



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE MECÁNICA**  
**CARRERA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL**

**“MODIFICACIÓN DEL MÓDULO DE BANDA  
TRANSPORTADORA PARA LA SIMULACIÓN DE FALLAS  
ELECTROMECAÓNICAS Y DE PROGRAMACIÓN DEL CONTROL  
AUTOMÁTICO EN EL LABORATORIO DE MANTENIMIENTO  
CORRECTIVO”**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL**

**AUTORES:**

**CHÁVEZ MELÉNDREZ BRAYAN ALEXANDER**  
**QUISPILO CASTAÑEDA BRAYAN ALEXANDER**

Riobamba – Ecuador

2024



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE MECÁNICA**  
**CARRERA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL**

**“MODIFICACIÓN DEL MÓDULO DE BANDA  
TRANSPORTADORA PARA LA SIMULACIÓN DE FALLAS  
ELECTROMECAÑICAS Y DE PROGRAMACIÓN DEL CONTROL  
AUTOMÁTICO EN EL LABORATORIO DE MANTENIMIENTO  
CORRECTIVO”**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL**

**AUTORES:** CHÁVEZ MELÉNDREZ BRAYAN ALEXANDER  
QUISPILO CASTAÑEDA BRAYAN ALEXANDER

**DIRECTOR:** ING. GALLEGOS LONDOÑO CÉSAR MARCELO

Riobamba – Ecuador

2024

**©2024, Brayan Alexander Chávez Meléndez & Brayan Alexander Quispillo Castañeda**

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.

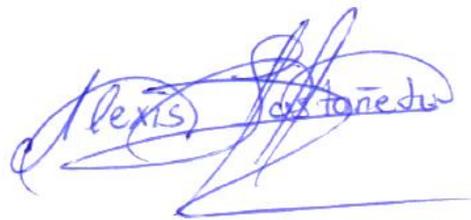
Nosotros, Brayan Alexander Chávez Meléndez y Brayan Alexander Quispillo Castañeda, declaramos que el presente Trabajo de Integración Curricular es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos 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, 07 de mayo de 2024



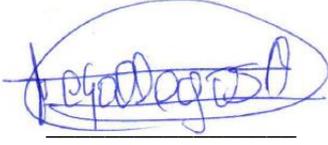
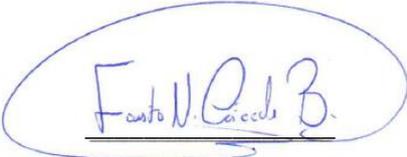
**Brayan Alexander Chávez Meléndez**  
**CI. 060532417-7**



**Brayan Alexander Quispillo Castañeda**  
**CI. 060622288-3**

**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, “**MODIFICACIÓN DEL MÓDULO DE BANDA TRANSPORTADORA PARA LA SIMULACIÓN DE FALLAS ELECTROMECAÑICAS Y DE PROGRAMACIÓN DEL CONTROL AUTOMÁTICO EN EL LABORATORIO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO**”, realizado por los señores: **BRAYAN ALEXANDER CHÁVEZ MELÉNDEZ** y **BRAYAN ALEXANDER QUISPILLO CASTAÑEDA**, 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.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Marco Antonio Ordóñez Viñán <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2024-05-07
Ing. César Marcelo Gallegos Londoño <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2024-05-07
Fausto Ulpiano Caicedo Benavides <b>ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2024-05-07

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a las personas que siempre han estado a lo largo de este camino académico, sin ellos nada de esto sería posible principalmente a mis padres, César Chávez y Gladys Meléndrez por su apoyo incondicional, a mi hermana Mayte Chávez por siempre estar ahí cuando la necesito, a mis abuelitos que siempre han estado pendientes de mí, mis tíos y tías que desde el inicio creyeron que llegaría lejos, y que me espera un gran futuro. El camino siempre es difícil, pero con tantas personas a mi lado, la meta nunca se difuminó en mi mirada.

Brayan Chávez

En primer lugar, dedico este trabajo a Dios, fuente de sabiduría y amor que bendice mi camino cada día. A mi amada madre, María Castañeda, luz de mis días e inspiración, eres mi ejemplo más grande de entrega y sacrificio; todo lo que soy y todo lo que logro, lo debo a ti. A mis hermanos y hermanas, Hamilton, Marco, Nancy, Kasandra y Brianna, quienes me han brindaron su apoyo y consejos a lo largo de mi carrera universitaria. Finalmente, a mi sobrina Jandy, quien con su sonrisa e inocencia alegran mis días.

Brayan Quispillo

## **AGRADECIMIENTO**

Deseo expresar mi agradecimiento a los docentes que me acompañaron en el proceso de la ejecución de este trabajo, los Ingenieros César Gallegos y Fausto Caicedo, sin su orientación nada de esto sería posible, además quiero expresar un gracias a la ESPOCH en especial a mi carrera de Mantenimiento Industrial por proporcionarme todos los conocimientos y experiencias necesarias para poder estar a la altura del título de ingeniería. Y finalmente pero más importante agradezco a Dios por darme una maravillosa familia que nunca me ha dejado solo y por ponerme en mi camino a tantas personas que me han ayudado a madurar como persona y encaminarme a una mejor versión de mí.

Brayan Chávez

Agradezco a Dios por haberme bendecido con tu presencia madre. Eres mi fuente de luz que me guías y apoya en cada etapa de mi vida. Tu fe inquebrantable y tus sabios consejos han sido la fuerza que me impulsa ir más allá de lo que creí posible.

Agradezco a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y a la Carrera de Mantenimiento Industrial con todos sus docentes, por brindarme la valiosa oportunidad de adquirir sus conocimientos y experiencias. Además, expreso mi completa gratitud a los Ingenieros César Gallegos y Fausto Caicedo por guiarme en la elaboración y culminación de este trabajo.

Brayan Quispillo

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xviii
RESUMEN.....	xix
SUMMARY .....	xx
INTRODUCCIÓN .....	1

### CAPÍTULO I

<b>1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>2</b>
1.1. Planteamiento del problema .....	2
1.2. Justificación.....	3
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. <i>Objetivo general</i> .....	3
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	3

### CAPÍTULO II

<b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
2.1. Sistema de banda transportadora .....	4
2.1.1. <i>Elementos principales</i> .....	4
2.1.1.1. <i>Sensor</i> .....	4
2.1.1.2. <i>Polea</i> .....	5
2.1.1.3. <i>Correa de transmisión</i> .....	5
2.1.1.4. <i>Cinta transportadora</i> .....	5
2.1.1.5. <i>Motor</i> .....	5
2.2. Rediseño.....	6
2.2.1. <i>Rediseño eléctrico</i> .....	6
2.2.2. <i>Diagnóstico eléctrico</i> .....	6
2.2.2.1. <i>Pruebas e inspecciones en sistemas eléctricos</i> .....	6
2.3. Tablero de control .....	7
2.3.1. <i>Elementos principales</i> .....	8
2.3.1.1. <i>Conductor</i> .....	8

2.3.1.2.	<i>Canaleta</i> .....	9
2.3.1.3.	<i>Regletas o borneras</i> .....	10
2.3.1.4.	<i>Riel DIN</i> .....	10
2.3.1.5.	<i>Contactador</i> .....	11
<b>2.3.2.</b>	<b><i>Tipos de diagramas eléctricos</i></b> .....	<b>12</b>
2.3.2.1.	<i>Diagrama de control y señalización</i> .....	12
2.3.2.2.	<i>Diagrama de fuerza o potencia</i> .....	13
<b>2.3.3.</b>	<b><i>Normativa aplicable a tableros eléctricos</i></b> .....	<b>13</b>
2.3.3.1.	<i>Norma NEC-10</i> .....	13
2.3.3.2.	<i>IEC61439-1</i> .....	13
2.3.3.3.	<i>IEC60617</i> .....	14
<b>2.4.</b>	<b><i>Control por cableado electromecánico</i></b> .....	<b>15</b>
2.4.1.	<i>Definición de la lógica de control</i> .....	15
2.4.2.	<i>Riesgo eléctrico</i> .....	15
2.4.3.	<i>Seguridad eléctrica</i> .....	15
2.4.4.	<i>Protecciones eléctricas</i> .....	16
2.4.4.1.	<i>Interruptor automático</i> .....	16
2.4.4.2.	<i>Fusible</i> .....	16
<b>2.5.</b>	<b><i>Control por comando de un autómatas programable</i></b> .....	<b>17</b>
2.5.1.	<i>Autómatas programable</i> .....	17
2.5.2.	<i>Descripción de la lógica programable</i> .....	17
2.5.3.	<i>Programación</i> .....	17
<b>2.6.</b>	<b><i>Simulación</i></b> .....	<b>18</b>
2.6.1.	<i>Simulación eléctrica</i> .....	19
2.6.1.1.	<i>Falla eléctrica</i> .....	19
2.6.1.2.	<i>Simulación de falla eléctrica</i> .....	19
2.6.2.	<i>Simulación en procesos de programación</i> .....	19
2.6.2.1.	<i>Fallas en la programación</i> .....	20
<b>2.7.</b>	<b><i>Teoría de fallas</i></b> .....	<b>20</b>
2.7.1.	<i>Función requerida</i> .....	20
2.7.2.	<i>Falla</i> .....	20
2.7.3.	<i>Modo de falla</i> .....	21
2.7.4.	<i>Mecanismo de falla</i> .....	21
2.7.5.	<i>Causa de falla</i> .....	21
<b>2.8.</b>	<b><i>Proceso de elaboración de un manual de operación y mantenimiento</i></b> .....	<b>21</b>

## CAPÍTULO III

<b>3.</b>	<b>MODIFICACIÓN DEL MÓDULO PARA LA SIMULACIÓN DE FALLAS ELECTROMECAÑICAS Y DE PROGRAMACIÓN.....</b>	<b>22</b>
<b>3.1.</b>	<b>Módulo de banda transportadora .....</b>	<b>22</b>
<b>3.1.1.</b>	<b><i>Descripción de funcionamiento del módulo .....</i></b>	<b>23</b>
3.1.1.1.	<i>Modalidad manual.....</i>	23
3.1.1.2.	<i>Modalidad automática.....</i>	24
<b>3.2.</b>	<b>Análisis del módulo de banda transportadora .....</b>	<b>24</b>
<b>3.2.1.</b>	<b><i>Evaluación del estado inicial.....</i></b>	<b>25</b>
3.2.1.1.	<i>Pruebas preliminares .....</i>	26
<b>3.3.</b>	<b>Propuesta en la modificación del sistema de control .....</b>	<b>27</b>
<b>3.4.</b>	<b>Diseño de diagramas eléctricos.....</b>	<b>29</b>
<b>3.4.1.</b>	<b><i>Diseño del circuito electromecánico .....</i></b>	<b>29</b>
3.4.1.1.	<i>Diagrama de circuito de control .....</i>	29
3.4.1.2.	<i>Diagrama de circuito de potencia .....</i>	30
<b>3.4.2.</b>	<b><i>Diseño del diagrama de automatización .....</i></b>	<b>31</b>
<b>3.5.</b>	<b>Modelación de tableros .....</b>	<b>33</b>
<b>3.5.1.</b>	<b><i>Especificaciones en el diseño del tablero.....</i></b>	<b>33</b>
<b>3.5.2.</b>	<b><i>Tablero electromecánico.....</i></b>	<b>33</b>
3.5.2.1.	<i>Plafón.....</i>	33
3.5.2.2.	<i>Gabinete.....</i>	34
3.5.2.3.	<i>Omega de selectores.....</i>	34
3.5.2.4.	<i>Diseño del tablero electromecánico .....</i>	35
<b>3.5.3.</b>	<b><i>Tablero automático.....</i></b>	<b>35</b>
3.5.3.1.	<i>Plafón.....</i>	36
3.5.3.2.	<i>Omega de control .....</i>	36
3.5.3.3.	<i>Diseño del tablero automático.....</i>	37
<b>3.5.4.</b>	<b><i>Sistema estructural .....</i></b>	<b>37</b>
<b>3.5.5.</b>	<b><i>Ensamblaje del módulo .....</i></b>	<b>38</b>
<b>3.6.</b>	<b>Adquisición de implementos .....</b>	<b>39</b>
<b>3.6.1.</b>	<b><i>Implementos eléctricos .....</i></b>	<b>39</b>
3.6.1.1.	<i>Contactor trifásico.....</i>	39
3.6.1.2.	<i>Autómata programable.....</i>	39
3.6.1.3.	<i>Fuente de poder AC/DC .....</i>	40
<b>3.6.2.</b>	<b><i>Adquisición y elaboración de elementos modelados.....</i></b>	<b>40</b>

3.6.2.1.	<i>Elaboración de plafones</i> .....	40
3.6.2.2.	<i>Elaboración del omega de control</i> .....	41
3.6.2.3.	<i>Elaboración del gabinete de selectores</i> .....	41
3.6.2.4.	<i>Elaboración de la estructura de soporte de tableros</i> .....	41
<b>3.7.</b>	<b>Desmontaje del módulo de banda transportadora</b> .....	<b>42</b>
<b>3.8.</b>	<b>Instalación y cableado eléctrico del módulo.</b> .....	<b>44</b>
<b>3.8.1.</b>	<b>Instalación de tableros al módulo</b> .....	<b>44</b>
3.8.1.1.	<i>Instalación de la infraestructura del módulo</i> .....	44
3.8.1.2.	<i>Instalación de canaletas y rieles en plafones</i> .....	45
3.8.1.3.	<i>Instalación de tableros en la infraestructura de módulo</i> .....	46
3.8.1.4.	<i>Instalación de implementos en tableros.</i> .....	46
<b>3.8.2.</b>	<b>Cableado eléctrico</b> .....	<b>46</b>
3.8.2.1.	<i>Esquema de cableado entre elementos.</i> .....	47
3.8.2.2.	<i>Identificación entre conexiones</i> .....	49
3.8.2.3.	<i>Descripción de función en cada conexión</i> .....	63
3.8.2.4.	<i>Proceso de cableado eléctrico</i> .....	71
<b>3.9.</b>	<b>Automatización del módulo</b> .....	<b>74</b>
<b>3.9.1.</b>	<b>Programación del autómata programable.</b> .....	<b>74</b>
<b>3.9.2.</b>	<b>Fallas en la programación</b> .....	<b>77</b>
3.9.2.1.	<i>Programación errónea 1</i> .....	78
3.9.2.2.	<i>Programación errónea 2</i> .....	79
3.9.2.3.	<i>Programación errónea 3</i> .....	80
3.9.2.4.	<i>Programación errónea 4</i> .....	81

## CAPÍTULO IV

<b>4.</b>	<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS</b> .....	<b>82</b>
<b>4.1.</b>	<b>Puesta en marcha el módulo de banda transportadora</b> .....	<b>82</b>
<b>4.1.1.</b>	<b>Tablero electromecánico</b> .....	<b>83</b>
4.1.1.1.	<i>Verificación de la simulación de fallas eléctricas</i> .....	83
<b>4.1.2.</b>	<b>Tablero automático</b> .....	<b>84</b>
4.1.2.1.	<i>Verificación en la simulación de fallas de programación</i> .....	85
<b>4.2.</b>	<b>Manual de operación</b> .....	<b>85</b>
<b>4.3.</b>	<b>Elaboración de prácticas de laboratorio</b> .....	<b>87</b>
<b>4.4.</b>	<b>Tareas de mantenimiento</b> .....	<b>88</b>
<b>4.5.</b>	<b>Presupuesto</b> .....	<b>90</b>

## **CAPÍTULO V**

<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>92</b>
<b>5.1.</b>	<b>Conclusión .....</b>	<b>92</b>
<b>5.2.</b>	<b>Recomendación .....</b>	<b>93</b>

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2-1:</b> Pruebas e inspecciones en sistemas eléctricos.....	7
<b>Tabla 2-2:</b> Dimensiones de los conductores eléctricos. ....	8
<b>Tabla 2-3:</b> Dimensiones en canaletas.....	9
<b>Tabla 2-4:</b> Categorías de servicio AC.....	11
<b>Tabla 2-5:</b> Categorías de servicio DC.....	12
<b>Tabla 2-6:</b> Fallas en la programación.....	20
<b>Tabla 3-1:</b> Estado de operatividad del módulo de banda transportadora.....	24
<b>Tabla 3-2:</b> Identificación de elementos a reutilizar.....	25
<b>Tabla 3-3:</b> Características técnicas de elementos.....	25
<b>Tabla 3-4:</b> Evaluación del estado actual de los elementos del módulo.....	26
<b>Tabla 3-5:</b> Fallas a simular en los tableros de control.....	27
<b>Tabla 3-6:</b> Análisis de fallas eléctricas a simular.....	28
<b>Tabla 3-7:</b> Elementos conectados en las entradas del autómata programable. ....	31
<b>Tabla 3-8:</b> Elementos conectados en las salidas del autómata programable.....	31
<b>Tabla 3-9:</b> Datos técnicos del contactor trifásico.....	39
<b>Tabla 3-10:</b> Datos técnicos del autómata programable.....	39
<b>Tabla 3-11:</b> Datos técnicos de la fuente de poder AC/DC.....	40
<b>Tabla 3-12:</b> Consideraciones previas al desmontaje.....	43
<b>Tabla 3-13:</b> Ensamblaje de la infraestructura del módulo.....	44
<b>Tabla 3-14:</b> Conexión de la red eléctrica.....	49
<b>Tabla 3-15:</b> Conexión de la fuente de poder AC/DC (FP).....	50
<b>Tabla 3-16:</b> Conexión del Interruptor electromecánico QA1.....	50
<b>Tabla 3-17:</b> Conexión del Interruptor electromecánico QA2.....	50
<b>Tabla 3-18:</b> Conexión del autómata programable (LG).....	50
<b>Tabla 3-19:</b> Conexión de borneras bloque 1.....	51
<b>Tabla 3-20:</b> Conexión del relé electromecánico K7.....	51
<b>Tabla 3-21:</b> Conexión de borneras bloque 2.....	52
<b>Tabla 3-22:</b> Conexión del relé electromecánico K8.....	52
<b>Tabla 3-23:</b> Conexión del contactor KM1.....	52
<b>Tabla 3-24:</b> Conexión del contactor KM2.....	53
<b>Tabla 3-25:</b> Conexión de borneras bloque 3.....	53
<b>Tabla 3-26:</b> Conexión de borneras bloque 4.....	54
<b>Tabla 3-27:</b> Conexión de borneras bloque 5.....	54

<b>Tabla 3-28:</b> Conexión del motor M1.....	54
<b>Tabla 3-29:</b> Conexión del motor M2.....	54
<b>Tabla 3-30:</b> Conexión de borneras bloque 6 .....	55
<b>Tabla 3-31:</b> Conexión del relé electromecánico K1.....	56
<b>Tabla 3-32:</b> Conexión del relé electromecánico K2.....	56
<b>Tabla 3-33:</b> Conexión del relé electromecánico K3.....	56
<b>Tabla 3-34:</b> Conexión del relé electromecánico K4.....	57
<b>Tabla 3-35:</b> Conexión del relé electromecánico K5.....	57
<b>Tabla 3-36:</b> Conexión del relé electromecánico K6.....	57
<b>Tabla 3-37:</b> Conexión del contactor KM3 .....	57
<b>Tabla 3-38:</b> Conexión del contactor KM4 .....	58
<b>Tabla 3-39:</b> Conexión del sensor inductivo SP1 .....	58
<b>Tabla 3-40:</b> Conexión del sensor inductivo SP2 .....	58
<b>Tabla 3-41:</b> Conexión del sensor inductivo SP3 .....	58
<b>Tabla 3-42:</b> Conexión del sensor inductivo SP4 .....	58
<b>Tabla 3-43:</b> Conexión del sensor inductivo SP5 .....	59
<b>Tabla 3-44:</b> Conexión del sensor inductivo SP6.....	59
<b>Tabla 3-45:</b> Conexión del selector 2P-SF1 .....	59
<b>Tabla 3-46:</b> Conexión del selector 2P-SF2 .....	59
<b>Tabla 3-47:</b> Conexión del selector 2P-SF3 .....	59
<b>Tabla 3-48:</b> Conexión del selector 2P-SF4 .....	59
<b>Tabla 3-49:</b> Conexión del selector 2P-SF5 .....	60
<b>Tabla 3-50:</b> Conexión del selector 2P-SF6 .....	60
<b>Tabla 3-51:</b> Conexión del selector 2P-SF7 .....	60
<b>Tabla 3-52:</b> Conexión del selector 2P-SF8 .....	60
<b>Tabla 3-53:</b> Conexión del selector 3P-SF01 .....	61
<b>Tabla 3-54:</b> Conexión del pulsador de arranque S1 .....	61
<b>Tabla 3-55:</b> Conexión del pulsador de arranque S2.....	61
<b>Tabla 3-56:</b> Conexión del pulsador de paro S01 .....	61
<b>Tabla 3-57:</b> Conexión del pulsador de emergencia S02.....	62
<b>Tabla 3-58:</b> Conexión de la lámpara de señalización H1 .....	62
<b>Tabla 3-59:</b> Conexión de la lámpara de señalización H2.....	62
<b>Tabla 3-60:</b> Conexión de la lámpara de señalización H3.....	62
<b>Tabla 3-61:</b> Conexión de la lámpara de señalización H4.....	62
<b>Tabla 3-62:</b> Conexión de la lámpara de señalización H5.....	62
<b>Tabla 3-63:</b> Conexión de la lámpara de señalización H6.....	63

<b>Tabla 3-64:</b> Función en las conexiones de la fuente de poder AC/DC (FP) .....	63
<b>Tabla 3-65:</b> Función en las conexiones de la red eléctrica.....	63
<b>Tabla 3-66:</b> Función en las conexiones del interruptor automático QA1 .....	63
<b>Tabla 3-67:</b> Función en las conexiones del interruptor automático QA2 .....	63
<b>Tabla 3-68:</b> Función en las conexiones del autómeta programable .....	64
<b>Tabla 3-69:</b> Función en las conexiones del relé electromecánico K1 .....	64
<b>Tabla 3-70:</b> Función en las conexiones del relé electromecánico K2 .....	64
<b>Tabla 3-71:</b> Función en las conexiones del relé electromecánico K3 .....	65
<b>Tabla 3-72:</b> Función en las conexiones del relé electromecánico K4 .....	65
<b>Tabla 3-73:</b> Función en las conexiones del relé electromecánico K5 .....	65
<b>Tabla 3-74:</b> Función en las conexiones del relé electromecánico K6 .....	65
<b>Tabla 3-75:</b> Función en las conexiones del relé electromecánico K7 .....	66
<b>Tabla 3-76:</b> Función en las conexiones del relé electromecánico K8 .....	66
<b>Tabla 3-77:</b> Función en las conexiones del contactor KM1 .....	66
<b>Tabla 3-78:</b> Función en las conexiones del contactor KM2.....	66
<b>Tabla 3-79:</b> Función en las conexiones del contactor KM3.....	66
<b>Tabla 3-80:</b> Función en las conexiones del contactor KM4.....	67
<b>Tabla 3-81:</b> Función en las conexiones del motor M1 .....	67
<b>Tabla 3-82:</b> Función en las conexiones del motor M2.....	67
<b>Tabla 3-83:</b> Función en las conexiones del sensor inductivo SP1 .....	67
<b>Tabla 3-84:</b> Función en las conexiones del sensor inductivo SP2 .....	67
<b>Tabla 3-85:</b> Función en las conexiones del sensor inductivo SP3 .....	67
<b>Tabla 3-86:</b> Función en las conexiones del sensor inductivo SP4 .....	68
<b>Tabla 3-87:</b> Función en las conexiones del sensor inductivo SP5 .....	68
<b>Tabla 3-88:</b> Función en las conexiones del sensor inductivo SP6 .....	68
<b>Tabla 3-89:</b> Función en las conexiones del selector 2P-SF1.....	68
<b>Tabla 3-90:</b> Función en las conexiones del selector 2P-SF2.....	68
<b>Tabla 3-91:</b> Función en las conexiones del selector 2P-SF3.....	68
<b>Tabla 3-92:</b> Función en las conexiones del selector 2P-SF4.....	68
<b>Tabla 3-93:</b> Función en las conexiones del selector 2P-SF5.....	69
<b>Tabla 3-94:</b> Función en las conexiones del selector 2P-SF6.....	69
<b>Tabla 3-95:</b> Función en las conexiones del selector 2P-SF7.....	69
<b>Tabla 3-96:</b> Función en las conexiones del selector 2P-SF8.....	69
<b>Tabla 3-97:</b> Función en las conexiones de la lámpara de señalización H1 .....	69
<b>Tabla 3-98:</b> Función en las conexiones de la lámpara de señalización H2 .....	69
<b>Tabla 3-99:</b> Función en las conexiones de la lámpara de señalización H3 .....	69

<b>Tabla 3-100:</b> Función en las conexiones de la lámpara de señalización H4 .....	70
<b>Tabla 3-101:</b> Función en las conexiones de la lámpara de señalización H5 .....	70
<b>Tabla 3-102:</b> Función en las conexiones de la lámpara de señalización H6 .....	70
<b>Tabla 3-103:</b> Función en las conexiones del selector 3P-SF01.....	70
<b>Tabla 3-104:</b> Función en las conexiones del pulsador de arranque S1 .....	70
<b>Tabla 3-105:</b> Función en las conexiones del pulsador de arranque S2 .....	71
<b>Tabla 3-106:</b> Función en las conexiones del pulsador de paro S01 .....	71
<b>Tabla 3-107:</b> Función en las conexiones del pulsador de emergencia S02.....	71
<b>Tabla 3-108:</b> Proceso de cableado eléctrico.....	72
<b>Tabla 3-109:</b> Problema de automatización.....	74
<b>Tabla 3-110:</b> Lista de asignaciones.....	74
<b>Tabla 3-111:</b> Ecuaciones para la programación.....	76
<b>Tabla 3-112:</b> Ecuaciones de la programación errónea 1.....	78
<b>Tabla 3-113:</b> Ecuaciones de la programación errónea 2.....	79
<b>Tabla 3-114:</b> Ecuaciones de la programación errónea 3.....	80
<b>Tabla 3-115:</b> Ecuaciones de la programación errónea 4.....	81
<b>Tabla 4-1:</b> Verificación de voltaje en la fuente de poder .....	82
<b>Tabla 4-2:</b> Verificación de elementos de protección.....	82
<b>Tabla 4-3:</b> Verificación de elementos de accionamiento de control .....	83
<b>Tabla 4-4:</b> Verificación de elementos del tablero electromecánico.....	83
<b>Tabla 4-5:</b> Verificación de fallas eléctricas.....	84
<b>Tabla 4-6:</b> Verificación de la alimentación del autómatas programable .....	84
<b>Tabla 4-7:</b> Verificación de elementos del tablero automático.....	85
<b>Tabla 4-8:</b> Verificación de fallas de programación.....	85
<b>Tabla 4-9:</b> Manual de operación .....	86
<b>Tabla 4-10:</b> Descripción de prácticas de laboratorio.....	87
<b>Tabla 4-11:</b> Tareas de mantenimiento.....	88
<b>Tabla 4-12:</b> Presupuesto del proyecto de integración curricular.....	90
<b>Tabla 4-13:</b> Implementos eléctricos.....	90
<b>Tabla 4-14:</b> Implementos diseñados .....	91
<b>Tabla 4-15:</b> Implementos sustituidos .....	91

