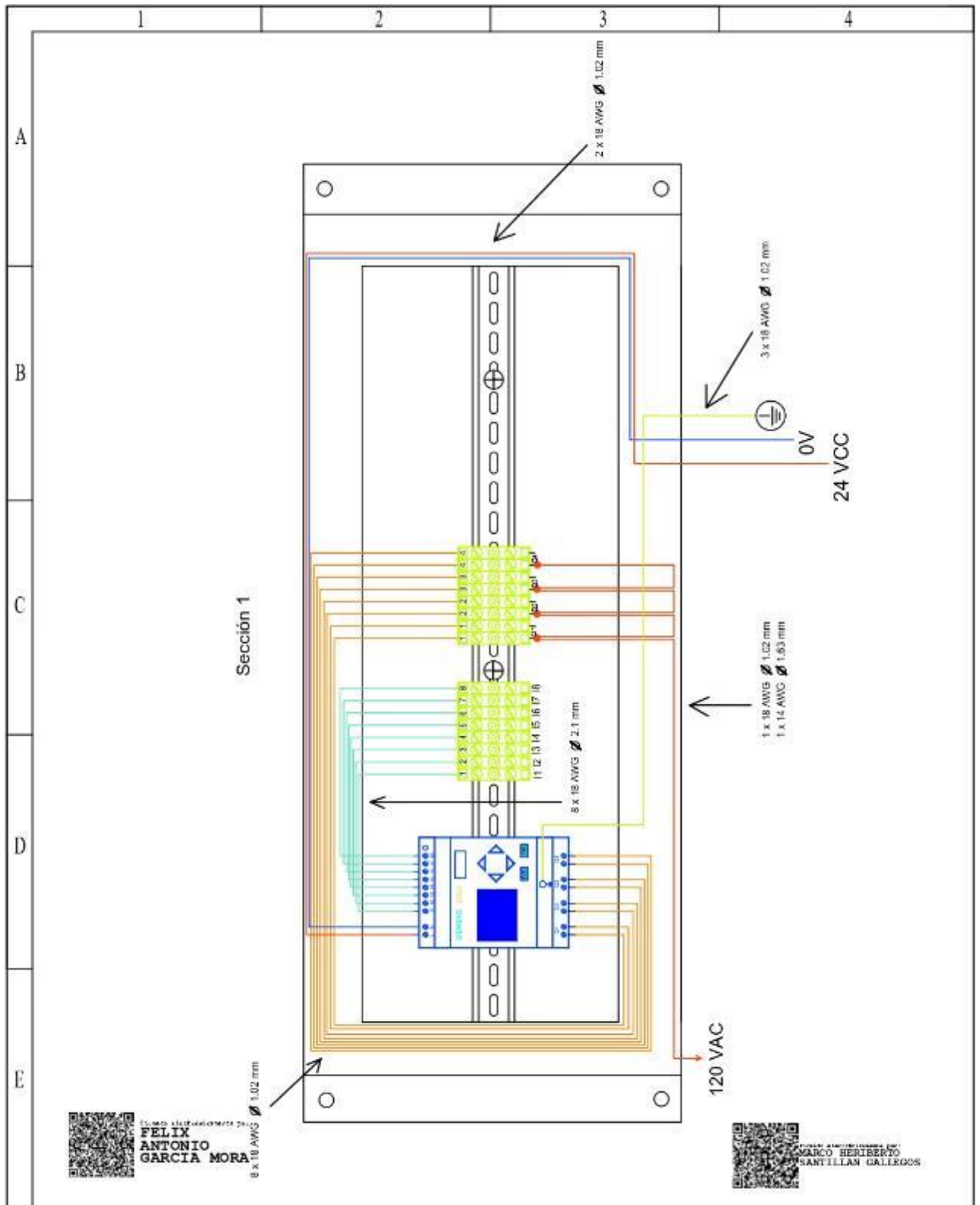


L N
120 VAC

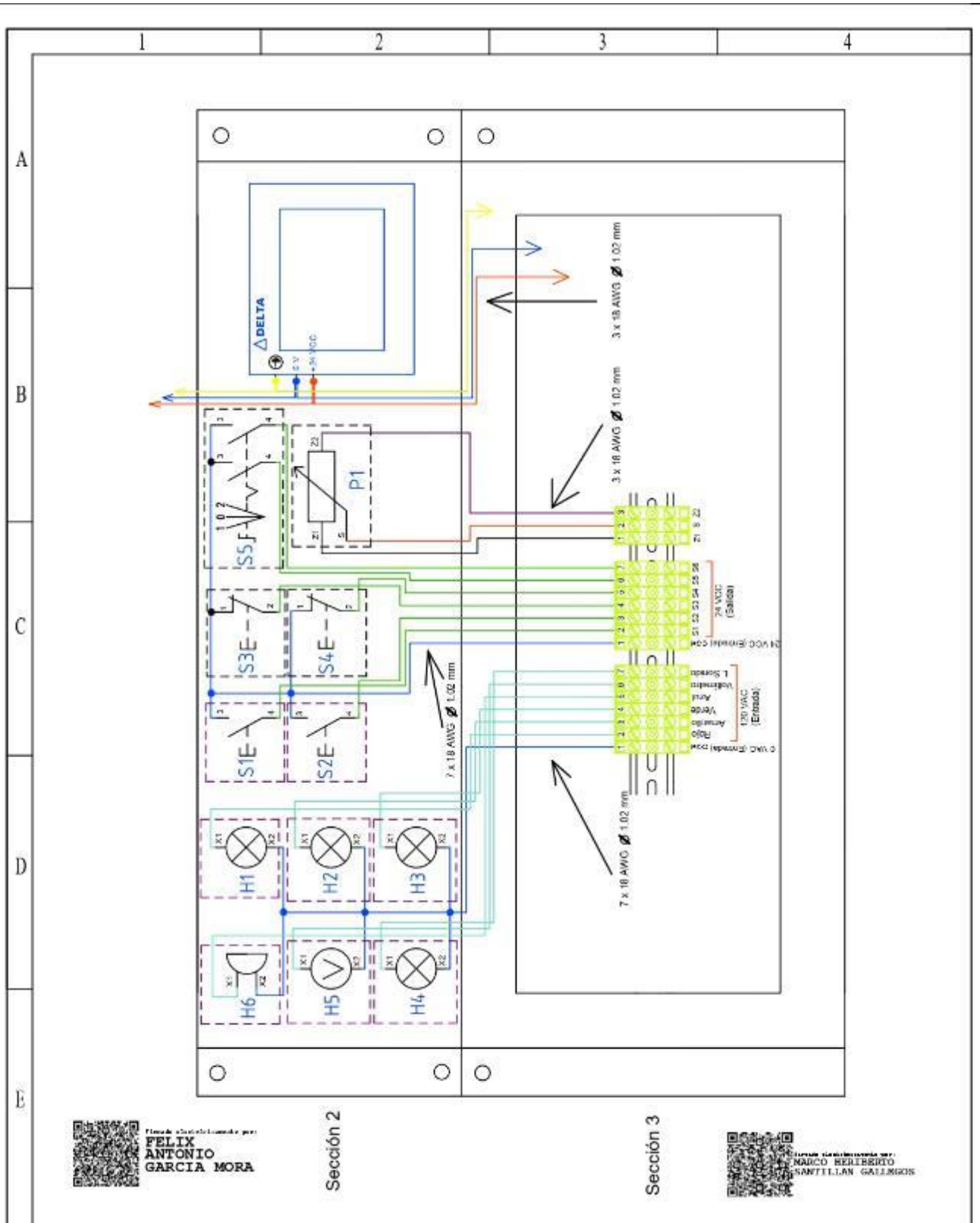

 Diseñado e implementado por:
FELIX ANTONIO GARCIA MORA


 Revisado y autorizado por:
MARCO HERIBERTO SANTILLAN GALLERGO

Nº. Lámina 2 de 5		Nº. Hojas 5		Sustitución:		Codificación:		ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA INGENIERÍA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL											
Email: darwin.quito@esPOCH.edu.ec Teléfono: 0994524068						Denominación:						Peso [kg]		Tolerancia		Escala		Registro	
Datos		Nombre		Firma		Fecha		DIAGRAMA DE CONEXIONES ELÉCTRICAS DEL MÓDULO SIN LA ESTRUCTURA				7,12 kg		± 0,5 (mm)		1:6			
Proyectó		Quito D.				2024-01-20						Materiales: Cables flexibles calibres 18 y 14 AWG				ESTE DOCUMENTO ES DE PROPIEDAD INTELLECTUAL EXCLUSIVA DE DQ CUALQUIER USO Y REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL NO AUTORIZADA CONSTITUYE VIOLACIÓN POR LA LEY			
Dibujó		Quito D.				2021-01-20		Nombre del archivo: Esquemas eléctricos.sldprt											
Revisó		Ing. Santillán M.				2024-02-29													
Aprobó		Ing. García F.				2024-02-29													



Nº. Lámina 3 de 5		Nº. Hojas 5		Sustitución:		Codificación:		ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA INGENIERÍA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL							
Email: darwin.quito@esPOCH.edu.ec Teléfono: 0994524068						Denominación:						Peso [kg]		Tolerancia	
DIAGRAMA DE CONEXIONES ELÉCTRICAS SECCIÓN 1		3,22 kg		± 0.5 (mm)		1:6									
Datos	Nombre	Firma	Fecha	Materiales:		ESTE DOCUMENTO ES DE PROPIEDAD INTELLECTUAL EXCLUSIVA DE DQ CUALQUIER USO Y REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL NO AUTORIZADA CONSTITUYE VIOLACIÓN POR LA LEY									
Proyectó	Quito D.		2024-01-20	Cables flexibles calibres 18 y 14 AWG											
Dibujó	Quito D.		2024-01-20	Nombre del archivo:											
Revisó	Ing. Santillán M.		2024-02-29	Esquemas eléctricos.sldprt											
Aprobó	Ing. García F.		2024-02-29												