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 2-1:</b> Distribución de componentes en el panel eléctrico.....	8
<b>Ilustración 2-2:</b> Canaletas.....	9
<b>Ilustración 2-3:</b> Bornera.....	10
<b>Ilustración 2-4:</b> Tipos de riel DIN y dimensión común.....	10
<b>Ilustración 2-5:</b> Contactor y simbología.....	11
<b>Ilustración 2-6:</b> Ejemplo de diagrama de control y señalización.....	12
<b>Ilustración 2-7:</b> Ejemplo de diagrama de potencia.....	13
<b>Ilustración 2-8:</b> Simbología y designación de elementos.....	14
<b>Ilustración 2-9:</b> Efectos fisiológicos de la corriente.....	15
<b>Ilustración 2-10:</b> Tipos de sobrecorrientes.....	16
<b>Ilustración 2-11:</b> Ejemplo de programación LD o KOP.....	18
<b>Ilustración 2-12:</b> Simbología del lenguaje LD o KOP.....	18
<b>Ilustración 3-1:</b> Módulo de banda transportadora.....	22
<b>Ilustración 3-2:</b> Tablero de control inicial.....	23
<b>Ilustración 3-3:</b> Encendido por modalidad automática.....	23
<b>Ilustración 3-4:</b> Diagrama de control del circuito electromecánico.....	30
<b>Ilustración 3-5:</b> Diagrama de potencia del circuito electromecánico.....	30
<b>Ilustración 3-6:</b> Diagrama de automatización.....	32
<b>Ilustración 3-7:</b> Diagrama de potencia del circuito de automatización.....	32
<b>Ilustración 3-8:</b> Modelado de plafón electromecánico.....	33
<b>Ilustración 3-9:</b> Modelado del gabinete.....	34
<b>Ilustración 3-10:</b> Modelado del omega de selectores.....	35
<b>Ilustración 3-11:</b> Modelado del tablero electromecánico.....	35
<b>Ilustración 3-12:</b> Modelado de plafón automático.....	36
<b>Ilustración 3-13:</b> Modelado del omega de control.....	36
<b>Ilustración 3-14:</b> Modelado del tablero automático.....	37
<b>Ilustración 3-15:</b> Modelado de infraestructura.....	38
<b>Ilustración 3-16:</b> Ensamblaje del módulo.....	38
<b>Ilustración 3-17:</b> Adquisición de plafones.....	40
<b>Ilustración 3-18:</b> Adquisición del omega de control.....	41
<b>Ilustración 3-19:</b> Adquisición del gabinete de selectores.....	41
<b>Ilustración 3-20:</b> Adquisición del soporte de tableros.....	42
<b>Ilustración 3-21:</b> Desmontaje del módulo de banda transportadora.....	43

<b>Ilustración 3-22:</b> Disposición de canaletas y rieles DIN .....	45
<b>Ilustración 3-23:</b> Instalación de canaletas y rieles DIN.....	45
<b>Ilustración 3-24:</b> Instalación de tableros .....	46
<b>Ilustración 3-25:</b> Instalación de implementos en tableros .....	46
<b>Ilustración 3-26:</b> Diagrama de distribución y conexión del sistema.....	47
<b>Ilustración 3-27:</b> Designación de elementos del tablero automático.....	48
<b>Ilustración 3-28:</b> Designación de elementos del tablero electromecánico .....	49
<b>Ilustración 3-29:</b> Designación de elementos en el panel de control .....	60
<b>Ilustración 3-30:</b> Cableado eléctrico en el sistema de control .....	72
<b>Ilustración 3-31:</b> Conexión de sensores y motores .....	72
<b>Ilustración 3-32:</b> Señalización de cables .....	73
<b>Ilustración 3-33:</b> Conexión a la red eléctrica.....	73
<b>Ilustración 3-34:</b> Montaje final del sistema .....	73
<b>Ilustración 3-35:</b> Grafcet de primer nivel .....	75
<b>Ilustración 3-36:</b> Grafcet de segundo nivel .....	75
<b>Ilustración 3-37:</b> Esquema de contactos (KOP) .....	76
<b>Ilustración 3-38:</b> Simulación del esquema de contactos (KOP) .....	77
<b>Ilustración 3-39:</b> Automatización del módulo.....	77
<b>Ilustración 3-40:</b> Programación errónea 1 .....	78
<b>Ilustración 3-41:</b> Programación errónea 2 .....	79
<b>Ilustración 3-42:</b> Programación errónea 3 .....	80
<b>Ilustración 3-43:</b> Programación errónea 4.....	81

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** DIAGRAMAS INICIALES DEL MÓDULO DE BANDA TRANSPORTADORA

**ANEXO B:** PLANOS DEL MÓDULO DE BANDA TRANSPORTADORA

**ANEXO C:** GUÍAS DE LABORATORIO

## RESUMEN

El presente proyecto técnico se enfoca en la implementación de un sistema de simulación de fallas físicas y eléctricas de programación del sistema de control como herramienta de enseñanza. Se emplea un módulo existente diseñado para simular un proceso industrial de transporte de materiales. El objetivo del presente trabajo es modificar el tablero de control del módulo de banda transportadora para la simulación de fallas electromecánicas y de programación en el Laboratorio de Mantenimiento Correctivo de la Facultad de Mecánica de la ESPOCH. Para lograr esto, el sistema eléctrico se divide en dos partes: uno electromecánico y otro controlado por un autómata programable. Ambas partes gestionan el proceso de encendido y apagado de dos motores accionados por sensores inductivos, operando en dos modalidades: automática y manual. Esto permite generar y configurar fallas eléctricas y errores de programación entre los dos sistemas, con sus respectivas prácticas de laboratorio, asimismo, las fallas pueden adaptarse a combinaciones dentro del sistema. El rediseño del módulo proporciona una herramienta de aprendizaje efectiva para el desarrollo de habilidades en diagnóstico y resolución de anomalías en sistemas eléctricos, dirigida a los estudiantes. Especialmente, se enfoca en configuraciones individuales o combinadas de la lógica cableada y lógica programable en un entorno controlado, asegurando una integración fluida y segura de aprendizaje.

**Palabras clave:** <MODIFICACIÓN DEL TABLERO DE CONTROL>, < TABLERO ELECTROMECAÁNICO>, <AUTÓMATA PROGRAMABLE>, <FALLA ELECTROMECAÁNICA >, <FALLA DE PROGRAMACIÓN>.

**0640-DBRA-UPT-2024**



## SUMMARY

This technical project concerns the implementation of a physical and electrical fault simulation system for control system programming as a teaching tool. An existing module designed to simulate an industrial material conveying process is used. In this work, the objective is to modify the control board of the conveyor belt module for the simulation of electromechanical and programming failures in the Corrective Maintenance Laboratory of the Faculty of Mechanics of ESPOCH. To reach this, the electrical system is separated into two parts: one electromechanical and the other controlled by a programmable automaton. These two parts control the switching on and off process of two motors driven by inductive sensors, operating in two modes: automatic and manual. It allows electrical faults and programming errors to be generated and set up between the two systems, with their respective laboratory practices, and the faults can be modified to suit combinations within the system. The redesigned module provides an effective learning tool for the development of diagnostic and troubleshooting skills in electrical systems for students. In particular, it emphasizes on individual or combined settings of hardwired logic and programmable logic in a controlled environment, ensuring a smooth and safe learning integration

**Keywords:** <CONTROL BOARD MODIFICATION>, <ELECTROMECHANICAL BOARD>, <PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER>, <ELECTROMECHANICAL FAULT>, <PROGRAMMING FAULT>.



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

## **INTRODUCCIÓN**

En la actualidad, la automatización de procesos productivos industriales se establece como una herramienta fundamental, donde las empresas adquieren nuevas tecnologías para el desarrollo competitivo y la adaptación de nuevas prácticas productivas, con el objetivo de reducir costos, incrementar la seguridad y mejorar la calidad de productos o servicios (Buitrago y Rodríguez, 2021, pág. 10). La automatización se establece con la incorporación de elementos y dispositivos tecnológicos que aseguren el control y funcionamiento del sistema para llevar a cabo la ejecución de determinadas tareas de forma precisa, constante y sin errores, a razón que estos dispositivos integrados poseen la capacidad de tomar decisiones y comunicarse con otros, utilizando un programa predefinido, para la gestión de variables específicas en los sistemas que garanticen la productividad, confiabilidad y calidad del sistema.

En la industria moderna la importancia del control en procesos industriales, empleando un tablero eléctrico de automatización, compuesto por un control electromecánico y otro comandado por un autómatas programable o la combinación de ambos, genera una gran flexibilidad y adaptabilidad en la gestión de los procesos, que representa una solución versátil para satisfacer la creciente demanda de bienes o servicios.

Con el constante avance de la tecnología, los sistemas industriales requieren personal altamente capacitados en identificar, solucionar y evitar fallas eléctricas, así como diseñar y programar los sistemas de control, los mismos que deben contar con un manual de operación y mantenimiento idóneo que minimice el tiempo de indisponibilidad del sistema.

En la academia siempre se busca la manera de ampliar el conocimiento hacia los estudiantes y prepararlos para que contribuyan; de manera satisfactoria; con las demandas que la industria requiere. Las universidades con el pasar del tiempo han implementado módulos, laboratorios y talleres de enseñanza que ayuden con este propósito, actualizándolos acorde a los avances tecnológicos.

# CAPÍTULO I

## 1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

### 1.1. Planteamiento del problema

Las fallas eléctricas provocan daños a los equipos sensibles y costosos, como motores, controladores o componentes de la electrónica, volviendo a los sistemas eléctricos no confiables aumentando el tiempo de inactividad en la producción u operación del equipo, y en el caso de una reparación los costos son muy elevados si se debe reemplazar el equipo o los componentes importantes.

El módulo de banda transportadora actualmente no es utilizado, aunque su funcionamiento es adecuado. Sin embargo, sus elementos no están distribuidos de manera correcta en el tablero de control, y no posee identificación de elementos. En el Laboratorio de Mantenimiento Correctivo es necesario la implementación de módulos de simulación que ayude al entrenamiento de los estudiantes en la parte práctica, el módulo de banda transportadora posee un sistema que se acopla a las exigencias del Laboratorio, pero requiere un rediseño del tablero de control en la parte de la lógica cableada, con un mando de selectores de dos posiciones que permitirán la simulación de fallas y añadiendo la lógica programable, con una programación correcta y otras que contengan errores. Convirtiendo un módulo inactivo en una herramienta de enseñanza y entrenamiento para los estudiantes.

Los beneficios que brinda la creación de módulos de simulación de fallas en una industria se ven reflejados en las pautas dirigidas a la mejora de los procesos de gestión de mantenimiento aplicados a los tableros de control, según (Carrillo y Saire, 2020, pág. 11), que realizó un estudio en una empresa minera, deduce que con estas mejoras se logra reducir en 16% la desviación de los costos de presupuesto, un incremento de los tiempos promedios entre fallas en 13,64% lo que representa un incremento en la confiabilidad hasta del 17,52% que conlleva al aumento de la disponibilidad al contar con más horas de operación en el sistema.

La educación superior contribuye significativamente a la formación integral de los estudiantes, lo que permite adquirir conocimientos en diferentes áreas, una de ellas la eléctrica; lo cual permite desarrollar habilidades para la detección, reparación y prevención de los fallas eléctricas, donde el conocimiento teórico va de la mano con la práctica, es crucial contar con las instalaciones, laboratorios o talleres que dispongan de módulos de simulación de fallas, éstos permiten la

identificación y prevención de posibles problemas eléctricos, que facilitan la planificación de acciones de mantenimiento preventivo.

## **1.2. Justificación**

La importancia de la creación de un módulo para la simulación de fallas eléctricas, radica en el constante entrenamiento que requiere un profesional para identificar este tipo de fallas, con la creación de un mando donde el docente simule la falla que desee, la revisión de los planos eléctricos permite aumentar las habilidades de los estudiantes en este campo.

Con el avance constante de la tecnología y la industria es necesario la implementación de un control del sistema por medio de un autómata programable, éste requiere una programación interna para su funcionamiento, potenciando aún más el grado de aprendizaje que ofrece este módulo.

La actualidad del tema se enfoca en la búsqueda de soluciones efectivas para mejorar la confiabilidad, seguridad y eficiencia del sistema controlado por el módulo, sea por lógica cableada y lógica programable.

## **1.3. Objetivos**

### ***1.3.1. Objetivo general***

Modificar el módulo de banda transportadora para la simulación de fallas electromecánicas y de programación del control automático en el Laboratorio de Mantenimiento Correctivo.

### ***1.3.2. Objetivos específicos***

Determinar el estado técnico presente del módulo de banda transportadora existente en el Laboratorio de Mantenimiento Correctivo.

Rediseñar el sistema de control del módulo de banda transportadora para simular fallos.

Implementar el sistema de control del módulo de banda transportadora.

Desarrollar pruebas de funcionamiento y ejecutar los ajustes necesarios para el sistema de control del módulo de banda transportadora.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

El módulo de banda transportadora en el Laboratorio de Mantenimiento Correctivo consta de un tablero de control eléctrico y el sistema de banda transportadora, en conjunto simula un proceso de transporte de materiales por dos trayectorias preestablecidas. La modificación del módulo consta de un rediseño destinado a la simulación de fallas físicas y eléctricas de programación del sistema de control. Por lo tanto, el capítulo describe los mecanismos, características, métodos y elementos que se agregarán para cumplir con su función prevista.

#### 2.1. Sistema de banda transportadora

Los sistemas de banda transportadora son indispensables en los diversos servicios para complementar los procesos de transporte de cargas pesadas o voluminosas. Su aplicación radica especialmente para los productos que requieren diferentes movimientos y que depende de la estructura física para su manipulación adecuada (Fonseca y Játiva, 2018, págs. 32-33).

En la industria, estos sistemas desempeñan un papel imprescindible en la productividad, ya que ofrecen soluciones versátiles y adaptables en diferentes entornos. Esto se refleja especialmente en el transporte de los productos en extensas distancias, destacando su ventaja en términos de fácil instalación y la capacidad de transportar materiales de diversos tipos (Fonseca y Játiva, 2018, pág. 33).

Dada la frecuente utilización de estos sistemas, es exigente que cuente con un control o mando encaminado a satisfacer las necesidades de un proceso. Su enfoque se dirige a la reducción de fallas mediante la implementación de planes de mantenimiento, la mitigación de los tiempos de paro del sistema y la minimización del mantenimiento correctivo.

##### 2.1.1. Elementos principales

###### 2.1.1.1. Sensor

Un sensor es un dispositivo capaz de detectar variables de instrumentación como son las magnitudes físicas o químicas, para luego transformarlas en señales o variables eléctricas. Por su parte los sensores inductivos son los que reaccionan con los metales y los sensores capacitivos con los no metales cuando sobrepasan una determinada capacidad por efecto de la aproximación

de un objeto a su superficie (Reyes, 2019, pág. 31). Dentro de un sistema, el sensor se encarga de filtrar la información clasificando el paso de elementos según su material, su forma, tamaño e incluso la cantidad. Su función principal es controlar, monitorear y mantener un funcionamiento óptimo en el sistema aplicado.

#### *2.1.1.2. Polea*

La polea es un elemento mecánico que cumple la función de transmitir movimiento y fuerza. Dependiendo de su diámetro, forma y como estén dispuesta en un sistema, su aplicación puede variar. En sistemas industriales, las poleas suelen emplearse en una variedad de combinaciones y arreglos para la transmisión de potencia en máquinas, como grúas, montacargas, bandas transportadoras, entre otros.

#### *2.1.1.3. Correa de transmisión*

Es el elemento encargado de la transmisión mecánica entre dos poleas, que mediante una fuerza de fricción permite la continuidad del movimiento uniéndolas en una rotación. Entre sus ventajas se dispone el bajo mantenimiento que necesita, el nivel mínimo de ruido, su capacidad para mantener una velocidad constante, su resistente a la abrasión y al óxido, así como su rentabilidad en el montaje.

#### *2.1.1.4. Cinta transportadora*

Es el elemento que cumple la función de mover materiales por un trayecto predefinido. Por lo general, es una banda flexible, que se desplaza sobre rodillos. Su aplicación varía en la industria, debido a que facilita el transporte de cargas pesadas o voluminosas, lo que aumenta la productividad y reduce los costos operativos.

#### *2.1.1.5. Motor*

Es la máquina eléctrica encargada de generar movimiento mediante la transformación de energía eléctrica en energía mecánica. Su principio de funcionamiento consta en la interacción de un campo magnético generado por la corriente eléctrica y un rotor, mismo que experimenta fuerza que lo impulsa a girar.

La aplicación de motores varía desde electrodomésticos de uso cotidiano hasta maquinaria industrial.

## **2.2. Rediseño**

El rediseño, es un proceso continuo de revisión y ajuste de un conjunto de elementos preexistentes de un equipo con el objetivo de mejorar sus características e incrementar su eficiencia, implica el cambio de cualquier acción en la alteración de un plano o lista de materiales. También, se incluye la posibilidad de añadir nuevos dispositivos, sustituir una máquina completa por una marca o tipo diferente, o reubicar la máquina (Latorre y Villa, 2021, pág. 31).

En el ámbito industrial, el rediseño involucra ajustes estéticos que mejoren la usabilidad del equipo, que pueden ser mejorar la ergonomía o la adaptación a nuevas características tecnológicas para mejorar el rendimiento del equipo o reducir costos de producción y mantenimiento del mismo. Por lo general, esta metodología se enfoca en mejorar y optimizar un sistema, mediante elementos mecánicos o electrónicos con el objetivo de renovarlo en términos de eficacia y competitividad en las cambiantes demandas del entorno actual del mercado.

### **2.2.1. Rediseño eléctrico**

El rediseño eléctrico consta de un proceso integral de volver a revisar, diseñar o modificar un plano o esquema eléctrico previo, con el objetivo de actualizar o modernizar el sistema existente que no cumple con las regulaciones o normas necesarias para garantizar la seguridad o funcionalidad del sistema (Malitaxi, 2023, pág. 3).

La modificación de un sistema eléctrico puede incluir el cambio de elementos obsoletos por la integración de nuevas tecnologías que aseguren un rendimiento eficiente y seguro del entorno que opera el equipo.

### **2.2.2. Diagnóstico eléctrico**

Se describe como la acción de encontrar y solucionar problemas en sistemas eléctricos o dispositivos electrónicos a través de inspecciones, mediciones y pruebas especializadas para determinar su estado actual. Esto se realiza con el propósito de detectar fallas o deficiencias en el funcionamiento y ofrecer sugerencias para su reparación o mejora (Malitaxi, 2023, pág. 4).

#### **2.2.2.1. Pruebas e inspecciones en sistemas eléctricos**

Habitualmente, el diagnóstico se utiliza de manera preventiva o correctiva para anticipar o corregir averías o fallas, además de prolongar la vida útil de un elemento. No obstante, para

analizar e identificar las anomalías presentes en un sistema eléctrico, se tiene las siguientes técnicas, descritas en la tabla 2-1.

**Tabla 2-1:** Pruebas e inspecciones en sistemas eléctricos.

<b>TÉCNICA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>INSPECCIÓN VISUAL:</b>	Se basa en una inspección visual detallada sobre un elemento, para encontrar anomalías o algún otro problema sobre la superficie de este. Por ejemplo, determinar si existe daño o acumulación de polvo en la superficie de algún elemento como relés o fusibles.
<b>MEDICIÓN DE VOLTAJE:</b>	Se usa un multímetro para medir el valor del voltaje paralelamente sobre un elemento del sistema, para identificar y resolver alguna anomalía sobre su funcionamiento.
<b>PRUEBA DE CONTINUIDAD:</b>	Verifica la continuidad eléctrica de los cables o conexiones, de modo que garantice la inexistencia de interrupciones o cortocircuitos en el sistema eléctrico.
<b>PRUEBA DE CARGA:</b>	Consiste en encender y detener el proceso para asegurar que todos los dispositivos que conforma el sistema cumplan con los requerimientos necesarios para su correcto funcionamiento.
<b>ANÁLISIS DE INFORMACIÓN</b>	Es el análisis y recopilación de información sobre el equipo, permite identificar patrones de fallas recurrentes o anomalías en el funcionamiento.

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

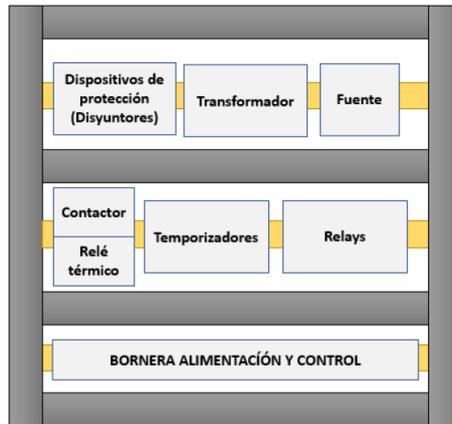
### 2.3. Tablero de control

Normalmente, los tableros de control son dispositivos diseñados para supervisar y distribuir la cantidad de energía eléctrica a los diferentes componentes en un sistema.

En un tablero de control se lleva a cabo la distribución adecuada de elementos eléctricos o mecánicos, donde es importante señalar que estos dispositivos poseen parámetros determinados, y su conexión depende de su aplicación específica, que por lo general van instalados en un solo tablero (Briceño, y Chaparro, 2020, pág. 8).

En la parte interna del tablero, la distribución de sus componentes es importante, ya que garantiza la seguridad, eficiencia y fiabilidad en su funcionamiento. La ilustración 2-1 presenta un ejemplo de una distribución adecuada de un tablero, en donde se observa que la primera fila se ubica los dispositivos de protección seguida del transformador y la fuente. La segunda fila se alberga los contactores, relé térmico, temporizadores y relays, mientras que en la tercera fila la bornera de alimentación y control.

Es relevante señalar que la distribución de los elementos en el interior del tablero varía según la aplicación específica, buscando optimizar tanto el rendimiento como la funcionalidad del sistema a implementar.



**Ilustración 2-1:** Distribución de componentes en el panel eléctrico.

**Fuente:** (Domínguez, 2020, pág. 221)

### 2.3.1. Elementos principales

#### 2.3.1.1. Conductor.

También conocido como conductor eléctrico, siendo en su totalidad fabricados de cobre y aluminio debido a su alta conductividad eléctrica. El número para utilizarse es determinado mediante un cálculo del calibre del conductor, cuyo resultado es comparado con las dimensiones que describe la tabla 2-2. Generalmente, mientras el número del cable sea más alto la sección del cable es menor.

**Tabla 2-2:** Dimensiones de los conductores eléctricos.

CALIBRE	SECCIÓN		DIÁMETRO	
	A.W.G	KCM	mm <sup>2</sup>	pulgadas
20	1022	0.5176	0.3196	0.812
18	1624	0.8232	0.04030	1.024
16	2583	1.3090	0.05082	0.291
14	4107	2.0810	0.06408	1.628
12	6530	3.3090	0.08081	2.053
10	10280	5.2610	0.1019	2.588
8	16510	8.3670	0.1285	3.264
6	26250	13.3030	0.1620	4.115
4	41740	21.1480	0.2043	5.189
3	52630	26.6700	0.2294	5.827
2	66370	33.6320	0.2576	6.543
1	83690	42.4060	0.2893	7.348
0	105500	53.4770	0.3249	8.252

**Fuente:** (Harper, 2006, pág. 30)

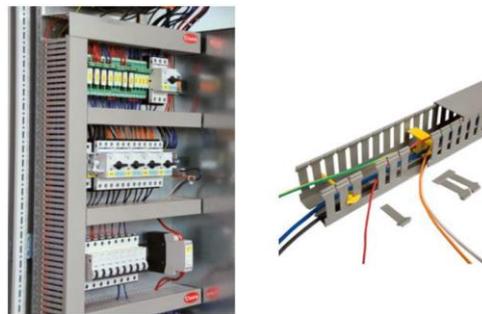
**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

Un conductor eléctrico es un material que ofrece muy poca resistencia al paso de la electricidad, éste puede ser alambre que consta de una sola hebra, o un cable de varias hebras o alambres retorcidos entre sí. (Tituaña, 2015, pág. 24)

La correcta selección del calibre del conductor es muy importante para tener un buen funcionamiento y proporcionar seguridad a los elementos que están siendo alimentados en las instalaciones, evitando anomalías en su funcionamiento.

### 2.3.1.2. Canaleta.

Son usadas para conducir los cables eléctricos, normalmente se fijan en el fondo de la placa del tablero, donde posee ranuras que permiten la distribución del cable y éstas se fijan con remaches o con tornillos (Domínguez, 2020, pág. 216).



**Ilustración 2-2:** Canaletas.

**Fuente:** (Domínguez, 2020, pág. 216)

La finalidad de las canaletas reside en mantener un orden y uniformidad de la parte cableada del sistema, tal como muestra la ilustración 2-2. Es de suma importancia que los tableros eléctricos cuenten con este elemento, para evitar el riesgo de cortocircuitos, sobrecargas u otros riesgos eléctricos asociados. Asimismo, facilita el acceso y ajuste del cable eléctrico.

En el mercado, las canaletas están disponibles en varias dimensiones, como muestra la tabla 2-3, cabe resaltar que su elección depende de su uso específico.

**Tabla 2-3:** Dimensiones de canaletas

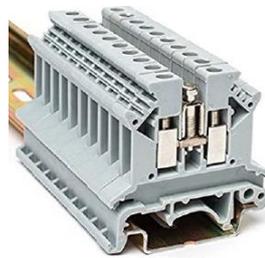
CÓDIGO	DIMENSIONES (mm)	FIJACIÓN	COLOR	ACCESORIOS		TRAMOS (mts)
				SI	NO	
P20068	25 x 20	Mecánica	Gris		X	2
P20108	25 x 25	Mecánica	Gris		X	2
P20128	25 x 40	Mecánica	Gris		X	2
P20138	25 x 60	Mecánica	Gris		X	2
P20168	40 x 25	Mecánica	Gris		X	2
P20188	40 x 60	Mecánica	Gris		X	2
P20198	60 x 40	Mecánica	Gris		X	2
P20208	60 x 60	Mecánica	Gris		X	2
-	85 x 60	Mecánica	Gris		X	2
-	120 x 60	Mecánica	Gris		X	2

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

### 2.3.1.3. Regletas o borneras.

Su función consta en enlazar dos cables a partir de un punto de conexión. Por lo general, están diseñadas para ser montadas en rieles DIN y se fabrican dependiendo del calibre del cable que se va a utilizarse. Sin embargo, el tamaño de la bornera también se elige en función de su aplicación, es decir, la de mayor tamaño son para circuito de potencia o fuerza, mientras las de menor tamaño se emplea para circuito de control (Domínguez, 2020, págs. 210-211).

Comúnmente, estos elementos se emplean con frecuencia en tableros eléctricos debido a su conexión sencilla y ordenada, lo que permite agrupar varios cables a un punto común para generar una distribución adecuada como muestra la ilustración 2-3.