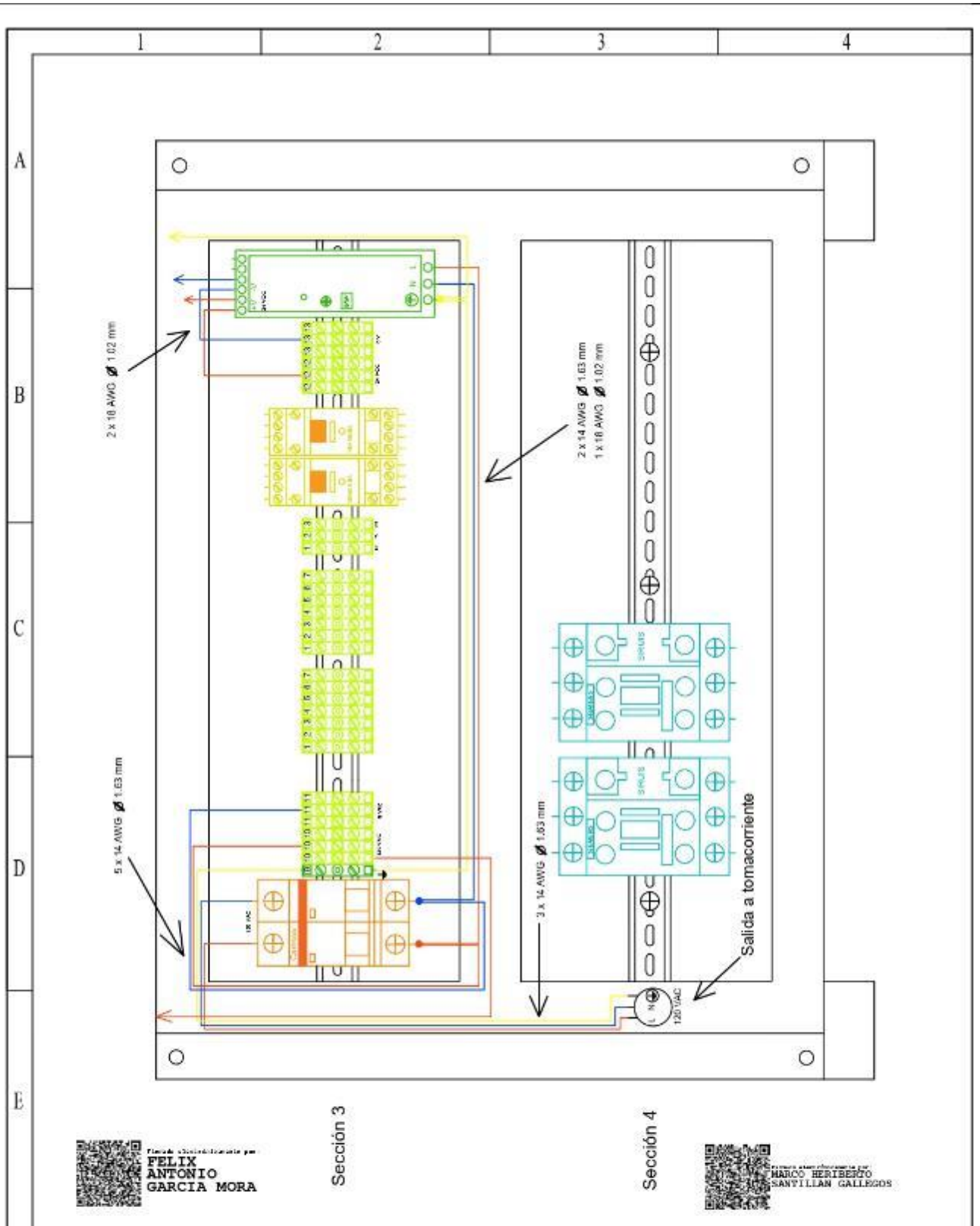


Firmado y validado electrónicamente por:
FELIX ANTONIO GARCIA MORA



Firmado y validado electrónicamente por:
MARCO BELTRARIO SANTILLAN GALLARDO

Nº. Lámina 4 de 5		Nº. Hojas 5		Sustitución:		Codificación:		ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA INGENIERÍA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL			
Email: darwin.quito@esPOCH.edu.ec Teléfono: 0994524068						Denominación:					
Datos	Nombre	Firma	Fecha	DIAGRAMA DE CONEXIONES ELÉCTRICAS SECCIÓN 2 Y 3				5,50 kg	± 0,5 (mm)	1:6	
Proyectó	Quito D.		2024-01-20	Materiales: Cables flexibles calibres 18 y 14 AWG Nombre del archivo: Esquemas eléctricos.sldprt				ESTE DOCUMENTO ES DE PROPIEDAD INTELLECTUAL EXCLUSIVA DE DQ CUALQUIER USO Y REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL NO AUTORIZADA CONSTITUYE VIOLACIÓN POR LA LEY			
Dibujó	Quito D.		2021-01-20								
Revisó	Ing. Santillán M.		2024-02-29								
Aprobó	Ing. García F.		2024-02-29								



Firma e Identificación por
FELIX ANTONIO GARCIA MORA

Sección 3

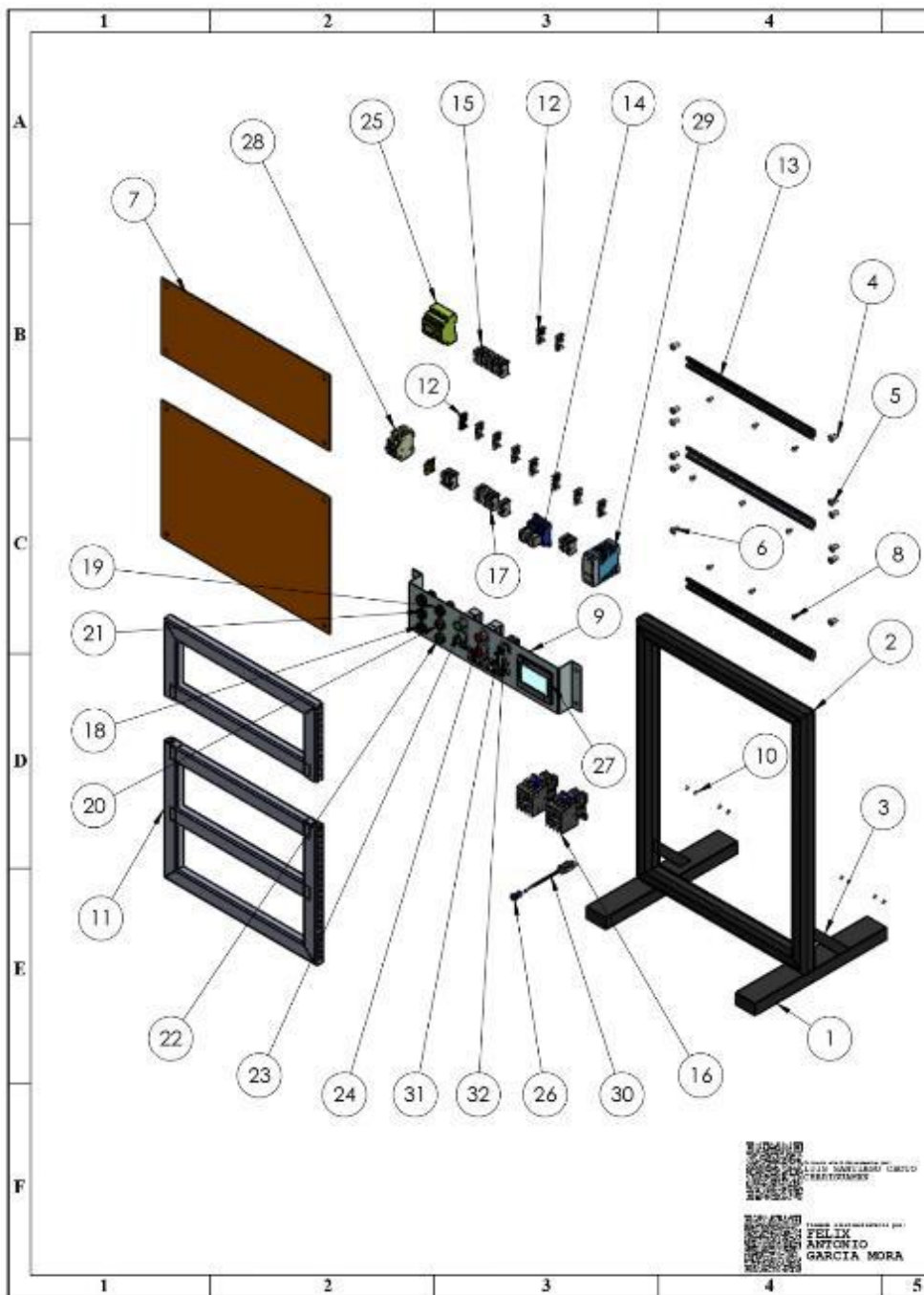


Firma e Identificación por
MARCO HERIBERTO SANTILLAN GALLEGOS

Sección 4

Nº. Lámina 5 de 5		Nº. Hojas 5		Sustitución:		Codificación:		ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA INGENIERÍA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL			
Email: darwin.quito@esPOCH.edu.ec Teléfono: 0994524068						Denominación:					
Datos	Nombre	Firma	Fecha	DIAGRAMA DE CONEXIONES ELÉCTRICAS SECCIÓN 3 Y 4				4,02 kg	± 0,5 (mm)	1:6	
Proyectó	Quito D.		2024-01-20								
Dibujó	Quito D.		2021-01-20								
Revisó	Ing. Santillán M.		2024-02-29								
Aprobó	Ing. García F.		2024-02-29								
Materiales:						Cables flexibles calibres 18 y 14 AWG		ESTE DOCUMENTO ES DE PROPIEDAD INTELLECTUAL EXCLUSIVA DE ESPOCH. CUALQUIER USO Y REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL NO AUTORIZADA CONSTITUYE VIOLACIÓN POR LA LEY.			
Nombre del archivo:						Esquemas eléctricos.sldprt					