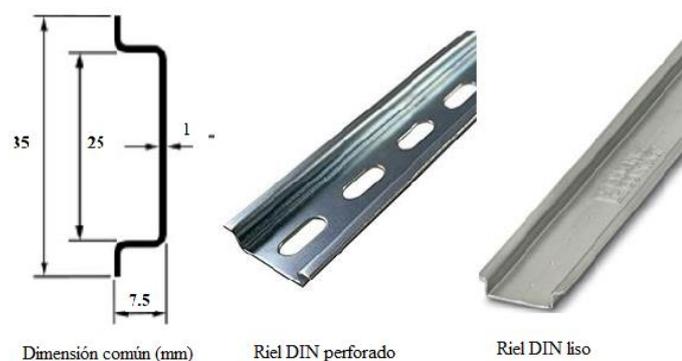


**Ilustración 2-3:** Bornera.

Fuente: (Domínguez, 2020, pág. 210)

### 2.3.1.4. Riel DIN

Ofrece un reemplazo rápido y una solución para ahorrar espacio dentro del panel, es un riel de metal comúnmente utilizado para montar dispositivos eléctricos. Por esta razón, algunos elementos se los diseñan con bases adecuadas para ser montadas en el riel DIN (Domínguez, 2020, pág. 80).

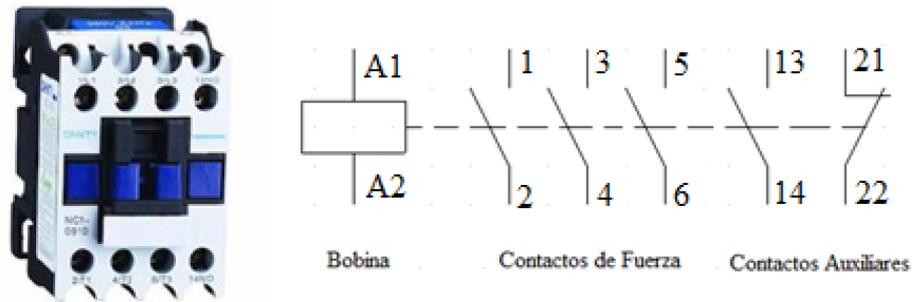


**Ilustración 2-4:** Tipos de riel DIN y dimensión común.

Fuente: (Domínguez, 2020, pág. 209)

Existen de varias dimensiones normalizadas por la organización alemana (DIN), pero la más común en el mercado es la de sección de sombrero de copa de 35 mm, además de encontrarla perforada o lisa como muestra la ilustración 2-4. Este elemento permite tener una simetría y orden en el tablero de control, además de facilitar el montaje y desmontaje de elementos.

### 2.3.1.5. Contactor



**Ilustración 2-5:** Contactor y simbología.

**Fuente:** (Domínguez, 2020, pág. 50)

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

Estos dispositivos son los encargados de abrir y cerrar circuitos, es decir son dispositivos de conmutación eléctrica, adentrándose en los circuitos eléctricos estos pueden ser usados como contactores principales comandando el encendido de motores o máquinas principales, o también son usados como contactores secundarios que mediante arreglos generan secuencias en el encendido de sistemas complejos. Están constituidos por una bobina, contactos de fuerza y contactos auxiliares, como muestra la ilustración 2-5.

Los contactores poseen categorías de servicio tanto para corriente alterna como continua descritas en la tabla 2-4 y la tabla 2-5.

**Tabla 2- 4:** Categorías de servicio AC

AC1	( $\cos \varphi \geq 0,9$ )	Cargas puramente resistivas, No para motores.
AC2	( $\cos \varphi = 0,6$ )	Motores síncronos (de anillo rozantes)
AC3	( $\cos \varphi = 0,3$ )	Motores asíncronos (rotor jaula de ardilla) desconexión motora lanzando – completando el arranque.
AC4	( $\cos \varphi = 0,3$ )	Motores asíncronos (rotor jaula de ardilla) desconexión a motor calado – paro repentino.

**Fuente:** (Ordóñez y Resabala, 2020, pág. 52)

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 2- 5:** Categorías de servicio DC

DC1	Cargas no inductivas o escasamente inductivas.
DC2	Motores de excitación en paralelo, desconexión a motor lanzado.
DC3	Motores de excitación en paralelo, desconexión a motor calado.
DC4	Motores serie, desconexión a motor lanzado.
DC5	Motores serie, desconexión a motor calado

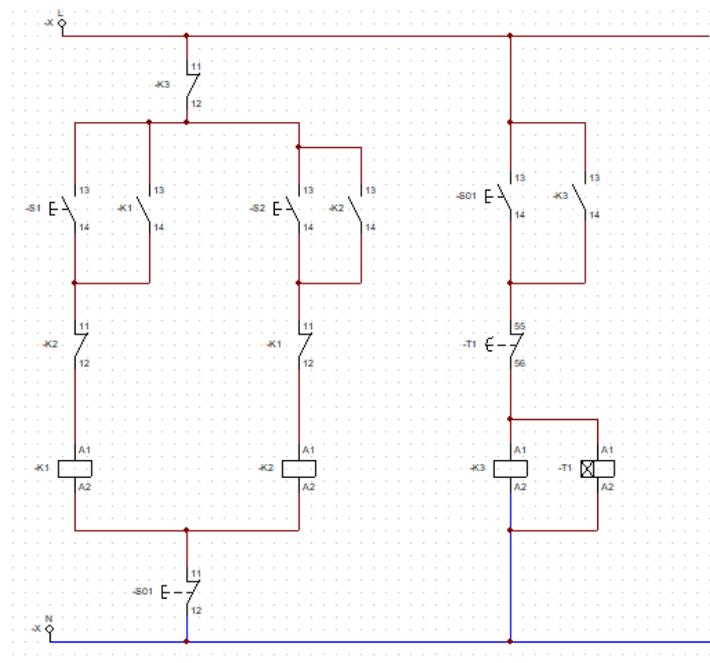
Fuente: (Ordóñez y Resabala, 2020, pág. 52)

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

### 2.3.2. Tipos de diagramas eléctricos

Dentro de la industria los diagramas eléctricos cumplen un papel fundamental siendo un mapa que permite diseñar, construir y solucionar problemas eléctricos. Para su elaboración es necesario saber leer y comprender los esquemas, además de seguir pequeñas reglas de diseño, que facilitan la creación de secuencias dentro de un sistema industrial. Entre los más importantes están los siguientes diagramas.

#### 2.3.2.1. Diagrama de control y señalización.



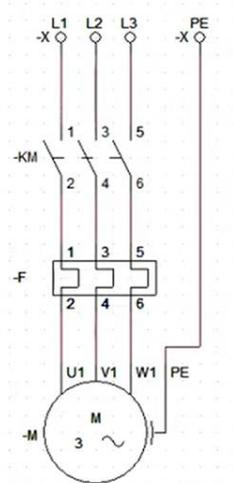
**Ilustración 2-6:** Ejemplo de diagrama de control y señalización.

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

En este tipo de esquema se muestran las acciones y el funcionamiento de la automatización sobre un motor eléctrico que es el principal elemento de la industria o de manera general, sobre un órgano receptor. Aquí se realiza la interconexión de todos los diferentes elementos de control, como muestra la ilustración 2-6 (Ordóñez y Resabala, 2020, pág. 56).

### 2.3.2.2. Diagrama de fuerza o potencia.

En el diagrama se presentan las acciones y el funcionamiento de la automatización sobre un motor eléctrico que es el principal elemento de la industria o de manera general, sobre un órgano receptor. Aquí se realiza la interconexión de todos los diferentes elementos de control, como muestra la ilustración 2-7 (Ordóñez y Resabala, 2020, pág. 56).



**Ilustración 2-7:** Ejemplo de diagrama de potencia

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

### 2.3.3. Normativa aplicable a tableros eléctricos

#### 2.3.3.1. Norma NEC-10

La Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC-10), es un conjunto de estándares que establece pautas para las instalaciones eléctricas en bajo voltaje. En el capítulo 15, denominado “Instalaciones electromecánicas”, específicamente en el apartado 15.1.6, se menciona directrices detalladas para la construcción de tableros eléctricos. Estas recomendaciones especifican la manera segura de diseñar e instalar el tablero, abordando aspectos como la elección de materiales, métodos de instalación y medidas de protección de los equipos. Asimismo, garantiza la seguridad de los operadores y la integridad del medioambiente (Cargua y Mendoza, 2021, pág. 16).

#### 2.3.3.2. IEC61439-1

La norma IEC61439-1, desarrollada por la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), establece pautas importantes para la construcción de conjuntos de maniobra y control de baja tensión. Su aplicación se enfoca en proporcionar directrices para un adecuado diseño y

conformidad reglamentaria (Cargua y Mendoza, 2021, pág. 16). Estas directrices abordan aspectos como la selección meticulosa y precauciones en el cableado entre dispositivos, así como la distribución y separación de estos elementos. Además, de proporciona una guía en la señalización de pulsadores e indicadores, como los grados de protección IP disponibles.

### 2.3.3.3. IEC60617

La norma IEC 60617, contiene un conjunto de estándares gráficos que establece una simbología internacional para la representación de componentes y conexiones en diagramas eléctricos. Su aplicación consta en brindar un lenguaje grafico uniforme y compresible, al desarrollo de los diagramas de conexión y distribución de un sistema, además de prevenir errores durante identificación del elemento.

La ilustración 2-8, muestra la simbología y designación de los elementos habituales en tableros de control.

SIMBOLOGÍA	DESIGNACIÓN	SIMBOLOGÍA	DESIGNACIÓN
	Interruptor electromecánico		Sensor inductivo de 3 hilos PNP
	Selector de 3 posiciones: posición 1 / OFF/ posición 2		Selector de 2 posiciones (con una cámara)
	Pulsador normalmente abierto		Pulsador de paro de emergencia normalmente cerrado
	Pulsador normalmente cerrado		Contacto auxiliar normalmente cerrado
	Contacto auxiliar normalmente abierto		Contactos de fuerza en un contactor 120 V
	Bobina		Lámpara de señalización
	Contactor electromecánico 120V		Relé electromecánico 24V (4 contactos auxiliares)
	Relé electromecánico 24V (8 contactos auxiliares)		Motor 110 V (2 polos)
	Bornera		FUENTE DE PODER AC/DC 5A 24VDC
	Autómata Programable		Bloque de borneras

**Ilustración 2-8:** Simbología y designación de elementos

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

## 2.4. Control por cableado electromecánico

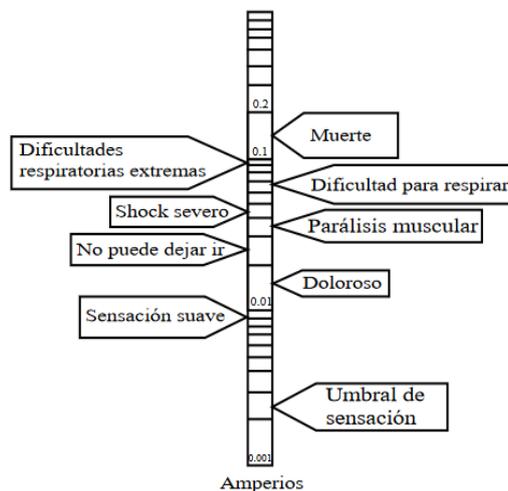
### 2.4.1. Definición de la lógica de control

Para comandar un sistema de máquinas o dispositivos eléctricos se necesita un conjunto de cableado, elementos eléctricos, elementos mecánicos, protecciones, entre otros, que tiene por objetivo el activar y desactivar el paso de corriente de manera controlada para su correcto funcionamiento.

### 2.4.2. Riesgo eléctrico

Son riesgos derivados del flujo de corriente eléctrica de un sistema, instalación, dispositivos o maquinaria eléctrica, al entrar en contacto con el cuerpo humano genera lesiones o daños irreversibles que varían según factores como; la tensión, la intensidad de corriente, la frecuencia, la resistencia y el tiempo de exposición del cuerpo (Arias y Cepeda, 2023, pág. 11). En la ilustración 2-9, muestra los efectos fisiológicos que genera el cuerpo humano al estar en contacto directo con un amperaje determinado.

Cabe resaltar, que la mayoría de riesgos eléctricos en tablero, es por la falta de capacitación del personal que opera el equipo.



**Ilustración 2-9:** Efectos fisiológicos de la corriente

Fuente: (Arias y Cepeda, 2023, pág. 11)

### 2.4.3. Seguridad eléctrica

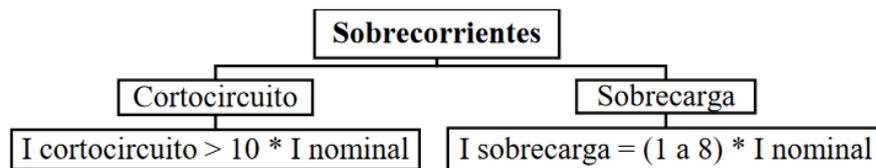
Es el conjunto de prácticas que ayuda a los trabajadores a mitigar accidentes relacionados con la

electricidad. Habitualmente, la seguridad, no solo abarca la protección del espacio físico o a las personas, sino también al cuidado y preservación de las instalaciones e equipos conectada a éstas, con el fin de reducir lecciones o incidentes en los operarios (Arias y Cepeda, 2023, pág. 12).

En un entorno laboral, las circunstancias que pueden dar lugar a este tipo de problema, es el contacto con cables eléctricos, la utilización de equipos en mal estado y la manipulación inapropiada de las instalaciones o maquinaria. Por lo tanto, resulta esencial aplicar medidas de seguridad para evitar lesiones o incidentes, tales como el uso de los equipos de protección individual, la capacitación del personal, y la señalización adecuada de zonas de riesgo.

#### 2.4.4. Protecciones eléctricas

Son dispositivos de maniobra que ayuda a salvaguardar la integridad y funcionalidad de las instalaciones eléctricas. Cada elemento de protección está diseñado para un tipo específico de sobrecorriente que varía acorde de la aplicación. En la ilustración 2-10, detalla los tipos de sobrecorrientes acorde al aumento de intensidad nominal.



**Ilustración 2-10:** Tipos de sobrecorrientes

**Fuente:** (Arias y Cepeda, 2023, pág. 11)

Un claro ejemplo de protección contra cortocircuito lo representa el fusible, y para hacer frente a sobrecargas o cortocircuitos se utiliza el interruptor automático (breaker).

##### 2.4.4.1. Interruptor automático

Es un dispositivo de protección eléctrica que interrumpe el flujo de corriente del circuito cuando detecta una sobrecarga o cortocircuito. Su principal función consta en prevenir daños en los dispositivos eléctricos causados por corrientes excesivas.

##### 2.4.4.2. Fusible

Es un dispositivo de protección eléctrica diseñado para interrumpir el flujo de corriente cuando sobrepasa el límite nominal establecido. Habitualmente, cuando la corriente supera el umbral, el

conductor se calienta y funde, desconectando la red eléctrica y evitando daño a los elementos del sistema.

## **2.5. Control por comando de un autómata programable**

Por su versatilidad y control de parámetros en la integración de sistemas industriales son ampliamente aplicables en la automatización para optimizar de manera segura y eficiente la gestión de procesos cambiantes.

### **2.5.1. Autómata programable.**

Es utilizado para tareas de mando simple, como una solución económica, flexible y fácil de utilizar, por su construcción es usado de manera universal, en residencias o en industrias, presenta una completa gama de módulos lógicos básicos, que ayudan a implementar una gran cantidad de soluciones de automatización básicas (Yuquilema y Rodríguez, 2019, pág. 15).

Al hablar de los tipos de autómatas programables existentes estos varían de acuerdo al voltaje de alimentación y el tipo de corriente a suministrarse, ya sea en corriente continua (CD), o corriente alterna (AC). En su estructura, este posee 2 terminales de alimentación, un bloque de 8 entradas, y otro de 4 salidas.

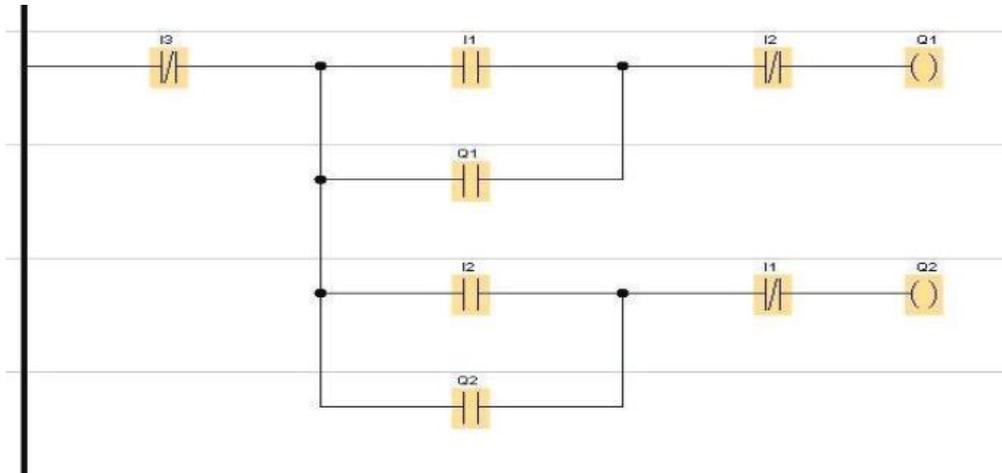
### **2.5.2. Descripción de la lógica programable**

### **2.5.3. Programación.**

La programación de un autómata programable se base en un lenguaje conocido como Ladder. Este lenguaje es básicamente un esquema gráfico utilizado en los autómatas programables, que toma como base los elementos presentes en un diagrama básico de control industrial. Utiliza contactos, ya sean abiertos o cerrados, las bobinas y varias técnicas más completas que se emplea en un PLC. Con esta base, nos introducimos al lenguaje LD (Lenguaje Ladder), o KOP (esquema de contactos), que sigue el mismo principio, pero con menos elementos, y una simbología especial.

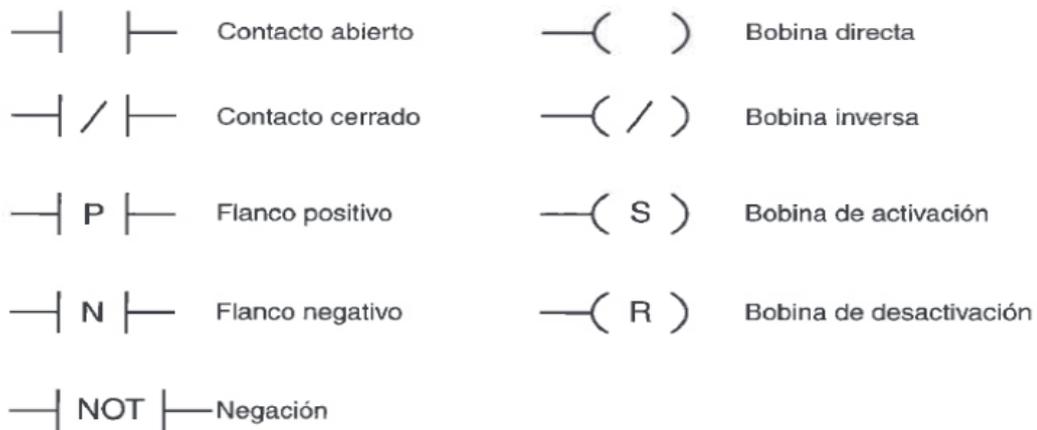
El lenguaje que se utiliza es el lenguaje de contactos (LD o KOP) como muestra la ilustración 2-11, esta es similar a los esquemas eléctricos, además de estar complementado con las reglas de los circuitos de conmutación con la diferencia de que algunos símbolos básicos necesarios son diferentes en este lenguaje (Caticuago y Perugachi, 2019, págs. 34-35).

El lenguaje que se muestra en la ilustración 2-11 es similar a un diagrama de control, pero girado 90 grados, el principio es el mismo, con la adición de la simbología mostrada en la ilustración 2-12, y los nombres a designarse en los elementos depende de cómo se hizo la programación previa que satisface las necesidades del sistema.



**Ilustración 2-11:** Ejemplo de programación LD o KOP.

**Fuente:** (Caticuago y Perugachi, 2019, pág. 34)



**Ilustración 2-12:** Simbología del lenguaje LD o KOP.

**Fuente:** (Caticuago y Perugachi, 2019, pág. 35)

## 2.6. Simulación

La simulación es una herramienta que involucra la modelación de sistemas con características reales, permitiendo al usuario analizar el comportamiento y prever los resultados de experimentos o prácticas sin comprometer la seguridad o recursos de la empresa. Su utilidad se refleja en la optimización de procesos y la fácil toma de decisiones e identificación de posibles mejoras en los

sistemas. En el ámbito industrial, la simulación desempeña un papel esencial al ofrecer una representación virtual precisa de las operaciones de un proceso.

### **2.6.1. Simulación eléctrica**

La simulación eléctrica se define como la herramienta que posibilita la modelación y evaluación de un esquema eléctrico que incluye un análisis total de los riesgos y posibles anomalías antes de su implementación práctica. Normalmente, es un software ampliamente empleado, que desempeñan la función de prever posibles inconvenientes en sistemas eléctricos, optimiza el rendimiento y reduce los costos asociados al diseño. Para la simulación de un circuito de control y potencia se utiliza el “CADESIMU”, un software de uso libre.

#### **2.6.1.1. Falla eléctrica**

Es la interrupción temporal o definitiva de un sistema eléctrico, que ocasiona una perturbación en el funcionamiento de los dispositivos. La gravedad del fallo varía desde la pérdida de energía hasta posibles daños irreversibles en los elementos del sistema. Sus efectos pueden ocasionar lesiones e incidentes al operario. Habitualmente, estas anomalías suelen ser causadas por eventos como cortocircuitos, sobrecargas, caídas de tensión, problemas en los componentes eléctricos o desconexiones inesperadas en un sistema eléctrico (Pérez et al, 2019, págs. 58-61)

#### **2.6.1.2. Simulación de falla eléctrica**

Es un proceso que consta en recrear o diseñar escenarios hipotéticos de fallas de un sistema eléctrico, con el objetivo de analizar y comprender las situaciones reales en un entorno controlado que imite las condiciones reales como, desconexiones, sobrecargas, cortocircuitos, entre otras.

La simulación de fallas es una herramienta indispensable en la educación y planificación de sistemas de energías ya que permite la mejora y evaluación de la respuesta de sistemas eléctricos ante situaciones de emergencia y seguridad. Asimismo, asegura el rendimiento de los diferentes dispositivos eléctricos involucrados en el proceso.

### **2.6.2. Simulación en procesos de programación**

Implica el uso de entornos virtuales que ayuda a simular y evaluar el comportamiento de representaciones computacionales. Por lo general, pronostica el rendimiento, identifica posibles errores y optimiza la eficiencia del código antes de la implementación a un sistema real.

### 2.6.2.1. Fallas en la programación

Son comúnmente referidos como “bugs” y suelen indicar imperfecciones o fallos en el código fuente de un programa durante la ejecución. Las fallas más comunes se describen en la tabla 2-6:

**Tabla 2-6:** Fallas en la programación.

<b>TIPO DE FALLA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>FALLAS EN LA SINTAXIS</b>	Sucedecuando el código no se ajusta a la gramática y a las reglas del lenguaje de programación establecidas. Este problema no solo afecta a la ejecución del programa, sino que también puede dar resultados inesperados en el funcionamiento.
<b>FALLAS LÓGICAS</b>	Surge como consecuencia de una lógica incorrecta al momento de diseñar e implementar el código. Habitualmente, conduce a un comportamiento imprevisto en el programa, de modo que afecta la funcionalidad del sistema.
<b>FALLAS DE CONCEPTO O DISEÑO:</b>	Son problemas asociados a las decisiones equivocadas durante la planificación y diseño del programa. Normalmente, estas fallas tienen un impacto significativo en la estructura y el funcionamiento del sistema a implementar.

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

## 2.7. Teoría de fallas

Se describe como una metodología sistemática para comprender y predecir el comportamiento de sistemas, componentes o procesos en función de los modos de fallas que surgen a lo largo de su ciclo de vida. Este método sirve para evaluar y gestionar riesgos, para mejorar la confiabilidad, disponibilidad y evitar problemas no deseados que garantizan un funcionamiento eficiente y seguro de un equipo.

### 2.7.1. Función requerida

Según la norma UNE-EN 13306, la función requerida se define como función, combinación de funciones o la suma total de funciones que posee un elemento y considera esenciales para cumplir con un requisito específico (UNE-EN 13306, 2018, pág. 7). Normalmente, una función requerida cumple con una tarea en la que se diseñó o destinaron a cumplir.

### 2.7.2. Falla

Según la norma UNE-EN 13306, falla se define como la pérdida de la capacidad que posee un elemento para llevar a cabo de manera satisfactoria una función requerida (UNE-EN 13306, 2018, pág. 13). Regularmente, es la antifunción de un elemento que impide la ejecución de la función requerida.

### **2.7.3. *Modo de falla***

Modo de falla se define como la manera o suceso en la que ocurre el fallo de un elemento en realizar la función requerida (UNE-EN 13306, 2018, pág. 17). Los modos de fallas describen de forma específica de cómo se originó la falla en el elemento.

### **2.7.4. *Mecanismo de falla***

Es el proceso o conjunto de procesos de naturaleza física, química u otros que poseen la capacidad de ocasionar o han ocasionado un fallo (UNE-EN 13306, 2018, pág. 14). Son fenómenos que afectan de forma negativa a la integridad o funcionalidad del sistema, de forma que son cruciales de identificar y comprender ya que permite la evolución e implementación de estrategias que aseguren la fiabilidad y durabilidad de los elementos involucrados.

### **2.7.5. *Causa de falla***

Situaciones ocurridas durante la especificación, diseño, fabricación, instalación, uso o mantenimiento que genera el fallo (UNE-EN 13306, 2018, pág. 13). Las causas de fallos son factores negativos que se manifiestan de forma imprevista en la fase de ciclo de vida de un sistema, que puede contribuir de forma directa o indirecta al mal funcionamiento o a la incapacidad de cumplir con los requerimientos establecidos.

## **2.8. *Proceso de elaboración de un manual de operación y mantenimiento***

La elaboración del manual de operación y mantenimiento demanda la recopilación de datos que abarca inventarios, registro del histórico de fallas y la experiencia acumulada de los operarios. Esta información se emplea para describir de forma clara los procedimientos a seguir, las directrices de seguridad, las medidas a adoptar en caso de fallas y las tareas de mantenimiento a ejecutar que deben llevarse a cabo.

El propósito de crear manuales es asegurar que el operario tenga una guía integral que permita ejecutar las tareas de mantenimiento y operación de forma efectiva y segura, misma que servirá como herramienta esencial para optimizar el rendimiento y prolongación de la vida útil del módulo (Cargua y Mendoza, 2021, pág. 25).

## CAPÍTULO III

### 3. MODIFICACIÓN DEL MÓDULO PARA LA SIMULACIÓN DE FALLAS ELECTROMECAÑICAS Y DE PROGRAMACIÓN.

El presente capítulo, establece las condiciones específicas para la generación y simulación de fallas físicas y eléctricas de programación del sistema de control del módulo de banda transportadora en el Laboratorio de Mantenimiento Correctivo. Se establece los diversos esquemas eléctricos y se seleccionan los elementos para adaptar física y eléctricamente el sistema de control del módulo en dos sistemas: uno electromecánico y otro automático. Además, describir el montaje y cableado eléctrico del sistemas.