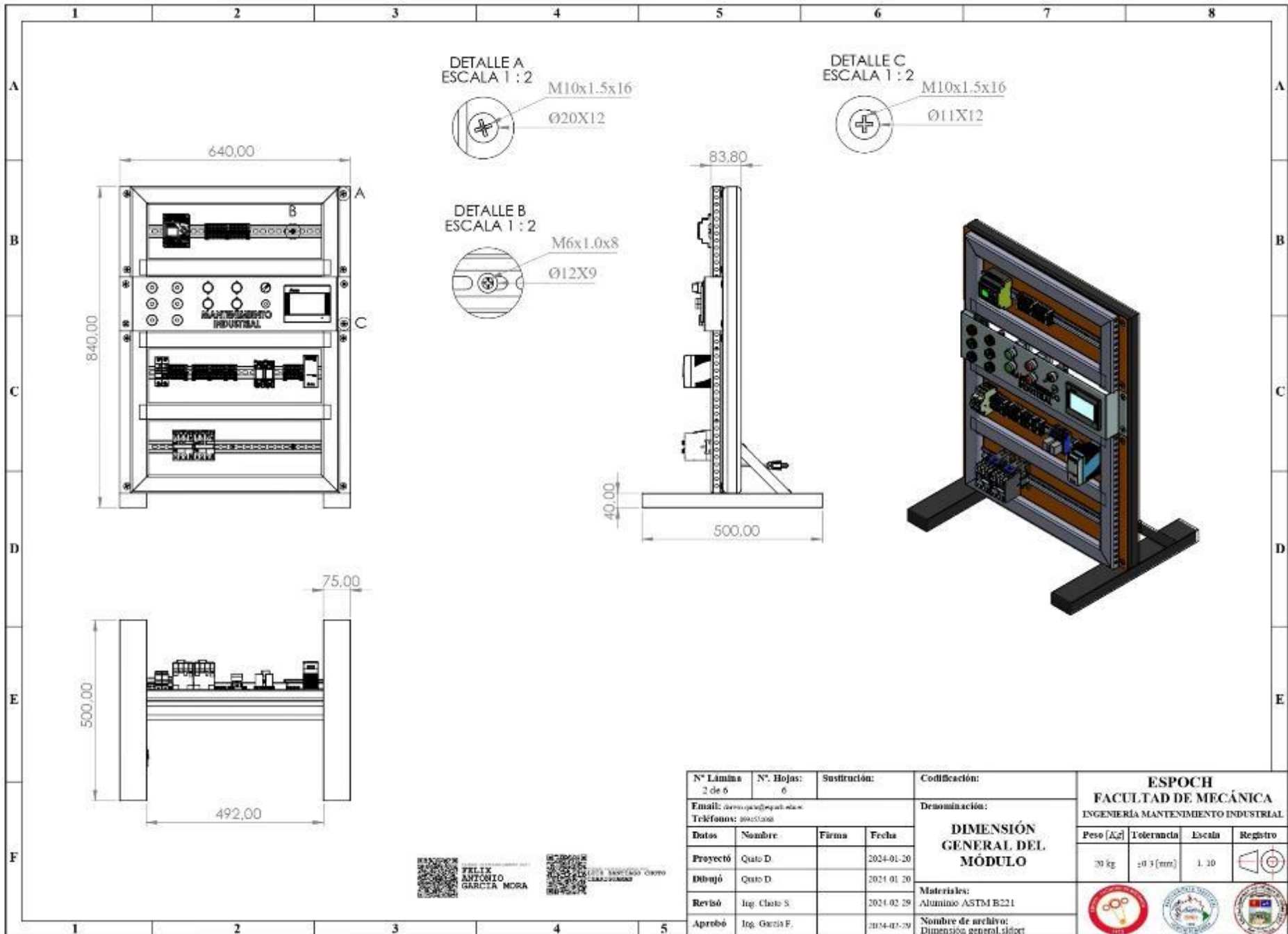




N.º de pieza	Cant.	Denominación	Norma	Material	Observaciones
1	2	Base	ASTM	B221	Manufacturado
2	1	Marco	ASTM	B221	Manufacturado
3	2	Angulo	ASTM	B221	Manufacturado
4	8	Tomillo de cabeza troncocónica M5X0.8X25	ASME/ANSI	B18.6.7M	Catálogo TorqBolt
5	12	Tomillo de cabeza troncocónica M5X0.8X10	ASME/ANSI	B18.6.7M	Catálogo TorqBolt
6	4	Tomillo de cabeza troncocónica M5X0.8X50	ASME/ANSI	B18.6.7M	Catálogo TorqBolt
7	2	Panel de aluminio	ASTM	B209	Manufacturado
8	9	Tomillo de cabeza troncocónica M10X1.5X16	ASME/ANSI	B18.6.7M	Catálogo TorqBolt
9	1	Porta Botones	ASTM	A653	Manufacturado
10	4	Tomillo de cabeza troncocónica M10X1.5X20	ASME/ANSI	B18.6.7M	Catálogo TorqBolt
11	9	Canaleta ranurada 40x40	UNE-EN	50085	Catálogo Kywi
12	12	Tope de bornera	ASME/ANSI	B18.6.7M	Catálogo TorqBolt
13	3	Riel DIN	DIN	60715	Catálogo ISA-Industrial
14	2	Relé modular	ASME/ANSI	B18.6.7M	Catálogo TorqBolt
15	16	Bornera de Logo	UNE-EN	60393-5	Catálogo Schneider Electric
16	2	Contacto	IEC	60947-4-1	Catálogo Siemens
17	32	Bornera	ASTM	D648	Catálogo Schneider Electric
18	1	Lampara piloto blue	NEMA	-	Catálogo Schneider Electric
19	2	Lampara piloto red	NEMA	-	Catálogo Schneider Electric
20	1	Lampara piloto yellow	NEMA	-	Catálogo Schneider Electric
21	1	Indicador de Voltaje	NEMA	-	Catálogo Schneider Electric
22	1	Lampara piloto green	NEMA	-	Catálogo Schneider Electric
23	2	Pulsador arranque	NEMA	-	Catálogo Schneider Electric
24	2	Pulsador paro	NEMA	-	Catálogo Schneider Electric
25	1	Logo Siemens	-	-	Catálogo Siemens
26	1	Prensoestopa	NEMA	-	Catálogo Schneider Electric
27	1	Pantalla TMI Delta	ISA	101.1	Catálogo Delta
28	1	Breaker	IEC	60898-1	Catálogo Camco
29	1	Fuente de alimentación	UNE-EN	60950-1	Catálogo MEAN WELL
30	1	Cable concéntrico	NEMA	-	Catálogo Schneider Electric
31	1	Selector	NEMA	-	Catálogo Schneider Electric
32	1	Potenciómetro	NEMA	-	Catálogo Schneider Electric

N.º LAMINA 1 de 6		N.º Hojas: 6		Sustitución:		Certificación:		ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA INGENIERÍA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL				
Email: deriva@esoch.edu.ec Teléfono: 098032005				Denominación:								
Dato		Numero	Firma	Fecha	LISTA DE MATERIALES				Peso [Kg]	Tolerancia	Escala	Registro
Proyección		Quito D.		2024-01-20					20 kg	+0.2 [mm]	1:12	
Dibujo		Quito D.		2024-01-20					Materiales: Aluminio compuesto ASTM A653			
Revisó		Ing. Clauto S.		2024-02-16								
Aprobó		Ing. Garcia F.		2024-02-19	Nombre de archivo: Lista de materiales.dltpet							