#### 3.1. Módulo de banda transportadora

La ilustración 3-1, muestra el módulo de banda transportadora, diseñado para simular un proceso de transporte de materiales a lo largo de dos trayectorias preestablecidas. Consta de dos sistemas fundamentales: primero, el tablero de control, responsable de gestionar y regular la distribución de energía eléctrica hacia los motores y sensores del sistema; segundo, el sistema de cinta transportadora accionado por bandas y poleas, encargado de mover el material a lo largo del trayecto predefinido.



**Ilustración 3-1:** Módulo de banda transportadora

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

Es importante mencionar, que el módulo de banda transportadora no se utiliza en la realización de prácticas de laboratorio debido a su incapacidad para cumplir con requisitos específicos y carece de capacidades en el desarrollo académico.

### 3.1.1. Descripción de funcionamiento del módulo

El sistema opera en dos modalidades: en modo manual, se activa mediante sensores inductivos que encienden a los motores de manera secuencial. En el modo automático, los motores se activan de manera continua, permitiendo que el sistema funcione en su totalidad.

Para su activación correspondiente, el tablero de control cuenta con dos pulsantes, como muestra la ilustración 3-2. Al pulsar P1, se activa la forma manual, mientras que al pulsar P2 se enciende el modo automático.



**Ilustración 3-2:** Tablero de control inicial

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

#### 3.1.1.1. Modalidad manual

Como muestra la ilustración 3-3, al activar la modalidad manual, los 3 sensores inductivos, coordinan el encendido y apagado secuencial de los motores 1 y 2.



**Ilustración 3-3:** Encendido por modalidad automática

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

El proceso comienza al pulsar P1, que energiza el sistema. Cuando el sensor 1 detecta la pieza, activa el motor 1, iniciando el transporte de la pieza en el primer trayecto de la cinta. Al llegar al sensor 2, la pieza detectada apaga el motor 1 y activa el motor 2, trasladando la pieza por el segundo trayecto. Al alcanzar el final, el sensor 3, apaga el motor 2 y reinicia el sistema, repitiendo la secuencia desde el principio.

### 3.1.1.2. Modalidad automática

Al pulsar P2, se activa la modalidad automática, produciendo un encendido total del sistema, donde los motores 1 y 2 se encienden simultáneamente, sin un control segmentado.

## 3.2. Análisis del módulo de banda transportadora

Al iniciar el análisis del módulo de banda transportadora, resulta pertinente la evaluación y comprensión de la información disponible del equipo. Este procedimiento se llevó a cabo, con entrevistas hacia los técnicos de laboratorio, así como la revisión de manuales, planos y registros de repuestos. Estas acciones se resumen en la tabla 3-1, proporciona una visión general del estado de operatividad del módulo.

**Tabla 3-1:** Estado de operatividad del módulo de banda transportadora

	ESTADO DE OPERATIVIDAD					
	ESPOCH-FACULTAD DE MECÁNICA					
	LABORATORIO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO					
<b>Equipo</b>	Módulo de banda transportadora.					
<b>Función</b>	Transportar materiales a lo largo de una trayectoria predeterminada.					
<b>Estado del bien</b>	Inactiva	<b>Año de adquisición</b>			2014	
<b>Voltaje de operación</b>	24VDC	<b>Voltaje de alimentación</b>			110VAC	
<b>Ubicación</b>	Laboratorio de Mantenimiento Correctivo					
<b>Información</b>	<b>Manual</b>		<b>Diagramas y planos</b>		<b>Repuesto</b>	
	<b>Si</b>		<b>Si</b>	X	<b>Si</b>	
	<b>No</b>	X	<b>No</b>		<b>No</b>	X
<b>OBSERVACIÓN</b>	El tablero de control eléctrico contiene cables desordenados y elementos no identificados, dificulta el mantenimiento y diagnóstico. Esta situación incrementa el riesgo para la seguridad y operatividad del sistema.					
	La secuencia de funcionamiento se desarrolla sin inconvenientes aparentes: no obstante, se observa una demora en la reacción de los sensores 2 y 3. Además, se identifica elementos en mal estado.					

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

El anexo A, denominado “Diagramas iniciales del módulo de banda transportadora”, se encuentran los respectivos esquemas iniciales del sistema de control y potencias obtenidos durante el análisis.

### 3.2.1. Evaluación del estado inicial

En función a la temática a desarrollar, se llevó a cabo la identificación de cada elemento existente del módulo, con el objetivo de preservar la integridad física y operativa para su posterior implementación. La tabla 3-2, muestra la identificación de los elementos a reutilizar.

**Tabla 3-2:** Identificación de elementos a reutilizar

CANTIDAD	ELEMENTO
2 unidades	Motor eléctrico de 110VAC
4 unidades	Correa de caucho
3 unidad	Sensor inductivo de 12 a 24 VCD
4 unidades	Rodillo
4 unidades	Poleas de aluminio
1 unidad	Estructura de soporte
2 unidades	Cinta transportadora
6 unidades	Relé electromecánico de 24 VDC
1 unidad	Interruptor automático de 1 Polo

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-3:** Características técnicas de elementos.

	<b>Elemento</b>	Relé electromecánico	
	<b>Tensión de control</b>	24VCD	
	<b>Marca</b>	SCHNEIDER ELECTRIC	
	<b>Carga nominal resistiva</b>	6A en 250VAC	
	<b>Normativa aplicable</b>	IEC 61810-1	
	<b>Elemento</b>	Interruptor automático	
	<b>Número de polos</b>	1 Polo	
	<b>Marca</b>	SCHNEIDER ELECTRIC	
	<b>Corriente nominal</b>	2A	
	<b>Grado de protección</b>	IP 20 acorde a la norma IEC 60529	
	<b>Tipo de red</b>	CA o CC	
	<b>Elemento</b>	Motor eléctrico en AC	
	<b>Modelo</b>	TM-1992A	
	<b>Marca</b>	<b>Voltaje</b>	<b>Intensidad</b>
	OGIHARA	110V	0,9A
	<b>Potencia</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Polos</b>
	100W	60Hz	2
	<b>Elemento</b>	Sensor inductivo	
<b>Distancia de operación</b>	4mm		
<b>Tipo de salida</b>	<b>Material de detección</b>		
PNP	Piezas metálicas		
<b>Voltaje de operación</b>	1 -24VDC		
<b>Corriente nominal</b>	150mA		

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

Definidos los elementos correspondientes del módulo, se determinan sus características técnicas,

en especialmente de los motores, relés electromecánicos, sensores inductivos y el interruptor automático. La tabla 3-3, muestra los datos técnicos más genéricos de los elementos.

### 3.2.1.1. Pruebas preliminares

La tabla 3-4, muestra un análisis minucioso de las condiciones de cada elemento, así como las pruebas preliminares aplicadas para determinar su estado técnico actual. Su finalidad consta en identificar posibles deficiencias y decidir si es necesario sustituir o reparar el elemento.

**Tabla 3-4:** Evaluación del estado actual de los elementos del módulo

	EVALUACIÓN DEL ESTADO TÉCNICO INICIAL								
	ESPOCH-FACULTAD DE MECÁNICA								
	LABORATORIO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO								
SISTEMA DE BANDA TRANSPORTADORA									
ELEMENTO	PRUEBA APLICADA			ESTADO TÉCNICO				OBSERVACIÓN	ACCIÓN A TOMAR
	INSPECCIÓN VISUAL	MEDICIÓN DE VOLTAJE	PRUEBA DE CARGA	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO		
Interruptor automático		X	X	X					
Relé electromecánico 1		X	X	X					
Relé electromecánico 2		X	X	X					
Relé electromecánico 3		X	X	X					
Relé electromecánico 4		X	X	X					
Relé electromecánico 5		X	X	X					
Relé electromecánico 6		X	X	X					
Sensor inductivo 1		X	X	X					
Sensor inductivo 2		X	X			X		No sensa la pieza	Sustitución
Sensor inductivo 3		X	X			X		No sensa la pieza	Sustitución
Motor 1		X	X	X					
Motor 2		X	X	X					
Corea de transmisión	X					X		Presenta fisuras	Sustitución
Cinta transportadora	X				X			Superficie sucia	Limpieza
Rodillos	X				X			Superficie sucia	Limpieza
Poleas	X				X			Superficie sucia	Limpieza
Infraestructura	X				X			Superficie sucia	Limpieza
<b>CONCLUSIÓN</b>	Esta evaluación señala que la mayoría de los elementos se encuentran en perfecto estado. Sin embargo, los elementos que están en mal estado deben ser sustituidos por otros elementos con características técnicas idénticas, tanto para las correas de transmisión y los sensores inductivos 2 y 3.								

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

### 3.3. Propuesta en la modificación del sistema de control

Al analizar los parámetros técnicos y físicos del módulo, especialmente el tablero de control, se identificó insuficiencias en su metodología de enseñanza. Por ello, se reconstruye el sistema de control a una funcionalidad más didáctica y alineada a los desafíos industriales relacionados con el diagnóstico y resolución de fallas físicas y eléctricas de programación.

Para la modificación respectiva, se dividió el sistema de control en dos unidades funcionales: el tablero de control electromecánico y el tablero de control automático. Cada sistema, presenta un conjunto específico de fallas.

La parte electromecánica simula fallas eléctricas producidas mediante la instalación de selectores de dos posiciones entre las conexiones específicas para interrumpir el flujo de corriente del circuito. Por otro lado, la parte automática, se emplea un autómatas programable, donde las fallas comprenden errores en la lógica de control. La tabla 3-5, describe las fallas diseñadas.

**Tabla 3-5:** Fallas a simular en los tableros de control

 <b>FALLAS A SIMULAR EN LOS TABLEROS DE CONTROL</b> <b>ESPOCH-FACULTAD DE MECÁNICA</b> <b>LABORATORIO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO</b>				
<b>FALLAS DISEÑADAS</b>				
<b>TABLERO ELECTROMECAÍNICO</b>	<b>SELECTOR</b>	<b>ELEMENTO</b>	<b>DESIGNACIÓN</b>	<b>FALLA</b>
	<b>1</b>	Relé electromecánico 2	K2	Bobina quemada
	<b>2</b>	Relé electromecánico 3	K3	Bobina quemada
	<b>3</b>	Interruptor automático	QA1	Bobina quemada
	<b>4</b>	Sensor 1	SP1	Sensor quemado
	<b>5</b>	Sensor 2	SP2	Sensor quemado
	<b>6</b>	Sensor 3	SP3	Sensor quemado
	<b>7</b>	Lámpara de señalización	H2	Luz piloto quemada
	<b>8</b>	Relé electromecánico 2	K2	Contacto soldado
<b>TABLERO AUTOMÁTICO</b>	<b>FALLA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>		
	<b>1</b>	Fallo en la secuencia de los motores, manifestándose mediante su encendido de manera intercambiada		
	<b>2</b>	Fallo en el accionamiento de los pulsantes manual (S1) y automático (S2), además de que el pulsador de emergencia (S02) no cumple con su función debido a su omisión en el esquema.		
	<b>3</b>	Falla en el accionamiento de los sensores, evidenciándose cuando el sensor 2 (SP2) cumple la acción prevista del sensor 1 (SP1)		
	<b>4</b>	Fallo en el pulsante de paro (S02), ejecutando la función asignada originalmente al pulsante de encendido automático (S2)		

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

La tabla 3-6, describe las fallas generadas en el sistema electromecánico.

**Tabla 3-6:** Análisis de fallas eléctricas a simular

	ANÁLISIS DE FALLAS ELÉCTRICAS A SIMULAR				Responsable:		Técnico de laboratorio	
					Área:		Mantenimiento Correctivo	
					Elaborado por:		Chávez Brayan y Quispillo Brayan	
ELEMENTO	FUNCIÓN REQUERIDA		FALLA FUNCIONAL		MODO DE FALLA		MECANISMO DE FALLA	CAUSA DE FALLA
Relé electromecánico	1	Regular el flujo de corriente hacia la apertura o cierre del circuito.	A	No regula el flujo de corriente hacia la apertura o cierre del circuito.	1	Bobina quemada	Sobrecalentamiento continuo de la bobina debido a corrientes excesivas.	Sobrecarga Instalación incorrecta. Corto circuito o mal diseño del sistema eléctrico
Interruptor automático	1	Proteger el circuito contra sobrecorrientes mayores de 1A.	A	No protege el circuito contra sobrecorrientes	1	Bobina quemada	Interrupción en el circuito de la bobina.	Conexiones sueltas
Motor	1	Convertir la energía eléctrica suministrada con una eficiencia de 100W.	A	No convierte la energía eléctrica suministrada con una eficiencia de al menos 100W.	1	Motor quemado	Aumento de temperaturas excesivas debido a resistencia internas	Falta de disipación de calor.
Sensor inductivo	1	Sensar piezas metálicas en un rango de 4mm.	A	No sensa piezas metálicas en un rango de 4mm.	1	Sensor quemado	Desgaste o mal funcionamiento para detectar piezas metálicas.	Limpieza incorrecta en la superficie del sensor
Luz de señalización	1	Indicar el encendido o apagado del circuito	A	No indica el encendido o apagado del circuito	1	Luz de señalización quemada	Sobrecarga en la bombilla por corrientes elevadas	Cortocircuito Conexiones flojas

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

### **3.4. Diseño de diagramas eléctricos**

Empleado la descripción inicial de funcionamiento del módulo, se rediseñó el circuito electromecánico y se añadió el diagrama de automatización, teniendo en cuenta las fallas planteadas de la tabla 3-5. Estos dos sistemas controlan el mismo proceso.

Es importante mencionar que para su elaboración se empleó el uso del software CADESIMU, para su diseño y distribución de elementos.

#### **3.4.1. Diseño del circuito electromecánico**

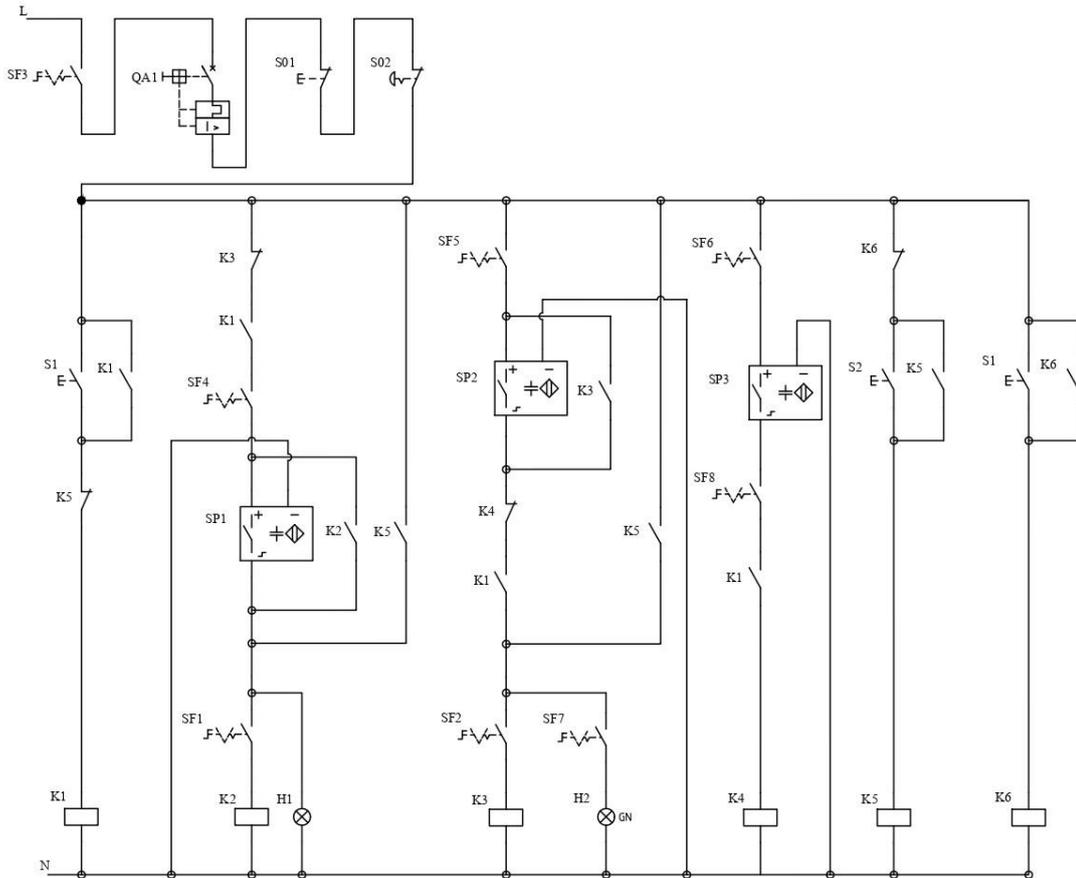
Consta en dos diagramas, el circuito de control y el circuito de potencia, ambos elaborados mediante la simbología y designación mostrada en la ilustración 2-8.

##### **3.4.1.1. Diagrama de circuito de control**

La ilustración 3-4, presenta el diagrama de control a 24VDC con todos sus elementos. Su funcionalidad es la siguiente:

El interruptor automático (QA1) es el encargado de energizar todo el sistema, mientras que los 8 selectores de 2 posiciones (SF1, SF2, SF3, SF3, SF4, SF5, SF6, SF7 y SF8), permiten la simulación de 8 fallas eléctricas. Al pulsar el pulsante de arranque (S1) este activa la bobina relé electromecánico 1 (K1), y todos sus contactos auxiliares cambian de posición, esto permite que al activar el sensor inductivo 1 (SP1) se alimente la bobina del relé electromecánico 2 (K2), provocando que todos sus contactos auxiliares cambien de posición y se encienda la lámpara de señalización (H1), luego al activar el sensor inductivo 2 (SP2) este permite la alimentación de la bobina del relé electromecánico 3 (K3) provocando que todos sus contactos auxiliares cambien de posición donde uno de ellos corta la alimentación de K2, al activarse el sensor inductivo 3 (SP3) este alimenta la bobina K3 provocando que todos sus contactos auxiliares cambien de posición provocando el apagado de la bobina K2, con ayuda del pulsante de paro (S01) o el paro de emergencia (S02), se puede detener el funcionamiento del circuito en cualquier punto.

Cuando se activa el pulsante de arranque (S2), produce la energización simultánea de las bobinas K2 y K3. Para detener su operación, se utiliza cualquier de los dos pulsantes designados como S01 o S02.

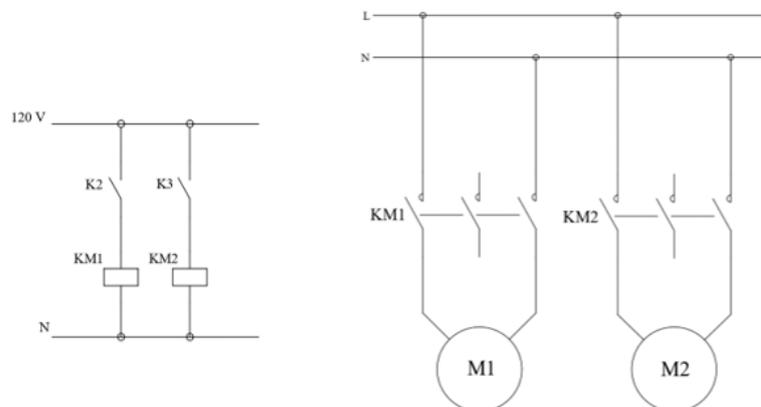


**Ilustración 3-4:** Diagrama de control del circuito electromecánico.

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

### 3.4.1.2. Diagrama de circuito de potencia

Para completar el diagrama de potencia se dividió en dos partes, como muestra la ilustración 3-5. A la izquierda está un diagrama conectado a 120V donde se usa un contacto auxiliar en 2 relés electromecánicos (K2 y K3), usados como interruptores para alimentar las bobinas del contactor KM1 y KM2.



**Ilustración 3-5:** Diagrama de potencia del circuito electromecánico.

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

Al lado izquierdo de la ilustración 3-5, muestra la conexión de los motores mediante los contactores previamente alimentados por el sistema, produciendo el encendido de los mismos.

Cabe resaltar, que el arreglo del sistema de control trabaja a 24VDC, mientras que los motores necesitan una alimentación de 120 VAC, por ende, los contactores deben ser de ese voltaje.

### 3.4.2. *Diseño del diagrama de automatización*

Esta sección se enfoca en simular fallas asociadas con errores lógicos y de programación que podrían afectar la operatividad del sistema. Se emplea un autómatas programable, y se utiliza 7 de las 8 entradas para distribuir la conexión de los pulsantes y sensores como muestra la tabla 3-7.

**Tabla 3-7:** Elementos conectados en las entradas del autómatas programable.

<b>CONEXIÓN DE LAS ENTRADAS DEL AUTÓMATA PROGRAMABLE</b>	
<b>ENTRADAS</b>	<b>ELEMENTO CONECTADO</b>
Entrada 1 (I1)	Pulsador NO (Manual)
Entrada 2 (I2)	Pulsador NO (Automático)
Entrada 3 (I3)	Pulsador NO (Paro)
Entrada 4 (I4)	Sensor PNP inductivo (Sensor A)
Entrada 5 (I5)	Sensor PNP inductivo (Sensor B)
Entrada 6 (I6)	Sensor PNP inductivo (Sensor C)
Entrada 7 (I7)	Pulsador paro de emergencia NO
Entrada 8 (I8)	Libre

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

El autómatas programable posee 4 salidas, y se emplea 2, están conectadas a las bobinas de relés indicadas en la tabla 3-8.

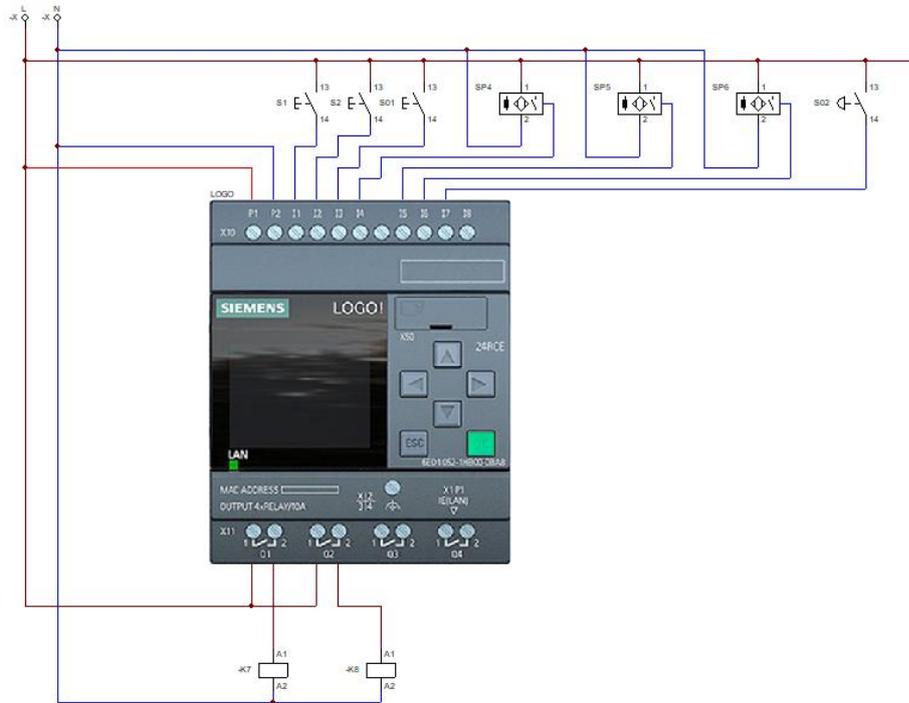
**Tabla 3-8:** Elementos conectados en las salidas del autómatas programable.

<b>CONEXIÓN DE LAS SALIDAS DEL AUTÓMATA PROGRAMABLE</b>	
<b>SALIDAS</b>	<b>ELEMENTO CONECTADO</b>
Salida 1 (Q1)	Bobina del relé electromecánico (K7)
Salida 2 (Q2)	Bobina del relé electromecánico (K8)
Salida 3 (Q3)	Libre
Salida 4 (Q4)	Libre

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

En el desarrollo de los esquemas para establecer las conexiones descritas de las tablas 3-7 y 3-8, resulta crucial verificar con precisión como se conecta la fuente de alimentación del autómatas programable y la disposición correcta de los elementos. La ilustración 3-6, muestra la representación gráfica de la secuencia y disposición exacta de los elementos, facilitando la implementación precisa y eficiente del sistema.

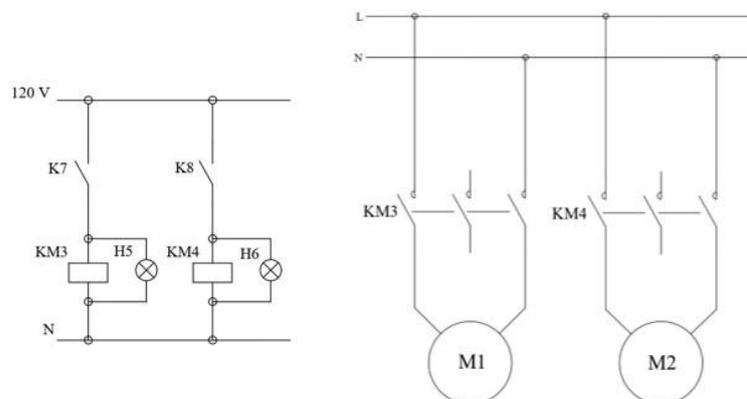
Este enfoque garantiza el correcto funcionamiento y conexión de los diversos elementos con el autómata programable dentro del contexto de operación del sistema a desarrollar, una parte importante a constatar es el modo de conexión de los sensores de 3 hilos PNP de tipo inductivo que tienen una conexión especial, para su alimentación y la señal a enviarse.



**Ilustración 3-6:** Diagrama de automatización

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

La ilustración 3-6, muestra la utilización de dos relés electromecánicos de 24VDC, conectados directamente a la salida Q1 y Q2 del autómata programable, para comandar los motores del sistema se necesita que estos sean alimentados con 120V. Se emplea dos contactores, que genera un cambio en el diagrama de potencia.



**Ilustración 3-7:** Diagrama de potencia del circuito de automatización

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

La ilustración 3-7, muestra el cambio del sistema de potencia aplicado al autómata programable que comandan a los motores M1 y M2.

### **3.5. Modelación de tableros**

Mediante un software de diseño asistido por computadora (SOLIDWORKS), se llevó a cabo la modelación y distribución de los elementos de los tableros de control electromecánico y automático del módulo de banda transportadora.

El anexo B, denominado “Planos del módulo de banda transportadora”, se detalla la disposición de cada elemento modelado en los dos sistemas.

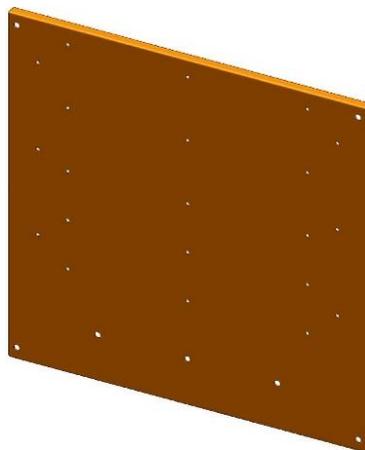
#### **3.5.1. Especificaciones en el diseño del tablero**

Mediante los diagramas eléctricos predefinidos, se procedió a modelar y distribuir los componentes sobre el tablero. En este caso, se ha optado por un diseño abierto, presidiendo de un gabinete. La elección se realiza para dar flexibilidad a posibles modificaciones futuras y facilitar la identificación de los elementos.

#### **3.5.2. Tablero electromecánico**

Para su diseño correspondiente, primero se modela el plafón, seguido del gabinete y el omega para el resguardo y montaje de los selectores de dos posiciones.

##### **3.5.2.1. Plafón**



**Ilustración 3-8:** Modelado de plafón electromecánico

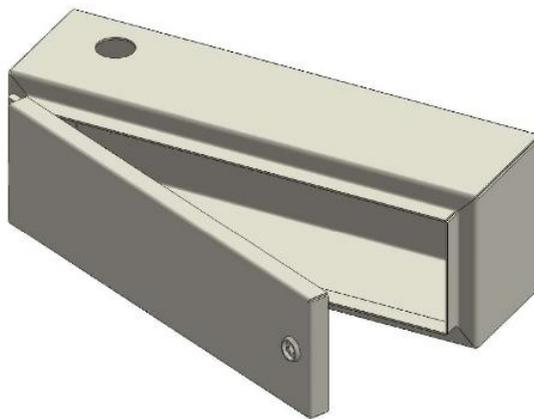
**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

El plafón, fabricado con una placa de acero de 2mm de espesor laminado en caliente conforme a la norma NTE INEN 115, cuenta con una calidad ASTM A36. Sus dimensiones son de 600x600mm con dobleces de 15mm en los extremos. La posición de las perforaciones para el montaje de canaletas y rieles DIN se detallan en el anexo B.

Es importante enfatizar que el plafón se encuentra recubierto con pintura electrostática, optándose por el color naranja que ayuda a la visualización de elementos.

#### 3.5.2.2. *Gabinete*

Fabricado con una placa de acero de 2mm de espesor de calidad ASTM A36, sus dimensiones son 470x150x120 mm, presenta un diseño que incorpora un cierre hermético junto con chapas y bisagras.



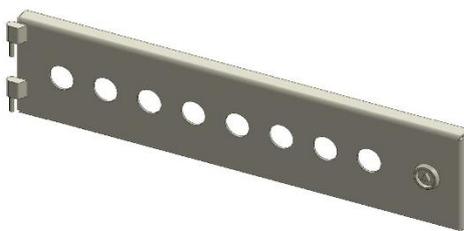
**Ilustración 3-9:** Modelado del gabinete

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

Este diseño está concebido para resguardar los selectores responsables de activar las fallas eléctricas en el sistema. Es relevante mencionar que el gabinete está recubierto con pintura electrostática color crema. Además, en su interior cuenta con soportes que se acoplan al omega de selectores.

#### 3.5.2.3. *Omega de selectores*

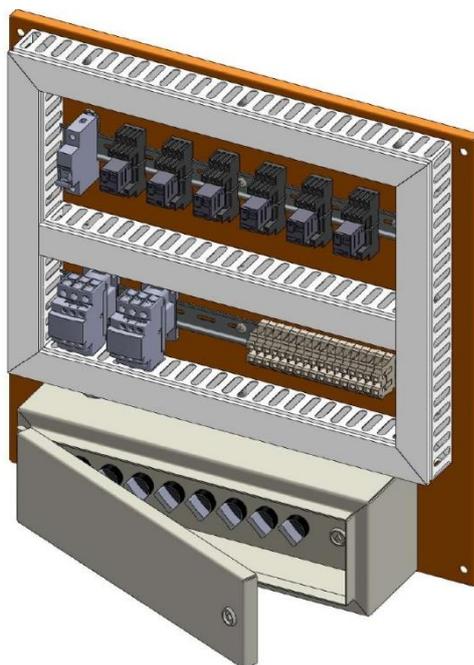
Fabricado con una placa de acero de 2mm de espesor de calidad ASTM A36, con dimensiones de 410x90mm y dobleces de 15mm en sus extremos. Está recubierto con pintura electrostática color crema. Además, cuenta con perforaciones de 22mm separadas en 40mm entre centros, facilitando el montaje de los 8 selectores de dos posiciones.



**Ilustración 3-10:** Modelado del omega de selectores

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

#### 3.5.2.4. *Diseño del tablero electromecánico*



**Ilustración 3-11:** Modelado del tablero electromecánico

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

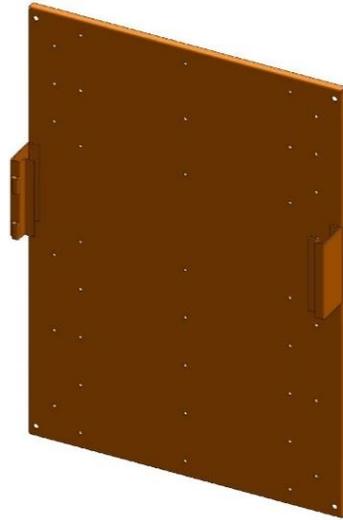
La ilustración 3-11, muestra la modelación del tablero electromecánico, llevada a cabo para determinar el diseño y elementos necesarios acorde a los diagramas eléctricos previamente desarrollados. Es relevante señalar que la distribución de los elementos se divide en dos secciones. La primera sección, de 180mm, alberga un interruptor automático y 6 relés electromecánicos, mientras que, en la segunda sección, de 150mm, contiene 2 contactores y 17 borneras. El gabinete, ubicado en la parte inferior del panel, alberga los 8 selectores de dos posiciones.

#### 3.5.3. *Tablero automático*

Siguiendo el mismo enfoque utilizado para modelar el tablero electromecánico, se procede al modelado del plafón y el omega de control del tablero automático.

### 3.5.3.1. Plafón

Fabricado con una placa de acero de 2mm de espesor de calidad ASTM A36, con dimensiones de 850x600mm y dobleces de 15mm en los extremos. Está recubierto con pintura electroestática color naranja. Además, cuenta con soportes y bisagras soldados en sus extremos que facilita el montaje del omega de control. La posición de las perforaciones para el montaje de canaletas, y rieles DIN se detallan en el anexo B.

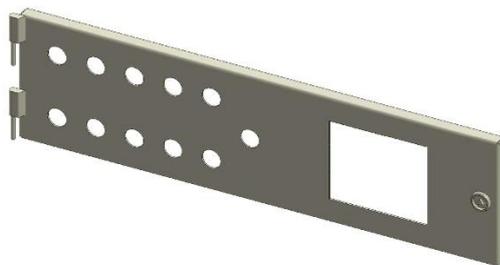


**Ilustración 3-12:** Modelado de plafón automático

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

### 3.5.3.2. Omega de control

Fabricado con una placa de acero de 2mm de espesor de calidad ASTM A36, con dimensiones de 560x150mm y dobleces de 15mm en sus extremos. Está recubierto con pintura electroestática color crema. Además, cuenta con bisagras y chapa que permite un montaje directo al plafón. Sus perforaciones son de 22mm con distancias de 45mm entre centro, permitiendo el montaje de pulsantes, luces pilotos y selectores.

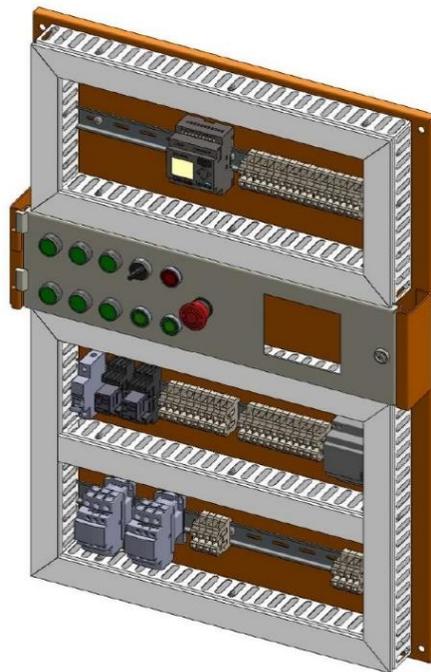


**Ilustración 3-13:** Modelado del omega de control

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

### 3.5.3.3. *Diseño del tablero automático*

La ilustración 3-14, presenta el modelado del tablero automático, dividido en 4 secciones. La primera sección, de 180mm, contiene un autómata programable y 18 borneras. La segunda sección, montado el omega de control, cuenta con 6 luces pilotos color verde, 2 pulsantes de marcha, un pulsante de paro y de paro de emergencia. La tercera sección, contiene un interruptor automático, dos relés electromecánicos, una fuente de poder AC/DC y 22 borneras. Finalmente, la cuarta sección, de 150mm, alberga 2 contactores y 8 borneras.



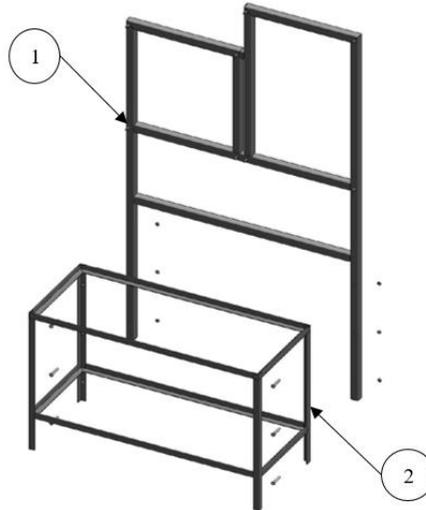
**Ilustración 3-14:** Modelado del tablero automático

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

### 3.5.4. *Sistema estructural*

La ilustración 3-15, muestra la estructura del módulo, divididas en dos partes: la primer es el soporte de tableros, y la segunda es la estructura inicial, ambas unidas por pernos y tuercas hexagonales.

Es importante señalar que para el “Soporte de tableros”, se emplea el tubo cuadrado estructural con norma de fabricación NTE INEN 2415, calidad SAE J 403 100, con dimensiones de 40x40mm y espesor de 2mm. Además, tiene espárragos soldados en sus extremos de los márgenes. Su elección se fundamenta para ofrecer una robustez adecuada para sostener el peso de los tableros de control. Sus medidas se detallan en el anexo B.

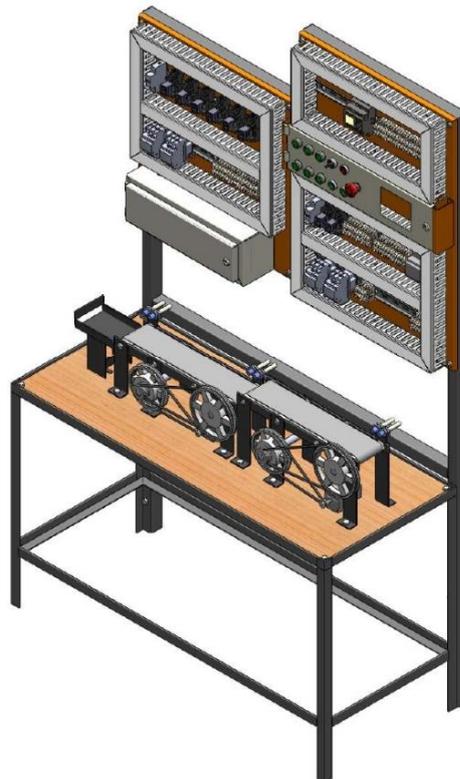


**Ilustración 3-15:** Modelado de infraestructura

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

### 3.5.5. *Ensamblaje del módulo*

Concluido el modelado individual de los tableros con sus respectivos elementos a utilizar, se procedió a la etapa de ensamblaje. La ilustración 3-16, muestra el diseño total del módulo de banda transportadora con sus respectivos tableros de control electromecánico y automático.



**Ilustración 3-16:** Ensamblaje del módulo

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

### 3.6. Adquisición de implementos

#### 3.6.1. Implementos eléctricos

Tomando en cuenta la identificación de elementos a reutilizar, se requieren la adquisición de los siguientes elementos.

##### 3.6.1.1. Contactor trifásico

En función de los datos técnicos del motor, se procedió a la compra del contactor. Sin embargo, al no encontrar especificaciones similares en catálogos, se optó por adquirir el contactor con las siguientes características de la tabla 3-9.

**Tabla 3-9:** Datos técnicos del contactor trifásico

	DATO	DESCRIPCIÓN
	Marca	Ebasee
	Amperaje	9A
	Numero de polos	3
	Bobina	120V
	Frecuencia	50 Hz
	AWG	10-18CU a 75°C

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

##### 3.6.1.2. Autómata programable

Con la finalidad de automatizar el proceso de banda transportadora que opera a 24VDC, se adquiere un autómata programable. Las características técnicas de este dispositivo se detallan en la tabla 3-10.

**Tabla 3-10:** Datos técnicos del autómata programable

	DATO	DESCRIPCIÓN
	Marca	Siemens
	Con display	SI
	Tensión de alimentación	12 a 24 VDC
	Entradas digitales	Son 8, pero 4 sirve para entradas
	Salidas digitales	4
	Intensidad de salida	10A
	Temperatura de servicio	-20 a 50 °C

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

### 3.6.1.3. Fuente de poder AC/DC

El módulo opera en AC como DC, por lo tanto, se adquiere una fuente de poder AC/ DC. Esta fuente asegura un suministro adecuado de 24VDC y 120VAC a los diferentes elementos del sistema. La tabla 3-11 presenta las características técnicas del dispositivo.

**Tabla 3-11:** Datos técnicos de la fuente de poder AC/DC

	DATO	DESCRIPCIÓN
	Voltaje de salida	24 VDC
	Corriente nominal	5A
	Potencia nominal	120W
	Corriente de entrada	115 a 230 VAC
	Frecuencia	50-60 Hz

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

### 3.6.2. Adquisición y elaboración de elementos modelados

#### 3.6.2.1. Elaboración de plafones

Siguiendo las dimensiones predefinidas en el modelado, se procedió a cortar la placa de acero ASTM A36 con una cizalladora, para luego continuar con la siguiente serie de pasos:

- Con una dobladora de lámina, se realizó los dobleces en los extremos de cada plafón
- En los extremos del plafón para el tablero automático, se fija los soportes y bisagras, por soldadura mediante el proceso SMAW, utilizando el electrodo E6013.
- Se limpia la superficie de ambos plafones, y se lleva a cabo la aplicación de pintura electroestática color naranja.
- Se procede a someter la pieza al proceso de curado en el horno. El proceso consta en configurar el horno a una temperatura de 180°C en un lapso de 15 minutos.
- En la etapa final, los plafones son enfriados y sometidos a una previa limpieza en su superficie antes de pasar por una inspección para asegurar la adecuada aplicación del recubrimiento.

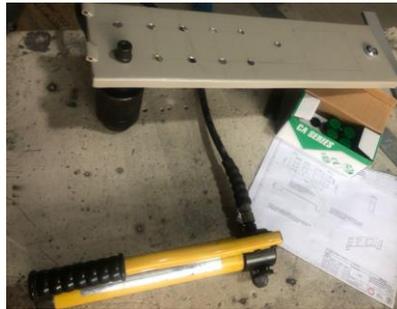


**Ilustración 3-17:** Adquisición de plafones

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

### 3.6.2.2. *Elaboración del omega de control*

Se fabricó de manera análoga a los plafones, aunque se distingue por sus dimensiones y aplicación específica. Después de aplicar el recubrimiento con pintura electroestática color crema, se empleó un sacabocado conectado a un punzadora hidráulica para realizar perforaciones de 22 mm de diámetro sobre su superficie.



**Ilustración 3-18:** Adquisición del omega de control

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

### 3.6.2.3. *Elaboración del gabinete de selectores*

Se fabricó de manera análoga a los plafones y omega de control, aunque se distingue por sus dimensiones y aplicación específica. Previamente, al aplicar el recubrimiento con pintura electroestática color crema, se suelda en su interior un soporte y bisagras en sus extremos a 85mm de altura para el montaje directo del omega de selectores. La ilustración 3-19, muestra el ensamblaje total del gabinete con el omega de selectores.



**Ilustración 3-19:** Adquisición del gabinete de selectores

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

### 3.6.2.4. *Elaboración de la estructura de soporte de tableros*

Siguiendo las dimensiones predefinidas en el modelado, se procedió a cortar el tubo cuadrado

estructura, para luego continuar con la siguiente serie de pasos:

- a) Se unen cada tramo mediante soldadura por el proceso SMAW, utilizando el electrodo E6013. Además, se sueldan espárragos en sus márgenes para el montaje de los tableros.
- b) Finalizado la soldadura, se llevó a cabo la aplicación de recubrimiento mediante un soplete. Se colocó dos capas, la primera Wash Premier para mejorar la adhesividad, seguida de una capa de pintura sintética automotriz en negro mate, para un acabado estético y protección ante la corrosión.



**Ilustración 3-20:** Adquisición del soporte de tableros

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

### **3.7. Desmontaje del módulo de banda transportadora**

El desmontaje constituye un proceso que demanda de una evaluación previa para su ejecución, donde debe ser planificada y analizada con el fin de preservar la integridad de los elementos. La tabla 3-12, describen los parámetros a considerar previamente al desmontaje.

Dentro del contexto previamente analizado, se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

- a) Desconexión de la alimentación principal del módulo de banda transportadora
- b) Desconexión de cables asociados al sistema de control del tablero.
- c) Retiro y reubicación de elementos de control
- d) Desmontaje del gabinete eléctrico.
- e) Retiro y reubicación de sensores, motores, sistema de banda transportadora.
- f) Desmontaje de estructuras adicionales
- g) Inspección y registro de las condiciones de los elementos desmontados.

Cabe resaltar que, culminado el proceso de desmontaje, se realizó un registro de sus respectivos

componentes. Esta acción, ayuda a separar los elementos en buen estado y almacenarlos para su futura utilización. La ilustración 3-21, muestra el desmontaje del módulo



**Ilustración 3-21:** Desmontaje del módulo de banda transportadora

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-12:** Consideraciones previas al desmontaje

ASPECTOS	DESCRIPCIÓN
<b>Identificación de riesgos</b>	<p>Son riesgos orientados en garantizar la seguridad del personal que ejecuta la tarea del desmontaje. Los riesgos analizados son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Riego eléctrico</li> <li>b) Caídas de objetos</li> <li>c) Daño a componentes sensibles (sensores)</li> <li>d) Riesgos ergonómicos</li> <li>e) Inhalación de partículas (polvo)</li> <li>f) Lesiones (cortes, aplastamientos o pinchazos)</li> </ul>
<b>Equipos de protección personal (EPP)</b>	<p>Son equipos encaminados a salvaguardar la salud y seguridad del personal durante la ejecución de tareas. Los equipos analizados son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Guantes aislantes</li> <li>b) Calzado de seguridad</li> <li>c) Mandil</li> <li>d) Mascarilla</li> <li>e) Gafas de protección</li> <li>f) Protectores auditivos.</li> </ul>
<b>Herramientas y accesorios</b>	<p>Son instrumentos que lleva a cabo el desmontaje de manera eficiente y segura. Los instrumentos analizados son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Destornilladores variados (estrella y plano)</li> <li>b) Juego de llaves</li> <li>c) Alicates de corte</li> <li>d) Taladro eléctrico</li> <li>e) Cortadora de mano</li> <li>f) Martillo de goma</li> </ul>

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

### 3.8. Instalación y cableado eléctrico del módulo.

#### 3.8.1. Instalación de tableros al módulo

Para garantizar el correcto funcionamiento del módulo, es fundamental ensamblar cada elemento con precisión siguiendo los planos físicos y eléctricos establecidos. Esto facilita la conexión entre los elementos y garantiza un acople efectivo y sin contratiempo.

##### 3.8.1.1. Instalación de la infraestructura del módulo

La tabla 3-13, describe el proceso de ensamblaje de la infraestructura del módulo.

**Tabla 3-13:** Ensamblaje de la infraestructura del módulo

Se preparan los implementos necesarios para el ensamblaje, tales como la estructura de soporte de tableros y la estructura inicial del módulo.	
Para adaptar al diseño previsto, se descartan las partes innecesarias de la estructura inicial del módulo utilizando una cortadora de disco de mano. Luego, se emplea una lima para eliminar los desperfectos generados durante el proceso de corte.	
Se emplea un flexómetro y un rayador para señalar las patas de las dos estructuras a distancias de 100, 365 y 630mm. Posteriormente se procede a perforar con un taladro de mano.	
Se verifica la correcta posición de los orificios de cada estructura para garantizar la estabilidad y resistencia del producto final. Esto evita desviaciones o deformaciones que podría dañar la infraestructura del módulo una vez ensamblados todos los componentes.	
Mediante pernos cabeza hexagonal (M10X1,5X65) y tuercas hexagonales (M10X1,5), se fijan las dos estructuras.	

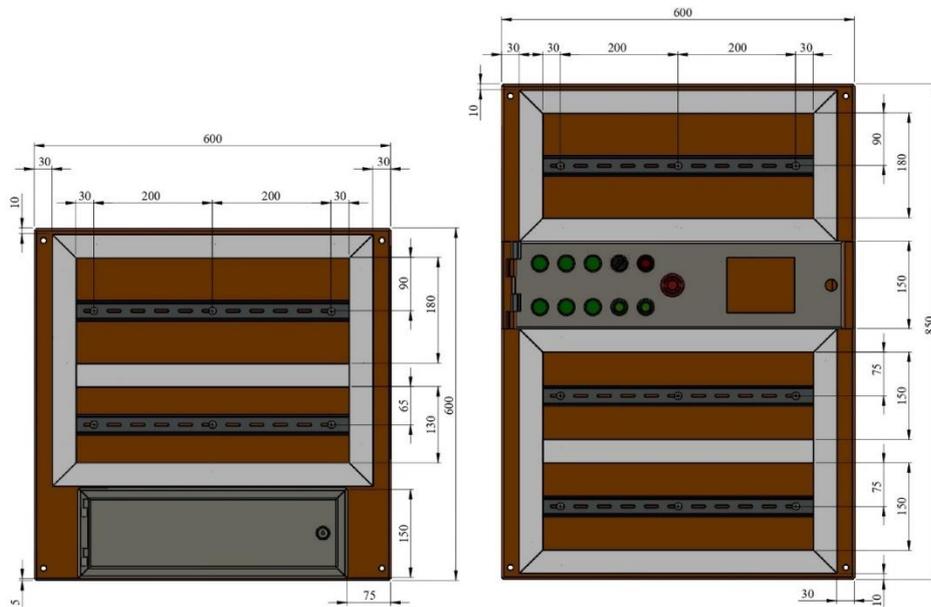
Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

Es importante destacar que, durante el proceso de corte y taladrado, se utilizaron los equipos de protección personal necesarios, incluyendo el mandil, calzado de seguridad, guantes, protección auditiva y gafas de protección. Esta medida de seguridad asegura la protección ante posibles cortes, salpicaduras o proyecciones de material.

### 3.8.1.2. Instalación de canaletas y rieles en plafones

La instalación de canaletas 60x40mm y rieles DIN a los plafones, se realizaron de la siguiente forma:

- Se limpian los dos paneles con una franela para eliminar cualquier residuo que pueda afectar a la adherencia de los elementos.
- Se marcan las secciones donde se instalan las canaletas y rieles. La ilustración 3-22, muestra la disposición exacta de estos elementos.



**Ilustración 3-22:** Disposición de canaletas y rieles DIN

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

- La ilustración 3-23, muestra el proceso de ensamblaje de canaletas y rieles, fijado por tornillos de cabeza avellanada.



**Ilustración 3-23:** Instalación de canaletas y rieles DIN

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

### 3.8.1.3. *Instalación de tableros en la infraestructura de módulo*

Se alinearon los orificios de cada tablero con los espárragos en los márgenes de la estructura de soporte de tableros, posteriormente se fijan con tuercas hexagonales. La ilustración 3-24, muestra la instalación de los tableros con la infraestructura del módulo



**Ilustración 3-24:** Instalación de tableros

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

### 3.8.1.4. *Instalación de implementos en tableros.*

Se deja una reserva del 25% libre en los tableros para futuras actualizaciones o adaptaciones. Además, se deja una distancia de 30mm entre elementos, con la finalidad de facilitar el cableado y proporcionar un acceso rápido para tareas de mantenimiento, inspección o reparación. La ilustración 3-25, muestra la colocación de los implementos en los tableros.



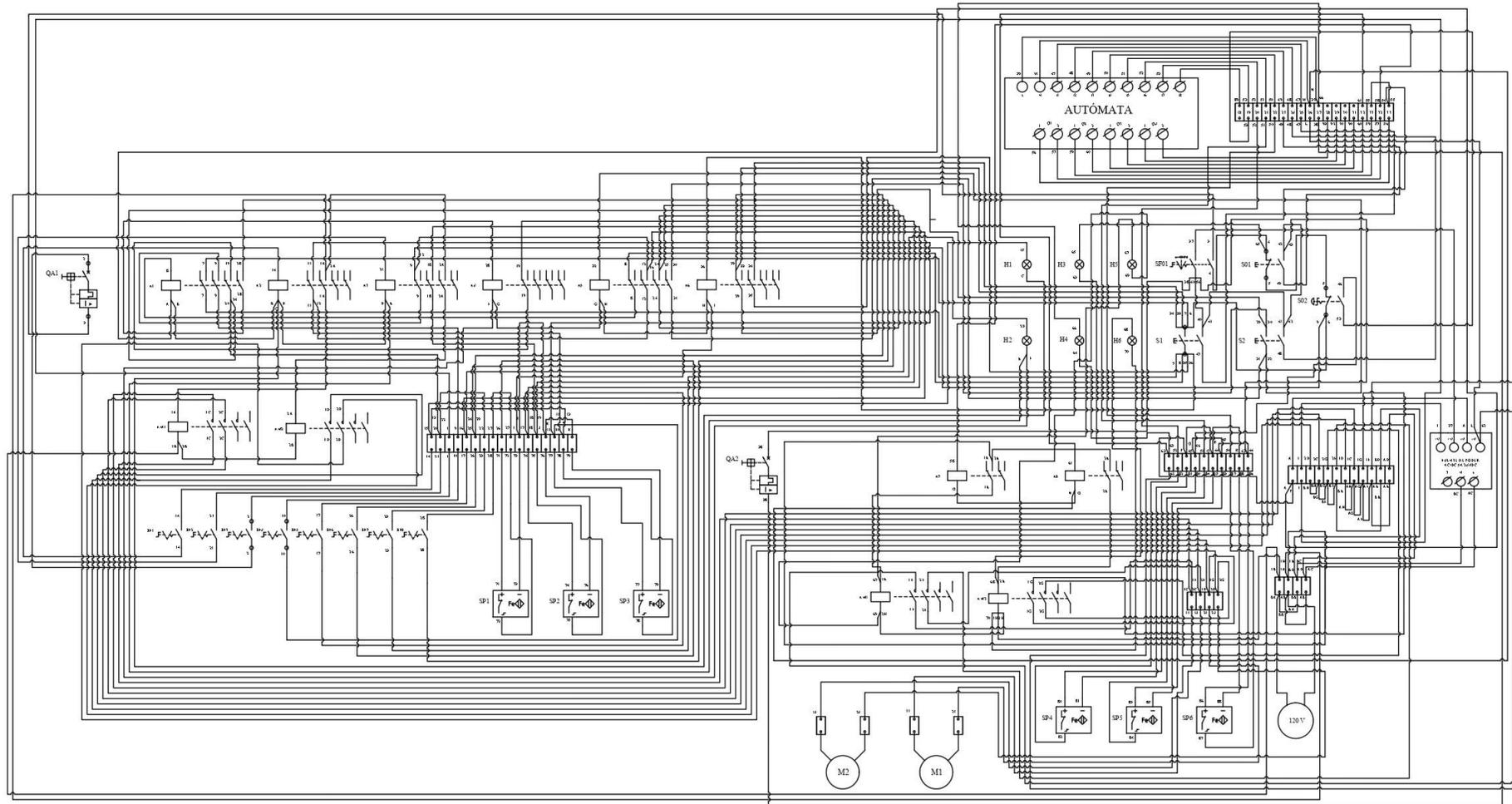
**Ilustración 3-25:** Instalación de implementos en tableros

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

## 3.8.2. *Cableado eléctrico*

Para el proceso de cableado en los dos sistemas eléctricos de control y potencia, se utilizó el cable calibre 16AWG, su elección se basó en la intención de perseverar las características originales del módulo de banda transportadora.