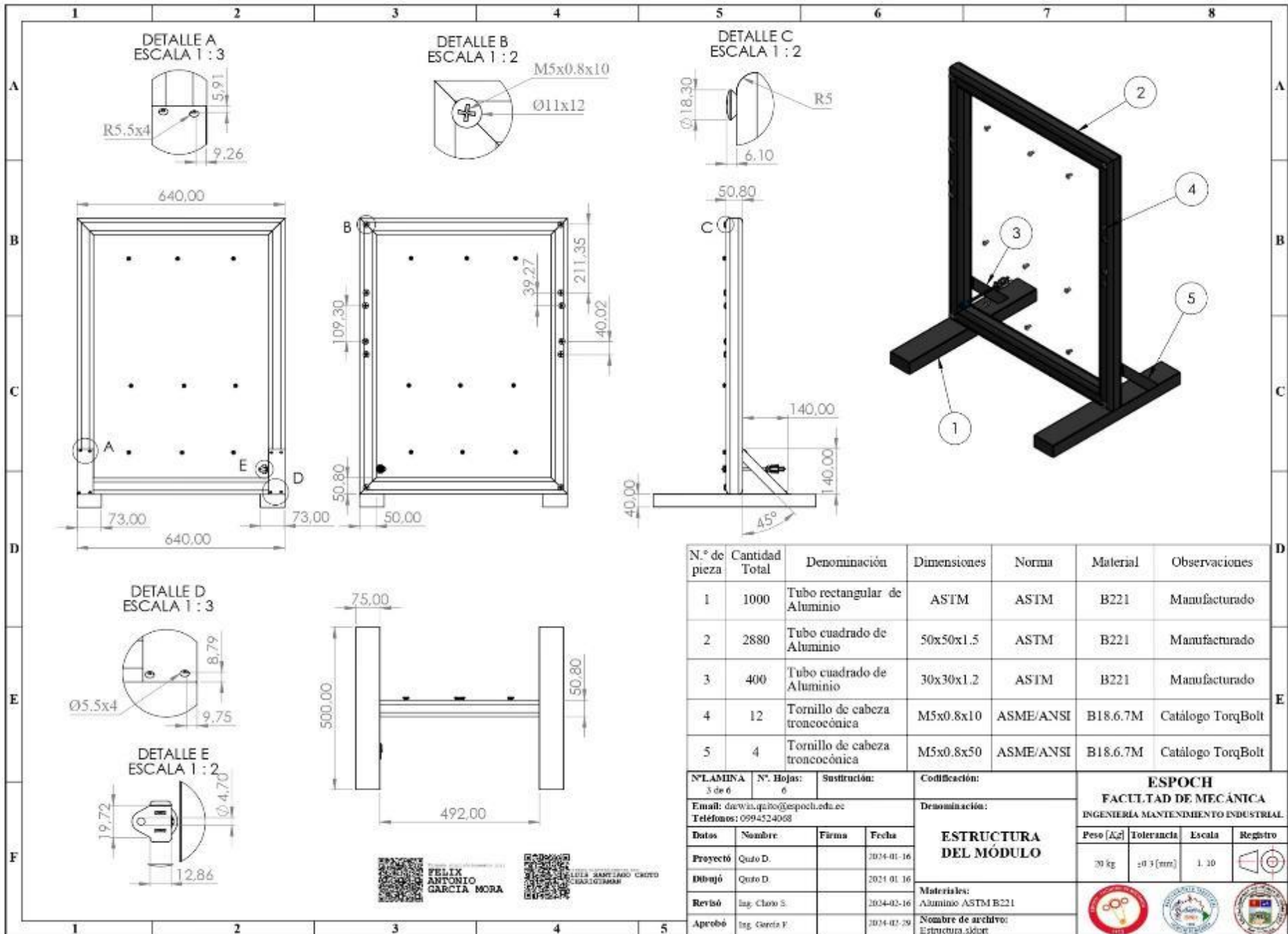




N° Lámina 2 de 6		N° Hojas: 6		Instrucción:		Codificación:		ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA INGENIERÍA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL				
Email: director@esPOCH.edu.ec Teléfono: 0985312000				Denominación:								
Datos		Nombre:	Firma	Fecha	DIMENSIÓN GENERAL DEL MÓDULO Materiales: Aluminio ASTM B221 Nombre de archivo: Dimension_general.sldprt				Peso [kg]	Tolerancia	Escala	Registro
Proyectó	Quito D.			2024-01-20					30 kg	±0.3 [mm]	1:30	
Dibujó	Quito D.			2024-01-20								
Revisó	Ing. Clote S.			2024-02-29								
Aprobó	Ing. García F.			2024-02-29								

FELIX ANTONIO GARCIA MORA

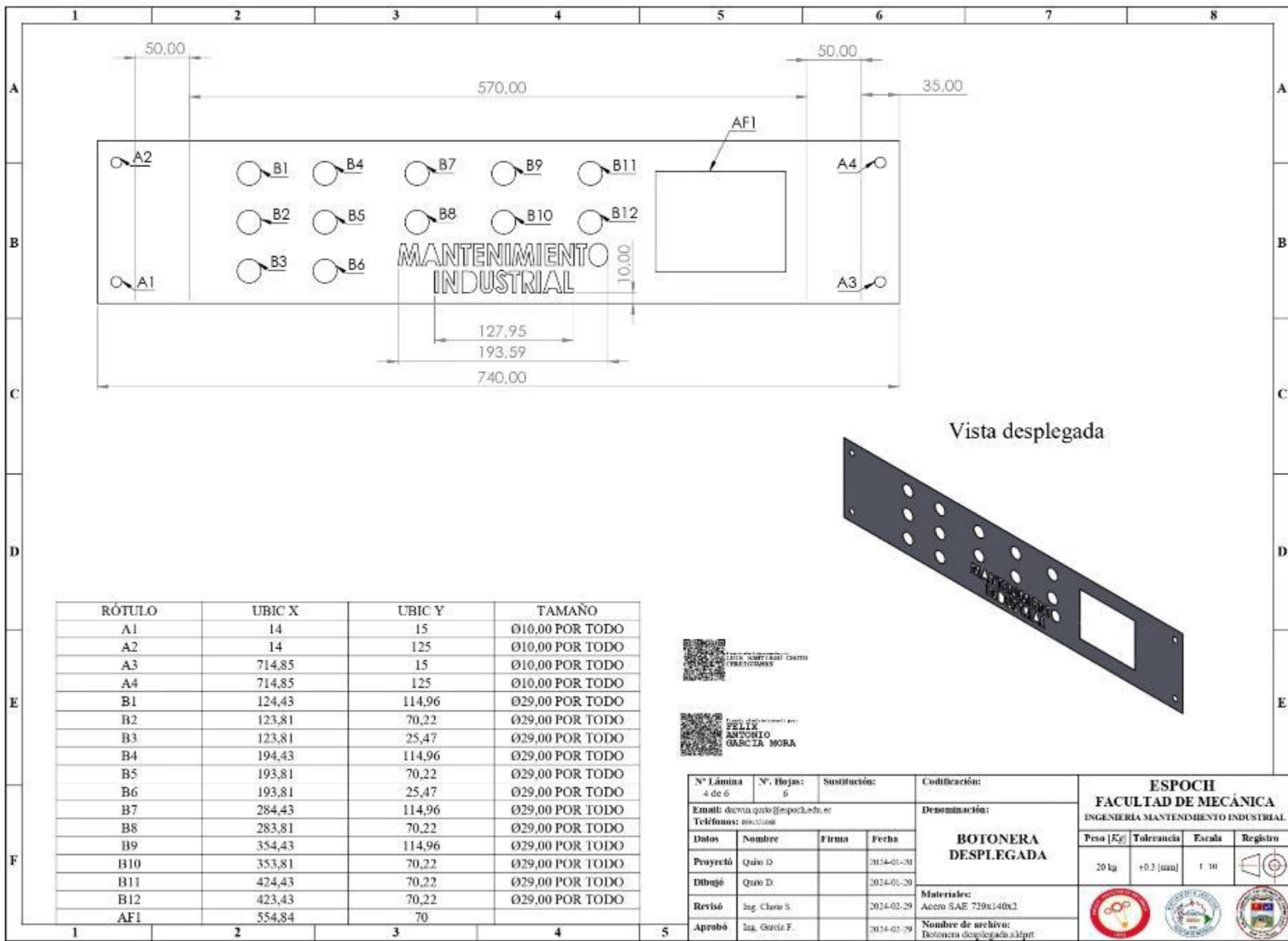
 0985312000



N.º de pieza	Cantidad Total	Denominación	Dimensiones	Norma	Material	Observaciones
1	1000	Tubo rectangular de Aluminio	ASTM	ASTM	B221	Manufacturado
2	2880	Tubo cuadrado de Aluminio	50x50x1.5	ASTM	B221	Manufacturado
3	400	Tubo cuadrado de Aluminio	30x30x1.2	ASTM	B221	Manufacturado
4	12	Tornillo de cabeza troncocónica	M5x0.8x10	ASME/ANSI	B18.6.7M	Catálogo TorqBolt
5	4	Tornillo de cabeza troncocónica	M5x0.8x50	ASME/ANSI	B18.6.7M	Catálogo TorqBolt