3.8.2.1. Esquema de cableado entre elementos.

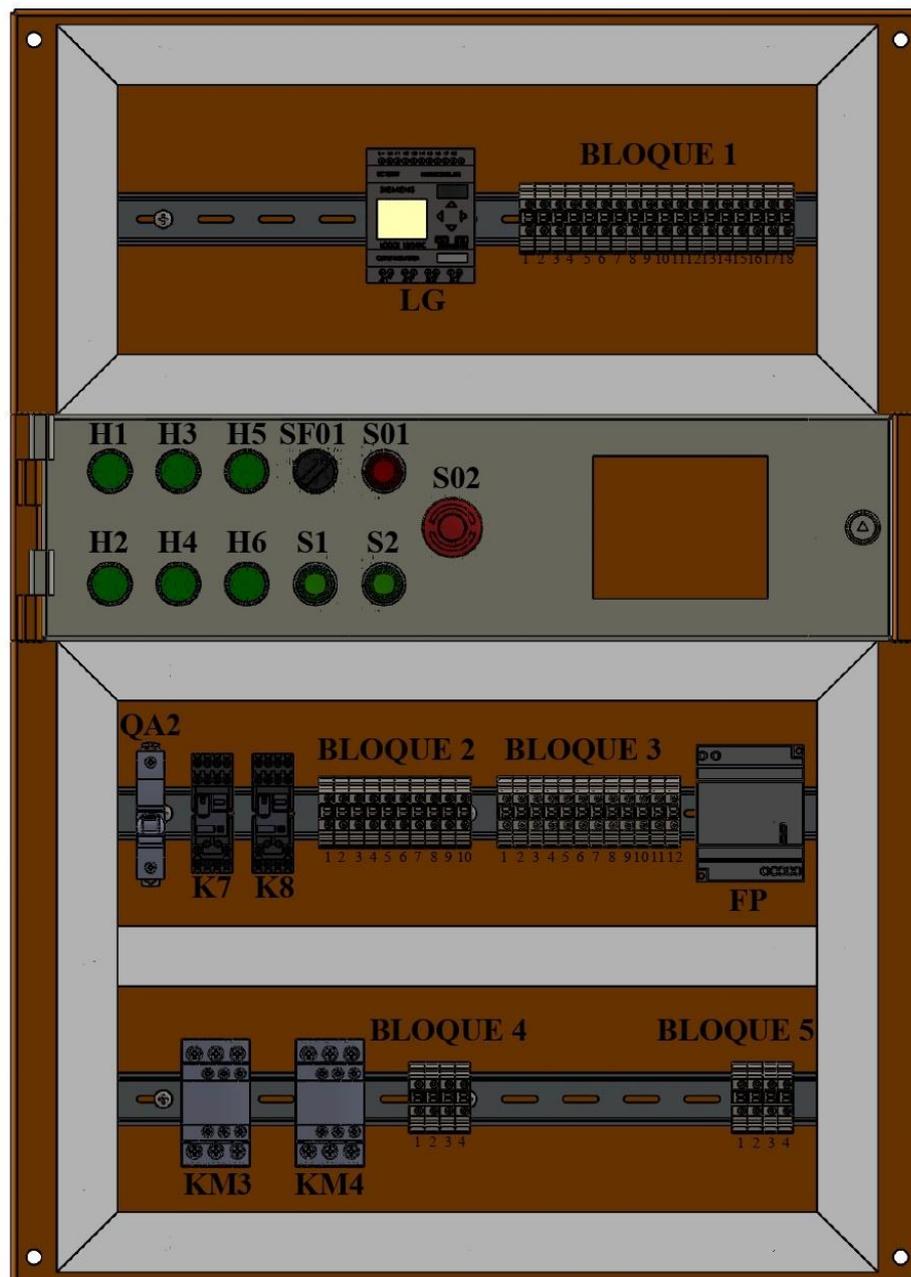


**Ilustración 3-26:** Diagrama de distribución y conexión del sistema.

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

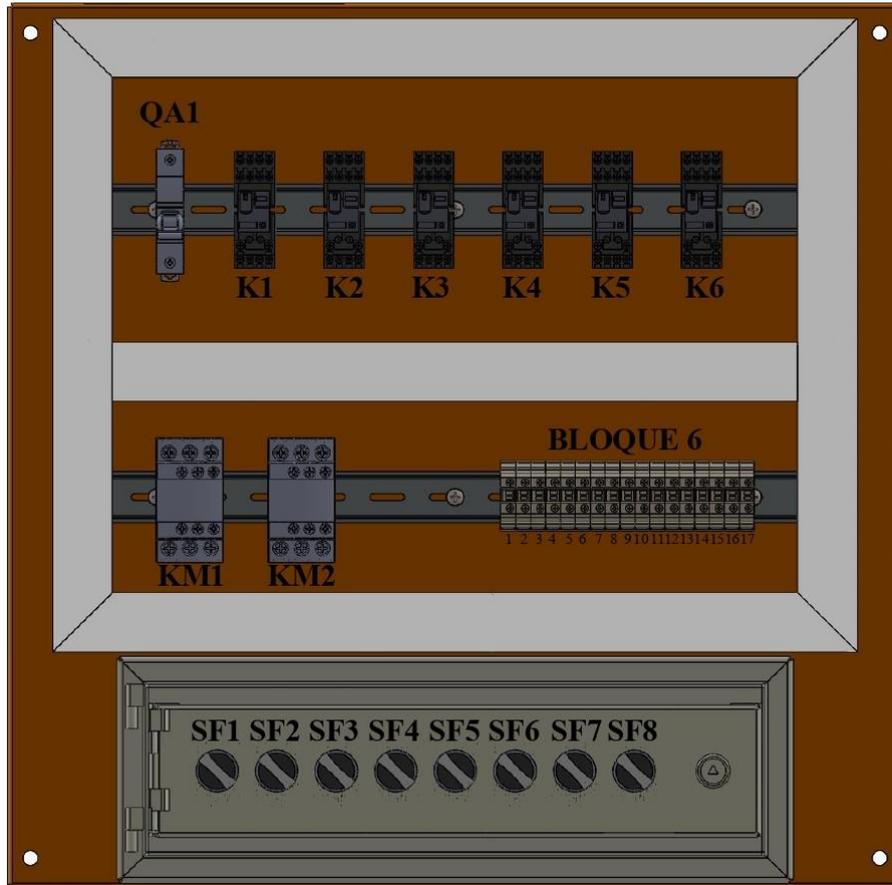
Para garantizar la comprensión de las diferentes conexiones entre los diversos elementos del sistema eléctrico, se llevó a cabo la elaboración de un diagrama eléctrico que organiza la disposición de cada elemento con su respectiva conexión. La ilustración 3-26, muestra el diagrama de distribución y conexión del sistema.

Es importante destacar que se establece una nomenclatura específica en cada elemento montado del tablero electromecánico y automático. La ilustración 3-27 y 3-28, muestra la disposición de cada elemento.



**Ilustración 3-27:** Designación de elementos del tablero automático

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.



**Ilustración 3-28:** Designación de elementos del tablero electromecánico

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

El sistema electromecánico y el automático cumplen el mismo objetivo de controlar el proceso de banda transportadora con los sensores inductivos y motores, por lo que es crucial determinar la ubicación y función de cada conexión empleada en la ilustración 3-26.

### 3.8.2.2. Identificación entre conexiones

Las siguientes tablas describen la ubicación de cada conexión entre elementos realizadas en la parte interna de los sistemas. Es importante mencionar que “NO” representa una configuración normalmente abierta y “NC” una configuración normalmente cerrada.

**Tabla 3-14:** Conexión de la red eléctrica

ELEMENTO:	FUENTE 120V		
Terminales	Numeración de cableado	Conectado a	Terminales a donde está
Línea	AA	Bloque 5 de bornera	Bornera 2, abajo
Neutro	BA	Bloque 5 de bornera	Bornera 1, abajo

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-15:** Conexión de la fuente de poder AC/DC (FP)

<b>ELEMENTO:</b>	<b>FUENTE DE PODER AC/DC 5A 24VDC</b>		
<b>Terminales</b>	<b>Numeración de cableado</b>	<b>Conectado a</b>	<b>Terminales a donde está conectado</b>
+V	1	Bloque 3 de bornera	Bornera 2, arriba.
+V	37	Selector de 3 posiciones SF01	3
-V	A	Bloque 3 de bornera	Bornera 1, arriba
-V	L	Bloque 1 de bornera	Bornera 9, abajo
	62	Bloque 2 de bornera	Bornera 1, abajo
N	BC	Bloque 5 de bornera	Bornera 3, arriba
L	AC	Bloque 5 de bornera	Bornera 4, arriba

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-16:** Conexión del Interruptor electromecánico QA1

<b>ELEMENTO:</b>	<b>INTERRUPTOR ELECTROMECAÁNICO QA1</b>		
<b>Terminales</b>	<b>Numeración de cableado</b>	<b>Conectado a</b>	<b>Terminales a donde está conectado</b>
Entrada	2	Selector de 2 posiciones SF3.	4
Salida	3	Selector de 3 posiciones SF01	3

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-17:** Conexión del Interruptor electromecánico QA2

<b>ELEMENTO:</b>	<b>INTERRUPTOR ELECTROMECAÁNICO QA2</b>		
<b>Terminales</b>	<b>Numeración de cableado</b>	<b>Conectado a</b>	<b>Terminales a donde está conectado</b>
Entrada	38	Selector de posiciones SF01	4
Salida	38	Bloque 1 de borneras	Bornera 10, abajo

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-18:** Conexión del autómatá programable (LG)

<b>ELEMENTO:</b>	<b>AUTÓMATÁ PROGRAMABLE</b>		
<b>Terminales</b>	<b>Numeración de cableado</b>	<b>Conectado a</b>	<b>Terminales a donde está conectado</b>
L	39	Bloque 1 de borneras	Bornera 10, arriba
N	M	Bloque 1 de borneras	Bornera 9, arriba
I1	47	Bloque 1 de borneras	Bornera 8, arriba
I2	48	Bloque 1 de borneras	Bornera 7, arriba
I3	49	Bloque 1 de borneras	Bornera 6, arriba
I4	50	Bloque 1 de borneras	Bornera 5, arriba
I5	51	Bloque 1 de borneras	Bornera 4, arriba
I6	52	Bloque 1 de borneras	Bornera 3, arriba
I7	53	Bloque 1 de borneras	Bornera 2, arriba
I8	89	Bloque 1 de borneras	Bornera 1, arriba
Q1.1	56	Bloque 1 de borneras	Bornera 18, arriba
Q1.2	57	Bloque 1 de borneras	Bornera 17, arriba
Q2.1	59	Bloque 1 de borneras	Bornera 16, arriba
Q2.2	60	Bloque 1 de borneras	Bornera 15, arriba
Q3.1	90	Bloque 1 de borneras	Bornera 14, arriba
Q3.2	91	Bloque 1 de borneras	Bornera 13, arriba
Q4.1	92	Bloque 1 de borneras	Bornera 12, arriba
Q4.2	93	Bloque 1 de borneras	Bornera 11, arriba

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-19:** Conexión de borneras bloque 1

ELEMENTO:		BLOQUE 1 DE BORNERAS		
Número de bornera	Extremo de la conexión	Numeración de cableado	Conectado a	Terminales a donde está conectado
1	Arriba	89	Autómata Programable	I8
	Abajo	-	-	-
2	Arriba	53	Autómata Programable	I7
	Abajo	53	Paro de emergencia S02	4
3	Arriba	52	Autómata Programable	I6
	Abajo	52	Bloque 2 de borneras	Bornera 2, arriba
4	Arriba	51	Autómata Programable	I5
	Abajo	51	Bloque 2 de borneras	Bornera 5, arriba
5	Arriba	50	Autómata Programable	I4
	Abajo	50	Bloque 2 de borneras	Bornera 8, arriba
6	Arriba	49	Autómata Programable	I3
	Abajo	49	Pulsador de paro S01	4
7	Arriba	48	Autómata Programable	I2
	Abajo	48	Pulsador de arranque S2	4
8	Arriba	47	Autómata Programable	I1
	Abajo	47	Pulsador de arranque S1	4
9	Arriba	M	Autómata Programable	N
		N	Relé electromecánico K8	A2(14)
	Abajo	L	Fuente de Poder AC/DC 24VDC	-V
10	Arriba	39	Autómata Programable	L
		66	Lámpara de señalización H4	X1
	Abajo	38	Interruptor electromecánico QA2	Salida
11	Arriba	-	-	-
	Abajo	93	Autómata Programable	Q4.2
12	Arriba	-	-	-
	Abajo	92	Autómata Programable	Q4.1
13	Arriba	-	-	-
	Abajo	91	Autómata Programable	Q3.2
14	Arriba	-	-	-
	Abajo	90	Autómata Programable	Q3.1
15	Arriba	61	Relé electromecánico K8	A1(13)
	Abajo	60	Autómata Programable	Q2.2
16	Arriba	55	Bloque 1 de borneras	Bornera 18, arriba
	Abajo	59	Autómata Programable	Q2.1
17	Arriba	58	Relé electromecánico K7	A1(13)
	Abajo	57	Autómata Programable	Q1.2
18	Arriba	54	Selector de 3 posiciones SF01	4
		55	Bloque 1 de borneras	Bornera 16, arriba.
	Abajo	56	Autómata Programable	Q1.1

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-20:** Conexión del relé electromecánico K7

ELEMENTO:		Relé electromecánico K7	
Terminales	Numeración de cableado	Conectado a	Terminales a donde está conectado
A1(13) (Entrada de la bobina)	58	Bloque 1 de borneras	Bornera 17, arriba
A2(14) (Salida de la bobina)	O	Relé electromecánico K8	A2(14)
5 (Entrada del contacto NO)	1E	Bloque 5 de bornera	Bornera 2, arriba
	2E	Relé electromecánico K8	5
9 (Salida del contacto NO)	1E	Contactador KM3	13(A1)

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-21:** Conexión de borneras bloque 2

ELEMENTO:		BLOQUE 2 DE BORNERAS		
Número de bornera	Extremo de la conexión	Numeración de cableado	Conectado a	Terminales a donde está conectado
1	Arriba	63	Lámpara de señalización H3	X2
		64	Lámpara de señalización H4	X2
	Abajo	62	Fuente de Poder AC/DC 5A 24VDC	-V
2	Arriba	52	Bloque 1 de borneras	Bornera 3, abajo
	Abajo	82	Sensor inductivo SP4	Señal
3	Arriba	P	Bloque 3 de borneras	Bornera 1, abajo
		Q	Bloque 2 de borneras	Bornera 6, arriba
	Abajo	81	Sensor inductivo SP4	Negativo
4	Arriba	45	Bloque 3 de borneras	Bornera 7, arriba
		46	Paro de emergencia S02	3
	Abajo	80	Sensor inductivo SP4	Positivo
5	Arriba	51	Bloque 1 de borneras	Bornera 4, abajo
	Abajo	84	Sensor inductivo SP5	Señal
6	Arriba	Q	Bloque 2 de borneras	Bornera 3, arriba
		R	Bloque 2 de borneras	Bornera 9, arriba
	Abajo	85	Sensor inductivo SP5	Negativo
7	Arriba	44	Bloque 2 de borneras	Bornera 10, arriba
		45	Bloque 2 de borneras	Bornera 4, arriba
	Abajo	83	Sensor inductivo SP5	Positivo
8	Arriba	50	Bloque 1 de borneras	Bornera 5, abajo
	Abajo	87	Sensor inductivo SP6	Señal
9	Arriba	R	Bloque 2 de borneras	Bornera 6, arriba
	Abajo	88	Sensor inductivo SP6	Negativo
10	Arriba	43	Pulsador de paro S01	3
		44	Bloque 2 de borneras	Bornera 7, arriba
	Abajo	86	Sensor inductivo SP6	Positivo

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-22:** Conexión del relé electromecánico K8

ELEMENTO:		RELÉ ELECTROMECAÁNICO K8	
Terminales	Numeración de cableado	Conectado a	Terminales a donde está conectado
A1(13) (Entrada de la bobina)	61	Bloque 1 de borneras	Bornera 15, arriba
A2(14) (Salida de la bobina)	N	Bloque 1 de borneras.	Bornera 9, arriba.
	O	Relé electromecánico K7	A2(14)
5 (Entrada del contacto NO)	2E	Relé electromecánico K7	5
9 (Salida del contacto NO)	2E	Contactador KM4	A1

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-23:** Conexión del contactor KM1

ELEMENTO:		CONTACTOR KM1	
Terminales	Numeración de cableado	Conectado a	Terminales a donde está conectado
A1 (Entrada de la bobina)	1A	Relé electromecánico K2	21(10)
A2 (Salida de la bobina)	1B	Bloque 5 de bornera	Bornera 1, arriba
	2B	Contactador KM2	A2
L1 (Entrada 1 contacto de	1C	Bloque 3 de borneras	Bornera 8, arriba
T1 (Salida 1 contacto de fuerza)	1C	Bloque 4 de borneras	Bornera 1, arriba
L2 (Entrada 2 contacto de	2C	Bloque 3 de borneras	Bornera 4, arriba
T2 (Salida 2 contacto de fuerza)	2C	Bloque 4 de borneras	Bornera 2, arriba

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-24:** Conexión del contactor KM2

ELEMENTO:	CONTACTOR KM2		
Terminales	Numeración de cableado	Conectado a	Terminales a donde está conectado
A1 (Entrada de la bobina)	2A	Relé electromecánico K3	31(11)
A2 (Salida de la bobina)	2B	Contactador KM1	A2
L1 (Entrada 1 contacto de fuerza)	1D	Bloque 3 de borneras	Bornera 7, arriba
T1 (Salida 1 contacto de fuerza)	1D	Bloque 4 de borneras	Bornera 3, arriba
L2 (Entrada 2 contacto de fuerza)	2D	Bloque 3 de borneras	Bornera 3, arriba
T2 (Salida 2 contacto de fuerza)	2D	Bloque 4 de borneras	Bornera 4, arriba

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-25:** Conexión de borneras bloque 3

ELEMENTO:	BLOQUE 3 DE BORNERAS			
Número de bornera	Extremo de la conexión	Numeración de cableado	Conectado a	Terminales a donde está conectado
1	Arriba	A	Fuente de Poder AC/DC 5A 24VDC	-V
	Abajo	A	Relé electromecánico K1	A2(14)
		P	Bloque 2 de bornera	Bornera 3, arriba
2	Arriba	1	Fuente de Poder AC/DC 5A 24VDC	+V
	Abajo	1	Bloque 6 borneras	Bornera 3 arriba
3	Arriba	2D	Contactador KM2	L2
	Abajo	BH	Bloque 3 de borneras	Bornera 4, abajo
4	Arriba	2C	Contactador KM1	L2
		BH	Bloque 3 de borneras	Bornera 3, abajo
		BG	Bloque 3 de borneras	Bornera 5, abajo
5	Arriba	2G	Contactador KM4	L2
		BG	Bloque 3 de borneras	Bornera 4, abajo
		BF	Bloque 3 de borneras	Bornera 6, abajo
6	Arriba	2F	Contactador KM3	L2
		BF	Bloque 3 de borneras	Bornera 5, abajo
		BE	Bloque 3 de borneras	Bornera 11, abajo
7	Arriba	1D	Contactador KM2	L1
	Abajo	AH	Bloque 3 de borneras	Borneras 8, abajo
8	Arriba	1C	Contactador KM1	L1
		AH	Bloque 3 de borneras	Borneras 7, abajo
		AG	Bloque 3 de borneras	Bornera 9, abajo
9	Arriba	1G	Contactador KM4	L1
		AG	Bloque 3 de borneras	Bornera 8, abajo
		AF	Bloque 3 de borneras	Bornera 10, abajo
10	Arriba	1F	Contactador KM3	L1
		AF	Bloque 3 de borneras	Bornera 9, abajo
		AE	Bloque 3 de borneras	Bornera 12, abajo
11	Arriba	BD	Bloque 5 de borneras	Bornera 3, arriba
	Abajo	BE	Bloque 3 de borneras	Bornera 6, abajo
12	Arriba	AD	Bloque 5 de borneras	Bornera 4, arriba
	Abajo	AE	Bloque 3 de borneras	Bornera 10, abajo

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-26:** Conexión de borneras bloque 4

ELEMENTO:		BLOQUE 4 DE BORNERAS		
Número de bornera	Extremo de la conexión	Numeración de cableado	Conectado a	Terminales a donde está conectado
1	Arriba	1C	Contactador KM1	T1
		1F	Contactador KM3	T1
	Abajo	1I	Motor 1	1
2	Arriba	2C	Contactador KM1	T2
		2F	Contactador KM3	T2
	Abajo	1J	Motor M2	1
3	Arriba	1D	Contactador KM2	T1
		1G	Contactador KM4	T1
	Abajo	2I	Motor M1	2
4	Arriba	2D	Contactador KM2	T2
		2G	Contactador KM4	T2
	Abajo	2J	Motor M2	2

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-27:** Conexión de borneras bloque 5

ELEMENTO:		BLOQUE 5 DE BORNERAS		
Número de bornera	Extremo de la conexión	Numeración de cableado	Conectado a	Terminales a donde está conectado
1	Arriba	1B	Contactador KM1	A2(14)
		1H	Contactador KM4	A2(14)
	Abajo	BA	Fuente 120V	Neutro
		BB	Bloque 5 de borneras	Bornera 3, abajo
2	Arriba	1A	Relé electromecánico K2	24(6)
		1E	Relé electromecánico K7	5
	Abajo	AB	Bloque 5 de borneras	Bornera 4, abajo
		AA	Fuente 120V	Línea
3	Arriba	BD	Bloque 3 de borneras	Bornera 11, arriba
		BC	Fuente de Poder AC/DC 5A 24VDC	N
	Abajo	BB	Bloque 5 de borneras	Bornera 1, abajo
		AD	Bloque 3 de borneras	Bornera 12, arriba
4	AC	Fuente de Poder AC/DC 5A 24VDC	L	
	Abajo	AB	Bloque 5 de borneras	Bornera 2, abajo

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-28:** Conexión del motor M1

ELEMENTO:		Motor M1	
Terminales	Numeración de cableado	Conectado a	Terminales a donde está conectado
1	1I	Bloque 4 de borneras	Bornera 1, abajo
2	2I	Bloque 4 de borneras	Bornera 3, abajo

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-29:** Conexión del motor M2

ELEMENTO:		Motor M2	
Terminales	Numeración de cableado	Conectado a	Terminales a donde está conectado
1	1J	Bloque 4 de borneras	Bornera 2, abajo
2	2J	Bloque 4 de borneras	Borneras 4, abajo

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-30:** Conexión de borneras bloque 6

ELEMENTO:		BLOQUE 6 DE BORNERAS		
Número de bornera	Extremo de la conexión	Numeración de cableado	Conectado a	Terminales a donde está
1	Arriba	15	Lámpara de señalización H1	X1
		13	Bloque 6 de borneras	Bornera 16, arriba
	Abajo	14	Selector de 2 posiciones SF1	3
2	Arriba	20	Relé electromecánico K1	31(11)
		22	Bloque 6 de borneras	Bornera 7, arriba
	Abajo	21	Selector de 2 posiciones SF2	3
3	Arriba	1	Bloque 3 de borneras	Bornera 2, arriba
	Abajo	2	Selector de 2 posiciones SF3	3
4	Arriba	9	Relé electromecánico K1	21(10)
	Abajo	10	Selector de 2 posiciones SF4	3
5	Arriba	16	Relé electromecánico K5	24(6)
		24	Relé electromecánico K5	34(7)
	Abajo	17	Selector de 2 posiciones SF5	3
6	Arriba	25	Relé electromecánico K5	34(7)
		29	Relé electromecánico K6	12(1)
	Abajo	26	Selector de 2 posiciones SF6	3
7	Arriba	22	Bloque 6 de borneras	Bornera 2, arriba
	Abajo	23	Selector de 2 posiciones SF7	3
8	Arriba	27	Bloque 6 de borneras	Bornera 10, arriba
	Abajo	28	Selector de 2 posiciones SF8	3
9	Arriba	26	Selector de posiciones SF6	4
	Abajo	71	Sensor inductivo SP1	Positivo
10	Arriba	27	Bloque 6 de borneras	Bornera 8, arriba
	Abajo	72	Sensor inductivo SP1	Señal
11	Arriba	I	Relé electromecánico K6	A2(14)
		J	Bloque 6 de borneras	Bornera 14, arriba
	Abajo	73	Sensor inductivo SP1	Negativo
12	Arriba	17	Selector de 2 posiciones SF5	4
		18	Relé electromecánico K3	24(6)
	Abajo	74	Sensor inductivo SP2	Positivo
13	Arriba	18	Relé electromecánico K3	21(10)
		19	Relé electromecánico K4	12(1)
	Abajo	75	Sensor inductivo SP2	Señal
14	Arriba	J	Bloque 6 de borneras	Bornera 11, arriba
		K	Bloque 6 de borneras	Bornera 17, arriba
	Abajo	76	Sensor inductivo SP2	Negativo
15	Arriba	10	Selector de 2 posiciones SF4	4
		11	Relé electromecánico K2	14(5)
	Abajo	77	Sensor inductivo SP3	Positivo
16	Arriba	11	Relé electromecánico K2	11(9)
		13	Bloque 6 de borneras	Bornera 1, arriba
	Abajo	78	Sensor inductivo SP3	Señal
17	Arriba	K	Bloque 6 de borneras	Bornera 14, arriba
	Abajo	79	Sensor inductivo SP3	Negativo

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-31:** Conexión del relé electromecánico K1

<b>ELEMENTO:</b>			
<b>RELÉ ELECTROMECAÁNICO K1</b>			
<b>Terminales</b>	<b>Numeración de cableado</b>	<b>Conectado a</b>	<b>Terminales a donde está conectado</b>
A1(13) (Entrada de la bobina)	8	Relé electromecánico K5	11(9)
A2(14) (Salida de la bobina)	A	Bloque 3 de borneras	Bornera 1, abajo
	B	Relé electromecánico K2	A2(14)
14(5) (Entrada del contacto NO)	7	Pulsador de arranque S1	3
11(9) (Salida del contacto NO)	7	Pulsador de arranque S1	4
24(6) (Entrada del contacto NO)	9	Relé electromecánico K3	11(9)
21(10) (Salida del contacto NO)	9	Bloque 6 de borneras	Bornera 4 arriba
34(7) (Entrada del contacto NO)	19	Relé electromecánico K4	11(9)
31(11) (Salida del contacto NO)	20	Bloque 6 de borneras	Bornera 2, arriba
	24	Relé electromecánico K5	31(11)
44(8) (Entrada del contacto NO)	28	Selector de 2 posiciones SF8	4
41(12) (Salida del contacto NO)	28	Relé electromecánico K4	A1(13)

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-32:** Conexión del relé electromecánico K2

<b>ELEMENTO:</b>			
<b>RELÉ ELECTROMECAÁNICO K2</b>			
<b>Terminales</b>	<b>Numeración de cableado</b>	<b>Conectado a</b>	<b>Terminales a donde está conectado</b>
A1(13) (Entrada de la bobina)	14	Selector de 2 posiciones SF1	4
A2(14) (Salida de la bobina)	B	Relé electromecánico K1	A2(14)
	C	Lámpara de señalización H1	X2
	D	Relé electromecánico K3	A2(14)
14(5) (Entrada del contacto NO)	11	Bloque 6 de borneras	Bornera 15, arriba
11(9) (Salida del contacto NO)	11	Bloque 6 de borneras	Bornera 16, abajo
	12	Relé electromecánico K5	21(10)
24(6) (Entrada del contacto NO)	1A	Bloque 5 de borneras	Bornera 2, arriba
	2A	Relé electromecánico K3	34(7)
21(10) (Salida del contacto NO)	1A	Contactor KM1	A1

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-33:** Conexión del relé electromecánico K3

<b>ELEMENTO:</b>			
<b>RELÉ ELECTROMECAÁNICO K3</b>			
<b>Terminales</b>	<b>Numeración de cableado</b>	<b>Conectado a</b>	<b>Terminales a donde está conectado</b>
A1(13) (Entrada de la bobina)	21	Selector de 2 posiciones SF2	4
A2(14) (Salida de la bobina)	D	Relé electromecánico K2	A2(14)
	E	Lámpara de señalización H2	X2
12(1) (Entrada del contacto NC)	9	Paro de emergencia S02	2
	12	Relé electromecánico K5	24(6)
11(9) (Salida del contacto NC)	9	Relé electromecánico K1	24(6)
24(6) (Entrada del contacto NO)	18	Bloque 6 de borneras	Bornera 12, arriba
21(10) (Salida del contacto NO)	18	Bloque 6 de borneras	Bornera 13, arriba
34(7) (Entrada del contacto NO)	2A	Relé electromecánico K2	24(6)
31(11) (Salida del contacto NO)	2A	Contactor KM2	A1

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-34:** Conexión del relé electromecánico K4

<b>ELEMENTO:</b>			
RELÉ ELECTROMECAÁNICO K4			
Terminales	Numeración de cableado	Conectado a	Terminales a donde está conectado
A1(13) (Entrada de la bobina)	28	Relé electromecánico K1	41(12)
A2(14) (Salida de la bobina)	F	Lámpara de señalización H2	X2
	G	Relé electromecánico K5	A2(14)
12(1) (Entrada del contacto NC)	19	Bloque 6 de borneras	Borneras 13, arriba
11(9) (Salida del contacto NC)	19	Relé electromecánico K1	34(7)

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-35:** Conexión del relé electromecánico K5

<b>ELEMENTO:</b>			
RELÉ ELECTROMECAÁNICO K5			
Terminales	Numeración de cableado	Conectado a	Terminales a donde está conectado
A1(13) (Entrada de la bobina)	32	Pulsador de arranque S2	4
A2(14) (Salida de la bobina)	G	Relé electromecánico K4	A2(14)
	H	Relé electromecánico K6	A2(14)
12(1) (Entrada del contacto NC)	8	Pulsador de arranque S1	4
11(9) (Salida del contacto NC)	8	Relé electromecánico K1	A1(13)
24(6) (Entrada del contacto NO)	12	Relé electromecánico K3	12(1)
	16	Bloque 6 de borneras	Bornera 5, arriba
21(10) (Salida del contacto NO)	12	Relé electromecánico K2	11(9)
34(7) (Entrada del contacto NO)	24	Bloque 6 de borneras	Bornera 5, arriba
	25	Bloque 6 de borneras	Bornera 6, arriba
31(11) (Salida del contacto NO)	24	Relé electromecánico K1	31(11)
44(8) (Entrada del contacto NO)	30	Pulsador de arranque S2	3
41(12) (Salida del contacto NO)	31	Pulsador de arranque S2	4

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-36:** Conexión del relé electromecánico K6

<b>ELEMENTO:</b>			
RELÉ ELECTROMECAÁNICO K6			
Terminales	Numeración de cableado	Conectado a	Terminales a donde está conectado
A1(13) (Entrada de la bobina)	36	Pulsador de arranque S1	4
A2(14) (Salida de la bobina)	H	Relé electromecánico K5	A2(14)
	I	Bloque 6 de borneras	Bornera 11, arriba
12(1) (Entrada del contacto NC)	29	Bloque 6 de borneras	Bornera 6, arriba
	33	Pulsador de arranque S1	3
11(9) (Salida del contacto NC)	29	Pulsador de arranque S2	3
24(6) (Entrada del contacto)	34	Pulsador de arranque S1	3
21(10) (Salida del contacto NO)	35	Pulsador de arranque S1	4

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-37:** Conexión del contactor KM3

<b>ELEMENTO:</b>			
CONTACTOR KM3			
Terminales	Numeración de cableado	Conectado a	Terminales a donde está conectado
A1 (Entrada de la bobina)	67	Lámpara de señalización H5	X1
	IE	Relé electromecánico K7	9
A2 (Salida de la bobina)	69	Lámpara de señalización H5	X2
	2H	Contacto KM4	A2
L1 (Entrada 1 contacto de	1F	Bloque 3 de borneras	Borneras 10, arriba
T1 (Salida 1 contacto de fuerza)	1F	Bloque 4 de borneras	Bornera 1, arriba
L2 (Entrada 2 contacto de	2F	Bloque 3 de borneras	Bornera 5, arriba
T2 (Salida 2 contacto de fuerza)	2F	Bloque 4 de borneras	Bornera 2, arriba

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-38:** Conexión del contactor KM4

ELEMENTO:		CONTACTOR KM4		
Terminales	Numeración de cableado	Conectado a	Terminales a donde está conectado	
A1 (Entrada de la bobina)	68	Lámpara de señalización H6	X1	
	2E	Relé electromecánico K8	9	
A2 (Salida de la bobina)	70	Lámpara de señalización H6	X2	
	1H	Bloque 5 de borneras	Bornera 1, arriba	
	2H	Contacto KM3	A2	
L1 (Entrada 1 contacto de	1G	Bloque 3 de borneras	Bornera 9, arriba	
T1 (Salida 1 contacto de fuerza)	1G	Bloque 4 de borneras	Bornera 3, arriba	
L2 (Entrada 2 contacto de	2G	Bloque 3 de borneras	Bornera 5, arriba	
T2 (Salida 2 contacto de fuerza)	2G	Bloque 4 de borneras	Bornera 4, arriba	

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-39:** Conexión del sensor inductivo SP1

ELEMENTO:		SENSOR INDUCTIVO SP1		
Terminales	Color de cable	Numeración de cableado	Conectado a	Terminales a donde está conectado
Positivo	Café	71	Bloque 6 de borneras	Bornera 9 arriba
Negativo	Azul	73	Bloque 6 de borneras	Bornera 11 arriba
Señal	Negro	72	Bloque 6 de borneras	Bornera 10 arriba

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-40:** Conexión del sensor inductivo SP2

ELEMENTO:		SENSOR INDUCTIVO SP2		
Terminales	Color de cable	Numeración de cableado	Conectado a	Terminales a donde está conectado
Positivo	Café	74	Bloque 6 de borneras	Bornera 12 arriba
Negativo	Azul	76	Bloque 6 de borneras	Bornera 14 arriba
Señal	Negro	75	Bloque 6 de borneras	Bornera 13 arriba

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-41:** Conexión del sensor inductivo SP3

ELEMENTO:		SENSOR INDUCTIVO SP3		
Terminales	Color de cable	Numeración de cableado	Conectado a	Terminales a donde está conectado
Positivo	Café	77	Bloque 6 de borneras	Bornera 15 arriba
Negativo	Azul	79	Bloque 6 de borneras	Bornera 17 arriba
Señal	Negro	78	Bloque 6 de borneras	Bornera 16 arriba

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-42:** Conexión del sensor inductivo SP4

ELEMENTO:		SENSOR INDUCTIVO SP4		
Terminales	Color de cable	Numeración de cableado	Conectado a	Terminales a donde está conectado
Positivo	Café	80	Bloque 2 de borneras	Bornera 4 abajo
Negativo	Azul	81	Bloque 2 de borneras	Bornera 3 abajo
Señal	Negro	82	Bloque 2 de borneras	Bornera 2 abajo

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-43:** Conexión del sensor inductivo SP5

<b>ELEMENTO:</b>				
SENSOR INDUCTIVO SP5				
Terminales	Color de cable	Numeración de cableado	Conectado a	Terminales a donde está conectado
Positivo	Café	83	Bloque 2 de borneras	Bornera 7 abajo
Negativo	Azul	85	Bloque 2 de borneras	Bornera 6 abajo
Señal	Negro	84	Bloque 2 de borneras	Bornera 5 abajo

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-44:** Conexión del sensor inductivo SP6

<b>ELEMENTO:</b>				
SENSOR INDUCTIVO SP6				
Terminales	Color de cable	Numeración de cableado	Conectado a	Terminales a donde está conectado
Positivo	Café	86	Bloque 2 de borneras	Bornera 10 abajo
Negativo	Azul	88	Bloque 2 de borneras	Bornera 9 abajo
Señal	Negro	87	Bloque 2 de borneras	Bornera 8 abajo

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-45:** Conexión del selector 2P-SF1

<b>ELEMENTO:</b>				
SELECTOR DE 2 POSICIONES SF1				
Tipo de cámara	Terminales	Numeración de cableado	Conectado a	Terminales a donde está conectado
NO	3	14	Bloque 6 de borneras	Bornera 1, abajo
	4	14	Relé electromecánico K2	A1(13)

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-46:** Conexión del selector 2P-SF2

<b>ELEMENTO:</b>				
SELECTOR DE 2 POSICIONES SF2				
Tipo de cámara	Terminales	Numeración de cableado	Conectado a	Terminales a donde está conectado
NO	3	21	Bloque 6 de borneras	Bornera 2, abajo
	4	21	Relé electromecánico K3	A1(13)

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-47:** Conexión del selector 2P-SF3

<b>ELEMENTO:</b>				
SELECTOR DE 2 POSICIONES SF3				
Tipo de cámara	Terminales	Numeración de cableado	Conectado a	Terminales a donde está conectado
NO	3	2	Bloque 6 de borneras	Bornera 3, abajo
	4	2	Interruptor electromecánico QA1	Entrada.

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-48:** Conexión del selector 2P-SF4

<b>ELEMENTO:</b>				
SELECTOR DE 2 POSICIONES SF4				
Tipo de cámara	Terminales	Numeración de cableado	Conectado a	Terminales a donde está conectado
NO	3	10	Bloque 6 de borneras	Bornera 4 abajo
	4	10	Bloque 6 de borneras	Bornera 15 arriba

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-49:** Conexión del selector 2P-SF5

ELEMENTO:	SELECTOR DE 2 POSICIONES SF5			
Tipo de cámara	Terminales	Numeración de cableado	Conectado a	Terminales a donde está conectado
NO	3	17	Bloque 6 de borneras	Bornera 5 abajo
	4	17	Bloque 6 de borneras	Bornera 12, arriba

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-50:** Conexión del selector 2P-SF6

ELEMENTO:	SELECTOR DE 2 POSICIONES SF6			
Tipo de cámara	Terminales	Numeración de cableado	Conectado a	Terminales a donde está conectado
NO	3	26	Bloque 6 de borneras	Bornera 6 abajo
	4	26	Bloque 6 de borneras	Bornera 9 arriba

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-51:** Conexión del selector 2P-SF7

ELEMENTO:	SELECTOR DE 2 POSICIONES SF7			
Tipo de cámara	Terminales	Numeración de cableado	Conectado a	Terminales a donde está conectado
NO	3	23	Bloque 6 de borneras	Bornera 7 abajo
	4	23	Lámpara de señalización H2	X1

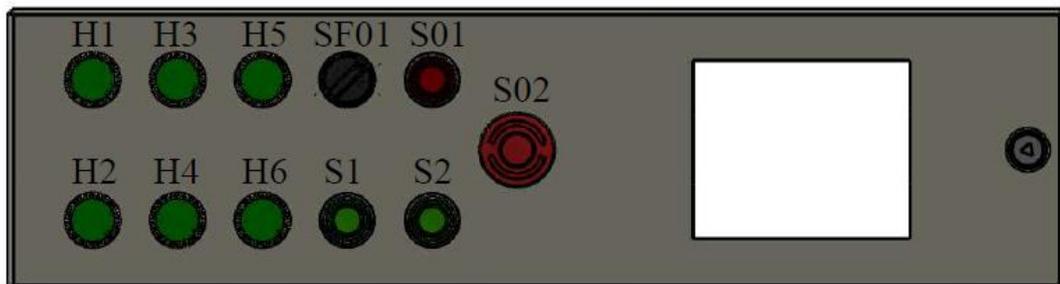
Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-52:** Conexión del selector 2P-SF8

ELEMENTO:	SELECTOR DE 2 POSICIONES SF8			
Tipo de cámara	Terminales	Numeración de cableado	Conectado a	Terminales a donde está conectado
NO	3	28	Bloque 6 de borneras	Bornera 8 abajo
	4	28	Relé electromecánico K1	44(8)

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

Es importante mencionar que para el encendido y apagado de ambos sistemas solo se tiene un solo sitio de control, proporciona un interfaz consolidada y eficiente en la gestión del sistema de control del módulo de banda transportadora, como muestra la ilustración 3-29.



**Ilustración 3-29:** Designación de elementos en el panel de control

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-53:** Conexión del selector 3P-SF01

<b>ELEMENTO:</b>				
SELECTOR DE 3 POSICIONES SF01				
Tipo de cámara	Terminales	Numeración de cableado	Conectado a	Terminales a donde está conectado
NO	3	37	Fuente de Poder AC/DC 5A 24 VDC	+V
	4	38	Interruptor electromecánico QA2	Entrada
		40	Pulsador de arranque S1	3
		54	Bloque 1 de borneras	Bornera 18, arriba
NO	3	3	Interruptor electromecánico QA1	3
	4	4	Pulsador de paro S01	1

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-54:** Conexión del pulsador de arranque S1

<b>ELEMENTO:</b>				
PULSADOR DE ARRANQUE S1				
Tipo de cámara	Terminales	Numeración de cableado	Conectado a	Terminales a donde está conectado
NO	3	34	Relé electromecánico K6	24(6)
		33	Relé electromecánico K6	12(1)
		7	Relé electromecánico K1	14(5)
		6	Paro de emergencia S02	2
	4	7	Relé electromecánico K1	11(9)
		8	Relé electromecánico K5	12(1)
		35	Relé electromecánico K6	21(10)
		36	Relé electromecánico K6	A1(13)
NO	3	40	Selector de 3 posiciones SF01	4
		41	Pulsador de arranque S2	3
	4	47	Bloque 1 de borneras	Bornera 8, abajo

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-55:** Conexión del pulsador de arranque S2

<b>ELEMENTO:</b>				
PULSADOR DE ARRANQUE S2				
Tipo de cámara	Terminales	Numeración de cableado	Conectado a	Terminales a donde está conectado
NO	3	29	Relé electromecánico K6	11(9)
		30	Relé electromecánico K5	44(8)
	4	31	Relé electromecánico K5	41(12)
		32	Relé electromecánico K5	A1(13)
NO	3	41	Pulsador de arranque S1	3
		42	Pulsador de paro S01	3
	4	48	Bloque 1 de borneras	Bornera 7, abajo

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-56:** Conexión del pulsador de paro S01

<b>ELEMENTO:</b>				
PULSADOR DE PARO S01				
Tipo de cámara	Terminales	Numeración de cableado	Conectado a	Terminales a donde está conectado
NC	1	65	Lámpara de señalización H3	X1
		4	Selector de 3 posiciones SF01	3
	2	5	Paro de emergencia S02	1
NO	3	42	Pulsador de arranque S2	3
		43	Bloque 2 de borneras	Bornera 10, arriba
	4	49	Bloque 1 de borneras	Bornera 6, abajo

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-57:** Conexión del pulsador de emergencia S02

<b>ELEMENTO:</b>				
PARO DE EMERGENCIA S02				
<b>Tipo de cámara</b>	<b>Terminales</b>	<b>Numeración de cableado</b>	<b>Conectado a</b>	<b>Terminales a donde está conectado</b>
NC	1	5	Pulsador de paro S01	2
	2	9	Relé electromecánico K3	12(1)
		6	Pulsador de arranque S1	3
NO	3	46	Bloque 2 de borneras	Bornera 4, arriba
	4	53	Bloque 1 de borneras	Bornera 2, abajo

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-58:** Conexión de la lámpara de señalización H1

<b>ELEMENTO:</b>			
LÁMPARA DE SEÑALIZACIÓN H1			
<b>Terminales</b>	<b>Numeración de cableado</b>	<b>Conectado a</b>	<b>Terminales a donde está conectado</b>
X1 (Entrada)	15	Bloque 6 de borneras	Bornera 1, arriba
X2 (Salida)	C	Relé electromecánico K2	A2(14)

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-59:** Conexión de la lámpara de señalización H2

<b>ELEMENTO:</b>			
LÁMPARA DE SEÑALIZACIÓN H2			
<b>Terminales</b>	<b>Numeración de cableado</b>	<b>Conectado a</b>	<b>Terminales a donde está conectado</b>
X1 (Entrada)	23	Selector de 2 posiciones SF7	4
X2 (Salida)	E	Relé electromecánico K3	A2(14)
	F	Relé electromecánico K4	A2(14)

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-60:** Conexión de la lámpara de señalización H3

<b>ELEMENTO:</b>			
LÁMPARA DE SEÑALIZACIÓN H3			
<b>Terminales</b>	<b>Numeración de cableado</b>	<b>Conectado a</b>	<b>Terminales a donde está conectado</b>
X1 (Entrada)	65	Pulsador de paro S01	1
X2 (Salida)	63	Bloque 2 de borneras	Bornera 1, arriba

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-61:** Conexión de la lámpara de señalización H4

<b>ELEMENTO:</b>			
LÁMPARA DE SEÑALIZACIÓN H4			
<b>Terminales</b>	<b>Numeración de cableado</b>	<b>Conectado a</b>	<b>Terminales a donde está conectado</b>
X1 (Entrada)	66	Bloque 1 de borneras	Bornera 10, arriba
X2 (Salida)	64	Bloque 2 de borneras	Bornera 1, arriba

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-62:** Conexión de la lámpara de señalización H5

<b>ELEMENTO:</b>			
LÁMPARA DE SEÑALIZACIÓN H5			
<b>Terminales</b>	<b>Numeración de cableado</b>	<b>Conectado a</b>	<b>Terminales a donde está conectado</b>
X1 (Entrada)	67	Contactador KM3	A1
X2 (Salida)	69	Contactador KM3	A2

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-63:** Conexión de la lámpara de señalización H6

ELEMENTO:	LÁMPARA DE SEÑALIZACIÓN H6		
Terminales	Numeración de cableado	Conectado a	Terminales a donde está conectado
X1 (Entrada)	68	Contactador KM4	A1
X2 (Salida)	70	Contactador KM4	A2

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

### 3.8.2.3. Descripción de función en cada conexión

Las siguientes tablas, describe la función de cada conexión de la ilustración 3-.26, que interviene en la parte interna del circuito.

**Tabla 3-64:** Función en las conexiones de la fuente de poder AC/DC (FP)

ELEMENTO:	FUENTE DE PODER AC/DC 5A 24VDC
Terminales	Función
+V	Alimentar el circuito de control electromecánico.
+V	Alimentar el circuito de control electromecánico
-V	Alimentar el circuito de control automático
-V	Alimentar el circuito de control automático
N	Recibir los 120 V del toma corriente, para la conversión.
L	Recibir los 120 V del toma corriente, para la conversión.

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-65:** Función en las conexiones de la red eléctrica

ELEMENTO:	FUENTE 120V
Terminales	Función
Línea	Alimentar el sistema de potencia del módulo y la entrada del convertidor AC/DC
Neutro	Alimentar el sistema de potencia del módulo y la entrada del convertidor AC/DC

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-66:** Función en las conexiones del interruptor automático QA1

ELEMENTO:	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO QA1
Terminales	Función
Entrada	Recibir los 24V DC de entrada para el circuito electromecánico.
Salida	Distribuir los 24V DC para el circuito electromecánico.

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-67:** Función en las conexiones del interruptor automático QA2

ELEMENTO:	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO QA2
Terminales	Función
Entrada	Recibir los 24V DC de entrada para el circuito automático.
Salida	Distribuir los 24V DC para el circuito automático.

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-68:** Función en las conexiones del autómata programable

<b>ELEMENTO:</b>	<b>AUTÓMATA PROGRAMABLE</b>
<b>Terminales</b>	<b>Función</b>
L	Alimentar a 24V DC el sistema (línea).
N	Alimentar a 24V DC el sistema (neutro).
I1	Conexión de la salida del pulsador de arranque S1
I2	Conexión de la salida del pulsador de arranque S2
I3	Conexión de la salida del pulsador de paro S0
I4	Conexión de la señal del sensor SP4
I5	Conexión de la señal del sensor SP5
I6	Conexión de la señal del sensor SP6
I7	Conexión de la salida del pulsador de paro de emergencia S02
I8	Conexión al bloque 1 de bornera , bornera 1, arriba
Q1.1	Conexión a la alimentación 24VDC
Q1.2	Conexión a la entrada de la bobina del relé electromecánico K7
Q2.1	Conexión a la alimentación 24VDC
Q2.2	Conexión a la entrada de la bobina del relé electromecánico K8
Q3.1	Conexión al bloque 1 de bornera , bornera 14, arriba
Q3.2	Conexión al bloque 1 de bornera , bornera 13, arriba
Q4.1	Conexión al bloque 1 de bornera , bornera 12, arriba
Q4.2	Conexión al bloque 1 de bornera , bornera 11, arriba

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-69:** Función en las conexiones del relé electromecánico K1

<b>ELEMENTO:</b>	<b>RELÉ ELECTROMECAÁNICO K1</b>	
<b>Terminales</b>	<b>Numeración de cableado</b>	<b>Función</b>
A1(13) (Entrada de la bobina)	8	Alimentar a la bobina K1 (Línea)
A2(14) (Salida de la bobina)	A	Alimentar a la bobina K1 (Neutro)
	B	Puente de alimentación a la bobina K2 (Neutro)
14(5) (Entrada del contacto NO)	7	Autorretención de la bobina K1
11(9) (Salida del contacto NO)	7	
24(6) (Entrada del contacto NO)	9	Permitir el paso de la corriente cuando K1 es alimentada (Línea de conexión K1)
21(10) (Salida del contacto NO)	9	
34(7) (Entrada del contacto NO)	19	Permitir el paso de la corriente cuando K1 es alimentada (Línea de conexión K3)
31(11) (Salida del contacto NO)	20	
	24	
44(8) (Entrada del contacto NO)	28	Permitir el paso de la corriente cuando K1 es alimentada (Línea de conexión K4)
41(12) (Salida del contacto NO)	28	

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-70:** Función en las conexiones del relé electromecánico K2

<b>ELEMENTO:</b>	<b>RELÉ ELECTROMECAÁNICO K2</b>	
<b>Terminales</b>	<b>Numeración de cableado</b>	<b>Función</b>
A1(13) (Entrada de la bobina)	14	Alimentar a la bobina K2 (Línea)
A2(14) (Salida de la bobina)	B	Alimentar a la bobina K2 (Neutro)
	C	Alimentar a la salida de H1
	D	Puente de alimentación a la bobina K3 (Neutro)
14(5) (Entrada del contacto NO)	11	Autorretención de la bobina K2
11(9) (Salida del contacto NO)	11	
	12	
24(6) (Entrada del contacto NO)	1A	Permitir el paso de la corriente de 120VAC, para alimentar la bobina de KM1
	2A	
21(10) (Salida del contacto NO)	1A	

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-71:** Función en las conexiones del relé electromecánico K3

ELEMENTO:		RELÉ ELECTROMECAÁNICO K3	
Terminales	Numeración de cableado	Función	
A1(13) (Entrada de la bobina)	21	Alimentar a la bobina K3 (Línea)	
A2(14) (Salida de la bobina)	D	Puente de alimentación a la bobina K2	
	E	Alimentar a la salida de H2	
12(1) (Entrada del contacto NC)	9	Permitir el paso de la corriente cuando K3 es alimentada (Línea de conexión K2)	
	12		
11(9) (Salida del contacto NC)	9	Permitir el paso de la corriente cuando K3 es alimentada (Línea de conexión K3)	
24(6) (Entrada del contacto	18		
21(10) (Salida del contacto NO)	18		
34(7) (Entrada del contacto	2A	Permitir el paso de la corriente de 120VAC, para alimentar la bobina de KM2	
31(11) (Salida del contacto NO)	2A		

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-72:** Función en las conexiones del relé electromecánico K4

ELEMENTO:		RELÉ ELECTROMECAÁNICO K4	
Terminales	Numeración de cableado	Función	
A1(13) (Entrada de la bobina)	28	Alimentar a la bobina K4 (Línea)	
A2(14) (Salida de la bobina)	F	Alimentar a la salida de H2	
	G	Puente de alimentación a la bobina K5	
12(1) (Entrada del contacto NC)	19	Permitir el paso de la corriente cuando K4 es alimentada (Línea de conexión K3)	
11(9) (Salida del contacto NC)	19		

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-73:** Función en las conexiones del relé electromecánico K5

ELEMENTO:		RELÉ ELECTROMECAÁNICO K5	
Terminales	Numeración de cableado	Función	
A1(13) (Entrada de la bobina)	32	Alimentar a la bobina K5 (Línea)	
A2(14) (Salida de la bobina)	G	Puente de alimentación a la bobina K4 (Neutro)	
	H	Puente de alimentación a la bobina K6 (Neutro)	
12(1) (Entrada del contacto NC)	8	Permitir el paso de la corriente cuando K5 es alimentada (Línea de conexión K1)	
11(9) (Salida del contacto NC)	8		
24(6) (Entrada del contacto NO)	12	Permitir el paso de la corriente cuando K5 es alimentada (Línea de conexión K2)	
	16		
21(10) (Salida del contacto NO)	12		
34(7) (Entrada del contacto NO)	24	Permitir el paso de la corriente cuando K5 es alimentada (Línea de conexión K3)	
	25		
31(11) (Salida del contacto NO)	24	Autorretención de la bobina K5	
44(8) (Entrada del contacto NO)	30		
41(12) (Salida del contacto NO)	31		

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-74:** Función en las conexiones del relé electromecánico K6