N.º LAMINA 3 de 6		N.º Hojas: 6		Instrucción:		Codificación:		ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA INGENIERÍA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL					
Email: dwv@esPOCH.edu.ec Teléfonos: 0994524068						Denominación:						Peso [kg]	Tolerancia
Datos		Nombre:	Firma	Fecha		ESTRUCTURA DEL MÓDULO				39 kg	±0.3 (mm)	1:30	
Proyectó		Quito D.		2024-01-16									
Dibujó		Quito D.		2024-01-16									
Revisó		Ing. Cloro S.		2024-02-16									
Aprobó		Ing. Gerota F.		2024-02-29		Materiales: Aluminio ASTM B221		Nombre de archivo: Estructura.sldprt					

FELIX ANTONIO GARCIA MORA
LUIS RAMIRO Castro
CACUOTIMBA



RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	14	15	Ø10,00 POR TODO
A2	14	125	Ø10,00 POR TODO
A3	714,85	15	Ø10,00 POR TODO
A4	714,85	125	Ø10,00 POR TODO
B1	124,43	114,96	Ø29,00 POR TODO
B2	123,81	70,22	Ø29,00 POR TODO
B3	123,81	25,47	Ø29,00 POR TODO
B4	194,43	114,96	Ø29,00 POR TODO
B5	193,81	70,22	Ø29,00 POR TODO
B6	193,81	25,47	Ø29,00 POR TODO
B7	284,43	114,96	Ø29,00 POR TODO
B8	283,81	70,22	Ø29,00 POR TODO
B9	354,43	114,96	Ø29,00 POR TODO
B10	353,81	70,22	Ø29,00 POR TODO
B11	424,43	70,22	Ø29,00 POR TODO
B12	423,43	70,22	Ø29,00 POR TODO
AF1	554,84	70	

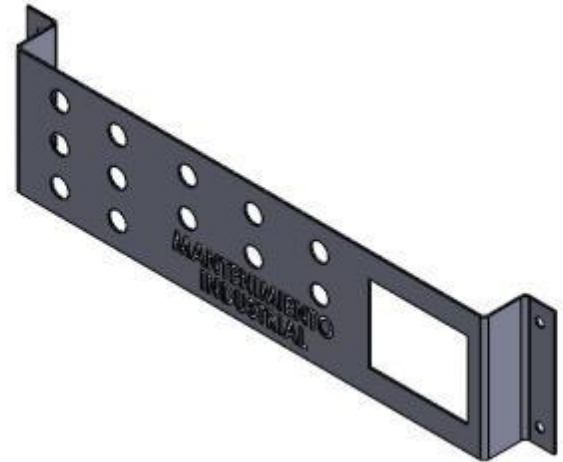
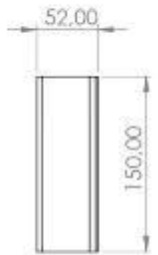
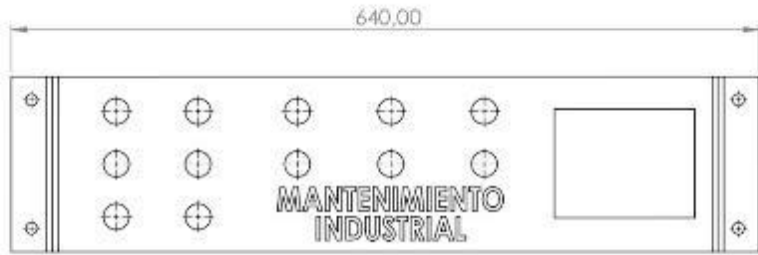


Este documento es:
FELIX ANTONIO GARCIA MORA
 Firmante

N° Lámina		N° Hojas:		Sustitución:		Codificación:	
4 de 6		6					
Email: carra.guiv@esPOCH.edu.ec				Denominación:			
Teléfono: 098330466				BOTONERA DESPLEGADA			
Datos	Nombre	Firma	Fecha				
Proyectó	Guio D.		2014-01-20				
Dibujó	Guio D.		2014-01-20				
Revisó	Ing. Claro S.		2014-02-29				
Aprobó	Ing. García F.		2014-02-29	Materiales: Acero SAE 729x140x2			
				Nombre de archivo: Botonera desplegada.sldprt			

ESPOCH
FACULTAD DE MECÁNICA
 INGENIERÍA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Peso [Kg]	Tolerancia	Escala	Registro
20 kg	+0.3 [mm]	1:10	



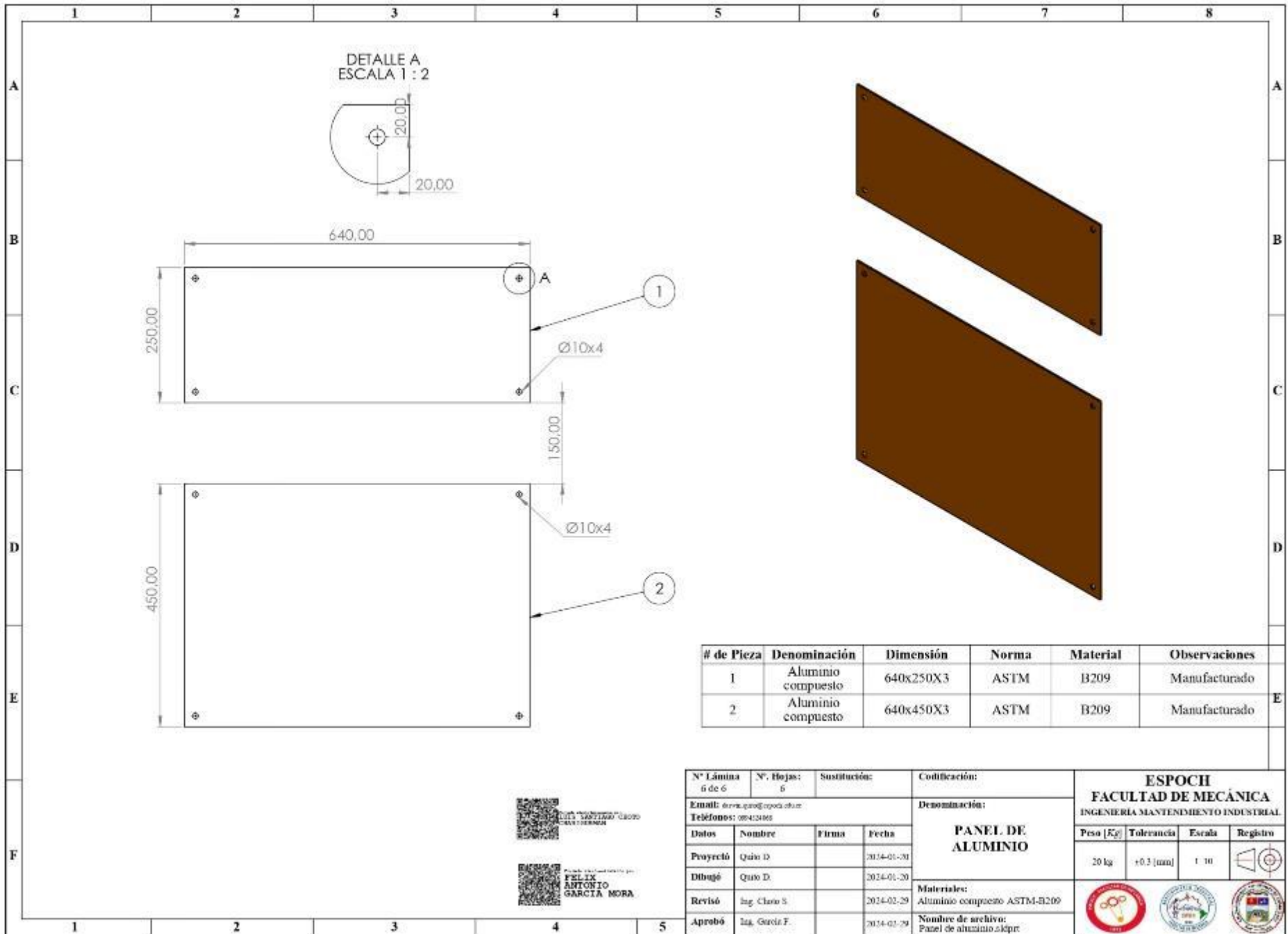
# de Pieza	Denominación	Dimensión	Norma	Observación
1	Chapa metálica	729x240x2	ASTM 1023	Manufacturado

N° Lámina 5 de 6	N° Hojas: 6	Sustitución:	Codificación:
Email: carro@esPOCH.edu.ec		Denominación:	
Teléfono: 0995512000		BOTONERA	
Datos	Nombre:	Firma:	Fecha:
Proyectó	Quito D.		2024-01-20
Dibujó	Quito D.		2024-01-20
Revisó	Ing. Cloto S.		2024-02-29
Aprobó	Ing. García F.		2024-07-29
Materiales:		Nombre de archivo:	
Acero S.AE-1023 729x240x2		Botonera.dwg	

ESPOCH
FACULTAD DE MECÁNICA
INGENIERÍA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Peso [kg]	Tolerancia	Escala	Registro
30 kg	±0.3 (mm)	1:30	





DETALLE A
ESCALA 1 : 2

# de Pieza	Denominación	Dimensión	Norma	Material	Observaciones
1	Aluminio compuesto	640x250X3	ASTM	B209	Manufacturado
2	Aluminio compuesto	640x450X3	ASTM	B209	Manufacturado

N° Lámina 6 de 6	N° Hojas: 6	Sustitución:	Codificación:	ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA INGENIERÍA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL
Email: area.pqm@esPOCH.edu.ec Teléfonos: 094124865			Denominación: PANEL DE ALUMINIO	
Datos	Nombre	Firma	Fecha	Peso [Kg]
Proyectó	Quiso D.		2014-01-20	20 kg
Dibujó	Quiso D.		2014-01-20	+0.3 (mm)
Revisó	Ing. Claro S.		2014-02-29	1:30
Aprobó	Ing. García F.		2014-02-29	
			Materiales: Aluminio compuesto ASTM-B209	
			Nombre de archivo: Panel de aluminio.sldprt	

Cód. "AUTORIZADO" Cód. 0000
 CALIFICACION

 Firmado digitalmente por:
FELIX ANTONIO GARCIA MORA



epoch

**Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje**

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS
BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL**

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 27/06/2024

INFORMACIÓN DEL AUTOR
Nombres – Apellidos: QUITO MANYA DARWIN MARCELO
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: MECÁNICA
Carrera: MANTENIMIENTO INDUSTRIAL
Título a optar: INGENIERO EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL
f. Analista de Biblioteca responsable: Lic. Ángel Ramiro Frías Sánchez



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA
NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO

Fecha de entrega: 28/06/2024

INFORMACIÓN DEL AUTOR
Nombres – Apellidos: QUITO MANYA DARWIN MARCELO
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: MECÁNICA
Carrera: MANTENIMIENTO INDUSTRIAL
Título a optar: INGENIERO EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL
<p style="text-align: center;">Ing. Félix Antonio García Mora Director del Trabajo de Titulación</p> <p style="text-align: center;">Ing. Marco Heriberto Santillán Gallegos Asesor del Trabajo de Titulación</p>