ELEMENTO:		RELÉ ELECTROMECAÁNICO K6	
Terminales	Numeración de	Función	
A1(13) (Entrada de la bobina)	36	Alimentar a la bobina K6 (Línea)	
A2(14) (Salida de la bobina)	H	Puente de alimentación a la bobina K5 (Neutro)	
	I	Conexión al bloque 6 de bornera , bornera 11, arriba	
12(1) (Entrada del contacto NC)	29	Permitir el paso de la corriente cuando K6 es alimentada (Línea de conexión K5)	
	33		
11(9) (Salida del contacto NC)	29	Autorretención de la bobina K6	
24(6) (Entrada del contacto NO)	34		
21(10) (Salida del contacto NO)	35		

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-75:** Función en las conexiones del relé electromecánico K7

RELÉ ELECTROMECAÁNICO K7		
ELEMENTO:	RELÉ ELECTROMECAÁNICO K7	
Terminales	Numeración de	Función
A1(13) (Entrada de la bobina)	58	Alimentar a la bobina K7 (Línea)
A2(14) (Salida de la bobina)	O	Puente de alimentación a la bobina K8 (Neutro)
5 (Entrada del contacto NO)	1E	Permitir el paso de la corriente de 120VAC, para alimentar la bobina de KM3
	2E	
9 (Salida del contacto NO)	1E	

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-76:** Función en las conexiones del relé electromecánico K8

RELÉ ELECTROMECAÁNICO K8		
ELEMENTO:	RELÉ ELECTROMECAÁNICO K8	
Terminales	Numeración de	Función
A1(13) (Entrada de la bobina)	61	Alimentar a la bobina K8 (Línea)
A2(14) (Salida de la bobina)	N	Alimentar a la bobina K8 (Neutro)
	O	Puente de alimentación a la bobina K7 (Neutro)
5 (Entrada del contacto NO)	2E	Permitir el paso de la corriente de 120VAC, para alimentar la bobina de KM4
9 (Salida del contacto NO)	2E	

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-77:** Función en las conexiones del contactor KM1

CONTACTOR KM1		
ELEMENTO:	CONTACTOR KM1	
Terminales	Numeración de cableado	Función
A1 (Entrada de la bobina)	1A	Alimentar a la bobina KM1 (Línea)
A2 (Salida de la bobina)	1B	Alimentar a la bobina KM1 (Neutro)
	2B	Puente de alimentación a la bobina KM2
L1 (Entrada 1 contacto de fuerza)	1C	Permitir el paso de 120VAC (Línea), para M1
T1 (Salida 1 contacto de fuerza)	1C	
L2 (Entrada 2 contacto de fuerza)	2C	Permitir el paso de 120VAC (Neutro), para M1
T2 (Salida 2 contacto de fuerza)	2C	

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-78:** Función en las conexiones del contactor KM2

CONTACTOR KM2		
ELEMENTO:	CONTACTOR KM2	
Terminales	Numeración de cableado	Función
A1 (Entrada de la bobina)	2A	Alimentar a la bobina KM2 (Línea)
A2 (Salida de la bobina)	2B	Puente de alimentación a la bobina KM1 (Neutro)
L1 (Entrada 1 contacto de	1D	Permitir el paso de 120VAC (Línea), para M2
T1 (Salida 1 contacto de	1D	
L2 (Entrada 2 contacto de	2D	Permitir el paso de 120VAC (Neutro), para M2
T2 (Salida 2 contacto de	2D	

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-79:** Función en las conexiones del contactor KM3

CONTACTOR KM3		
ELEMENTO:	CONTACTOR KM3	
Terminales	Numeración de	Función
A1 (Entrada de la bobina)	67	Alimentar a la entrada de H5
	1E	Alimentar a la bobina KM3 (Línea)
A2 (Salida de la bobina)	69	Alimentar a la salida de H5
	2H	Puente de alimentación a la bobina KM4 (Neutro)
L1 (Entrada 1 contacto de fuerza)	1F	Permitir el paso de 120VAC (Línea), para M1
T1 (Salida 1 contacto de fuerza)	1F	
L2 (Entrada 2 contacto de fuerza)	2F	Permitir el paso de 120VAC (Neutro), para M1
T2 (Salida 2 contacto de fuerza)	2F	

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-80:** Función en las conexiones del contactor KM4

ELEMENTO:		CONTACTOR KM4	
Terminales	Numeración de	Función	
A1 (Entrada de la bobina)	68	Alimentar a la entrada de H6	
	2E	Alimentar a la bobina KM4 (Línea)	
A2 (Salida de la bobina)	70	Alimentar a la salida de H6	
	1H	Alimentar a la bobina KM4 (Neutro)	
	2H	Puente de alimentación a la bobina KM4 (Neutro)	
L1 (Entrada 1 contacto de fuerza)	1G	Permitir el paso de 120VAC (Línea), para M2	
T1 (Salida 1 contacto de fuerza)	1G		
L2 (Entrada 2 contacto de fuerza)	2G	Permitir el paso de 120VAC (Neutro), para M2	
T2 (Salida 2 contacto de fuerza)	2G		

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-81:** Función en las conexiones del motor M1

ELEMENTO:		MOTOR M1	
Terminales	Numeración de cableado	Función	
1	1I	Alimentar a M1 (Línea)	
2	2I	Alimentar a M1 (Neutro)	

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-82:** Función en las conexiones del motor M2

ELEMENTO:		MOTOR M2	
Terminales	Numeración de cableado	Función	
1	1J	Alimentar a M2 (Línea)	
2	2J	Alimentar a M2 (Neutro)	

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-83:** Función en las conexiones del sensor inductivo SP1

ELEMENTO:		SENSOR INDUCTIVO SP1		
Terminales	Color de cable	Numeración de cableado	Función	
Positivo	Café	71	Alimentar a SP1(Línea)	
Negativo	Azul	73	Alimentar a SP1(Neutro)	
Señal	Negro	72	Permitir el paso de 24VDC (Línea de conexión K4)	

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-84:** Función en las conexiones del sensor inductivo SP2

ELEMENTO:		SENSOR INDUCTIVO SP2		
Terminales	Color de cable	Numeración de cableado	Función	
Positivo	Café	74	Alimentar a SP2(Línea)	
Negativo	Azul	76	Alimentar a SP2(Neutro)	
Señal	Negro	75	Permitir el paso de 24VDC (Línea de conexión K3)	

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-85:** Función en las conexiones del sensor inductivo SP3

ELEMENTO:		SENSOR INDUCTIVO SP3		
Terminales	Color de cable	Numeración de cableado	Función	
Positivo	Café	77	Alimentar a SP3(Línea)	
Negativo	Azul	79	Alimentar a SP3(Neutro)	
Señal	Negro	78	Permitir el paso de 24VDC (Línea de conexión K2)	

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-86:** Función en las conexiones del sensor inductivo SP4

ELEMENTO:	SENSOR INDUCTIVO SP4		
Terminales	Color de cable	Numeración de cableado	Función
Positivo	Café	80	Alimentar a SP4(Línea)
Negativo	Azul	81	Alimentar a SP4(Neutro)
Señal	Negro	82	Permitir el paso de 24VDC (Conexión a I4)

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-87:** Función en las conexiones del sensor inductivo SP5

ELEMENTO:	SENSOR INDUCTIVO SP5		
Terminales	Color de cable	Numeración de cableado	Función
Positivo	Café	83	Alimentar a SP5(Línea)
Negativo	Azul	85	Alimentar SP5(Neutro)
Señal	Negro	84	Permitir el paso de 24VDC (Conexión a I5)

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-88:** Función en las conexiones del sensor inductivo SP6

ELEMENTO:	SENSOR INDUCTIVO SP6		
Terminales	Color de cable	Numeración de cableado	Función
Positivo	Café	86	Alimentar a SP6(Línea)
Negativo	Azul	88	Alimentar a SP6(Neutro)
Señal	Negro	87	Permitir el paso de 24VDC (Conexión a I6)

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-89:** Función en las conexiones del selector 2P-SF1

ELEMENTO:	SELECTOR DE 2 POSICIONES SF1		
Tipo de cámara	Terminales	Numeración de cableado	Función
NO	3	14	Permitir el paso de la corriente a la bobina K2
	4	14	

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-90:** Función en las conexiones del selector 2P-SF2

ELEMENTO:	SELECTOR DE 2 POSICIONES SF2		
Tipo de cámara	Terminales	Numeración de cableado	Función
NO	3	21	Permitir el paso de la corriente a la bobina K3
	4	21	

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-91:** Función en las conexiones del selector 2P-SF3

ELEMENTO:	SELECTOR DE 2 POSICIONES SF3		
Tipo de cámara	Terminales	Numeración de cableado	Función
NO	3	2	Permitir el paso de la corriente a la bobina QA1
	4	2	

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-92:** Función en las conexiones del selector 2P-SF4

ELEMENTO:	SELECTOR DE 2 POSICIONES SF4		
Tipo de cámara	Terminales	Numeración de cableado	Función
NO	3	10	Permitir el paso de la corriente a SP3
	4	10	

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-93:** Función en las conexiones del selector 2P-SF5

ELEMENTO: SELECTOR DE 2 POSICIONES SF5			
Tipo de cámara	Terminales	Numeración de cableado	Función
NO	3	17	Permitir el paso de la corriente a SP2
	4	17	

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-94:** Función en las conexiones del selector 2P-SF6

ELEMENTO: SELECTOR DE 2 POSICIONES SF6			
Tipo de cámara	Terminales	Numeración de cableado	Función
NO	3	26	Permitir el paso de la corriente a SP1
	4	26	

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-95:** Función en las conexiones del selector 2P-SF7

ELEMENTO: SELECTOR DE 2 POSICIONES SF7			
Tipo de cámara	Terminales	Numeración de cableado	Función
NO	3	23	Permitir el paso de la corriente a H2
	4	23	

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-96:** Función en las conexiones del selector 2P-SF8

ELEMENTO: SELECTOR DE 2 POSICIONES SF8			
Tipo de cámara	Terminales	Numeración de cableado	Función
NO	3	28	Permitir el paso de la corriente al contacto de K1(Terminal 44 8 - 41(12))
	4	28	

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-97:** Función en las conexiones de la lámpara de señalización H1

ELEMENTO: LÁMPARA DE SEÑALIZACIÓN H1		
Terminales	Numeración de cableado	Función
X1 (Entrada)	15	Alimentar H1 (Línea)
X2 (Salida)	C	Alimentar H1 (Neutro)

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-98:** Función en las conexiones de la lámpara de señalización H2

ELEMENTO: LÁMPARA DE SEÑALIZACIÓN H2		
Terminales	Numeración de cableado	Función
X1 (Entrada)	23	Alimentar H2 (Línea)
X2 (Salida)	E	Alimentar H2 (Neutro)
	F	

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-99:** Función en las conexiones de la lámpara de señalización H3

ELEMENTO: LÁMPARA DE SEÑALIZACIÓN H3		
Terminales	Numeración de	Función
X1 (Entrada)	65	Alimentar H3 (Línea)
X2 (Salida)	63	Alimentar H3 (Neutro)

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-100:** Función en las conexiones de la lámpara de señalización H4

ELEMENTO:		
LÁMPARA DE SEÑALIZACIÓN H4		
Terminales	Numeración de cableado	Función
X1 (Entrada)	66	Alimentar a H4 (Línea)
X2 (Salida)	64	Alimentar a H4 (Neutro)

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-101:** Función en las conexiones de la lámpara de señalización H5

ELEMENTO:		
LÁMPARA DE SEÑALIZACIÓN H5		
Terminales	Numeración de cableado	Función
X1 (Entrada)	67	Alimentar H5 (Línea)
X2 (Salida)	69	Alimentar H5 (Neutro)

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-102:** Función en las conexiones de la lámpara de señalización H6

ELEMENTO:		
LÁMPARA DE SEÑALIZACIÓN H6		
Terminales	Numeración de cableado	Función
X1 (Entrada)	68	Alimentar H6 (Línea)
X2 (Salida)	70	Alimentar H6 (Neutro)

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-103:** Función en las conexiones del selector 3P-SF01

ELEMENTO:			
SELECTOR DE 3 POSICIONES SF01			
Tipo de cámara	Terminales	Numeración de cableado	Función
NO	3	37	Ingresar 24VCD al circuito electromecánico
	4	38	Permitir el paso de corriente en QA2
		40	Permitir el paso de corriente en S1
		54	Permitir el paso de corriente de 24VDC, para el circuito automático
NO	3	3	Recibir el flujo de corriente de QA1
	4	4	Permitir el paso de corriente en S01

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-104:** Función en las conexiones del pulsador de arranque S1

ELEMENTO:			
PULSADOR DE ARRANQUE S1			
Tipo de cámara	Terminales	Numeración de cableado	Función
NO	3	34	Permitir el paso de la corriente a la entrada del contacto de K6 (terminal 24 6)
		33	Puente de alimentación al contacto de la bobina K6(Línea)
		7	Permitir el paso de la corriente a la entrada del contacto de K1 (terminal 14 5)
		6	Tomar la corriente que pasa por el pulsador de paro de emergencia S02
	4	7	Paso de la corriente por la conexión en paralelo a K1
		8	Paso de la corriente por la conexión en paralelo a un contacto K5 y a la bobina K5
		35	Paso de la corriente por la conexión en paralelo a un contacto K6 y a la bobina K6
		36	Permitir el paso de la corriente a la entrada de la bobina K6
NO	3	40	Permitir el paso de la alimentación por medio de un puente con SF01 (Línea)
		41	Permitir el paso de la alimentación por medio de un puente con S2 (Línea)
	4	47	Permitir el paso de corriente a la bornera 8, abajo del bloque 1 de borneras

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-105:** Función en las conexiones del pulsador de arranque S2

ELEMENTO: PULSADOR DE ARRANQUE S2			
Tipo de cámara	Terminales	Numeración de cableado	Función
NO	3	29	Permitir el paso de la corriente a la salida del contacto K6 (11(9))
		30	Permitir el paso de la corriente a la entrada del contacto K5 (44(8))
	4	31	Permitir el paso de la corriente a la entrada del contacto K5 (Terminal 41(12))
		32	Permitir el paso de la corriente a la entrada de la bobina K5
NO	3	41	Alimentar a la entrada de S1
		42	Alimentar a la entrada de S01
	4	48	Permitir el paso de corriente a la bornera 7, abajo del bloque 1 de borneras

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-106:** Función en las conexiones del pulsador de paro S01

ELEMENTO: PULSADOR DE PARO S01			
Tipo de cámara	Terminales	Numeración de cableado	Función
NC	1	65	Alimentar a la entrada de H3
		4	Permitir el paso de la alimentación por medio de un puente con SF01 (Línea)
	2	5	Alimentar a la entrada de S02
NO	3	42	Alimentar a la entrada de S2
		43	Permitir el paso de corriente a la bornera 10, arriba del bloque 2 de borneras
	4	49	Permitir el paso de corriente a la bornera 6, abajo del bloque 1 de borneras

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 3-107:** Función en las conexiones del pulsador de emergencia S02

ELEMENTO: PARO DE EMERGENCIA S02			
Tipo de cámara	Terminales	Numeración de cableado	Función
NC	1	5	Alimentar a la salida de S01
	2	9	Alimentar a la entrada del contacto K3 (Terminal 12(1))
		6	Alimentar a la entrada de S1
NO	3	46	Permitir el paso de corriente a la bornera 4, arriba del bloque 2 de borneras
	4	53	Permitir el paso de corriente a la bornera 2 abajo del bloque 1 de borneras

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

#### 3.8.2.4. Proceso de cableado eléctrico

Identificados los puntos de conexión entre elementos, se procedió a realizar el cableado eléctrico del sistema, siguiendo los siguientes pasos:

- a) En primera instancia, se identificó los equipos de seguridad y herramientas necesarios para llevar a cabo la tarea de manera efectiva. La tabla 3-108, detalla los equipos y herramientas

**Tabla 3-108:** Proceso de cableado eléctrico

EQUIPOS DE SEGURIDAD	HERRAMIENTAS
Guantes dieléctricos Mandil Gafas de protección	Ponchadora Peladora de cable Estilete Cortadora de cable Destornillador plano y estrella

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

- b) Utilizando el diagrama de distribución y conexión del sistema presentado en la ilustración 3-26 como guía, se inicia conectando la fuente de poder AC/DC y los interruptores automáticos. Luego, se procede con la sección electromecánica y, posteriormente, con la automática. Todas las conexiones de los elementos se dirigen directamente a las borneras.



**Ilustración 3-30:** Cableado eléctrico en el sistema de control

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

Conforme se va conectando, se coloca etiquetas de papel, para prevenir errores en el proceso de cableado.

- c) Finalizado las conexiones en el sistema de control, se procede a conectar los motores y sensores en el espacio designado en las borneras de los dos tableros.



**Ilustración 3-31:** Conexión de sensores y motores

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

- d) Se organiza el cableado utilizando amaras plástica y coloca etiquetas de vinilo en las diversas conexiones previamente identificadas de los elementos. Es importante mencionar que se establece etiquetas rojas para la línea y grises para el neutro.



**Ilustración 3-32:** Señalización de cables

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

- e) Finalmente, se conecta la fuente de poder AC/DC, a la red eléctrica.



**Ilustración 3-33:** Conexión a la red eléctrica

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

Es importante destacar que antes de energizar el módulo, se debe verificar la ausencia de posibles desconexiones y asesorarse que la conexión de los sensores sea la correcta. La ilustración 3-34, muestra el cableado eléctrico del módulo.



**Ilustración 3-34:** Montaje final del sistema.

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

### 3.9. Automatización del módulo

La automatización del módulo debe funcionar y seguir la misma secuencia descrita en el punto 3.1.1. Por lo tanto, el autómata programable en el tablero automático debe configurarse para que cumplir este propósito.

#### 3.9.1. Programación del autómata programable.

Al ser un módulo de enseñanza, la programación se comienza designado la secuencia de manera literal, planteándola como un problema a resolverse para luego desarrollarlo hasta alcanzar el funcionamiento esperado, tal como muestra la tabla 3-109.

**Tabla 3-109:** Problema de automatización.

<b>PROBLEMA DE AUTOMATIZACIÓN</b>	
El sistema está dividido en 2 secciones, el arranque manual y el automático.	
<b>Arranque manual</b>	Al presionar el pulsante S1 se activa la secuencia manual, cuando el sensor A es activado, se enciende el relé electromecánico K7, luego cuando el sensor B es activado el relé electromecánico K7 se apaga y se enciende el relé electromecánico K8, cuando el sensor C se activa se apaga el relé electromecánico K8, y el sistema se reinicia a menos que se presione el pulsante S01 o el paro de emergencia S02.
<b>Arranque automático</b>	Al pulsar el pulsante S2 se activa la secuencia automática, provocando que se enciendan los 2 relé electromecánicos K7 y K8, para desactivar este arranque se puede pulsar el pulsante S01 o el paro de emergencia S02.

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

El siguiente paso es crear la lista de asignaciones, considerando las conexiones de las entradas y salidas del autómata programable descritas en la tabla 3-7 y 3-8. Se utilizan 5 etapas y, por lo tanto, 6 memorias, como indica la tabla 3-110.

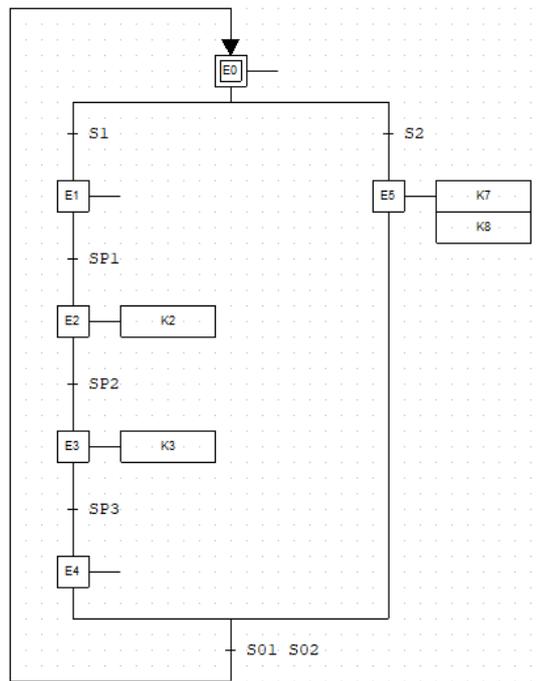
**Tabla 3-110:** Lista de asignaciones.

<b>LISTA DE ASIGNACIONES</b>		
<b>ENTRADAS</b>	<b>SALIDAS</b>	<b>ETAPAS/MEMORIAS</b>
S1 = I1	K1 = Q1	E0 = M1
S2 = I2	K2 = Q2	E1 = M2
S01 = I3		E3 = M3
SP1 = I4		E4 = M4
SP2 = I5		E5 = M5
SP3 = I6		
S02 = I7		

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

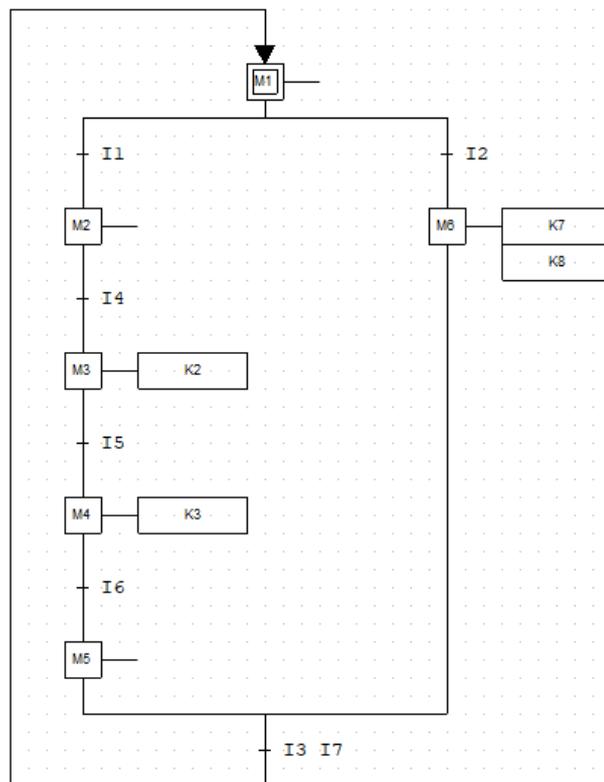
Definida la lista de asignaciones, se elabora los Grafcet. La ilustración 3-35, muestra el Grafcet

de primer nivel y la ilustración 3-36, el Grafcet de segundo nivel.



**Ilustración 3-35:** Grafcet de primer nivel

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.



**Ilustración 3-36:** Grafcet de segundo nivel

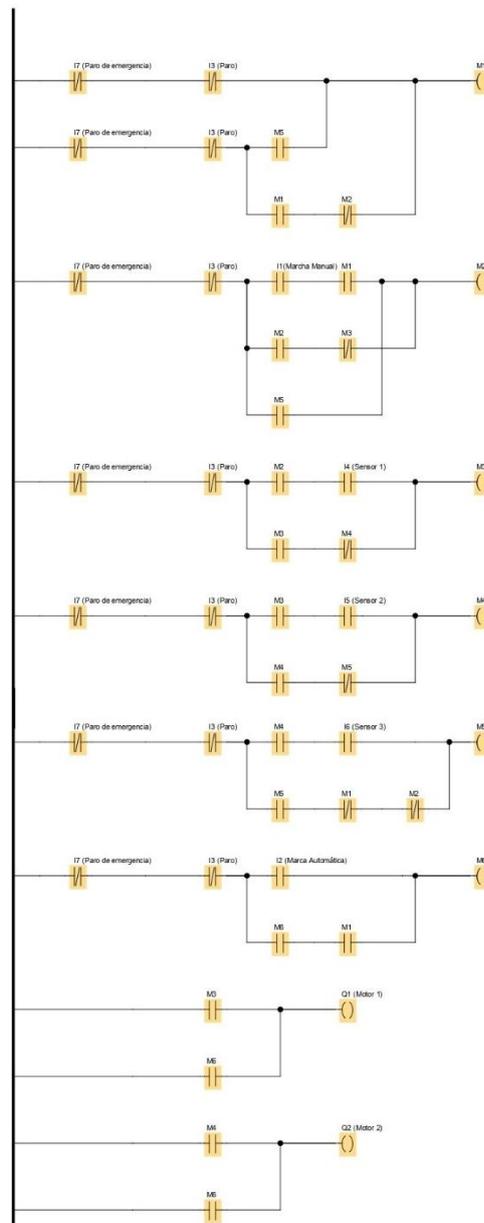
Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

Con el Grafcet de segundo nivel se generan las ecuaciones para la programación del sistema automático. La tabla 3-111, describe las ecuaciones de programación.

**Tabla 3-111:** Ecuaciones para la programación.

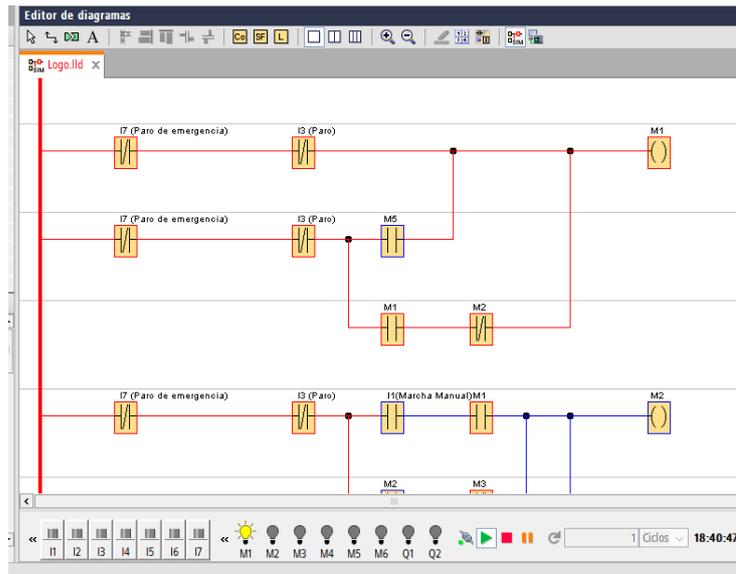
ECUACIONES PARA LA PROGRAMACIÓN			
MEMORIAS	ECUACIONES	SALIDAS	ECUACIONES
M1	$M5 + M1 * \overline{M2}$	Q1	$M3 + M6$
M2	$I1 * M1 + M2 * \overline{M3} + M5$	Q2	$M4 + M6$
M3	$M2 * I4 + M3 * \overline{M4}$		
M4	$M3 * I5 + M4 * \overline{M5}$		
M5	$M4 * I6 + M5 * \overline{M1} * \overline{M2}$		
M6	$I2 + M6 * M1$		

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.



**Ilustración 3-37:** Esquema de contactos (KOP)

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.



**Ilustración 3-38:** Simulación del esquema de contactos (KOP)

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

Con las ecuaciones desarrolladas, se ingresa al software LOGO!Soft Comfort V8.3, y se realizó una conversión a esquemas de contactos (KOP), como muestra la ilustración 3-37. Esto a su vez permite simular el programa desarrollado, como se presenta en la ilustración 3-38.

Finalmente, se carga la programación establecida en el autómata programable utilizando un cable ETHERNE. La ilustración 3-39, muestra la trasferencia del programa elaborado.



**Ilustración 3-39:** Automatización del módulo

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

### 3.9.2. *Fallas en la programación*

Para el sistema de simulación de fallas de programación, se requiere crear cuatro programas incorrectos que no cumpla la secuencia de funcionamiento establecida.

### 3.9.2.1. Programación errónea 1

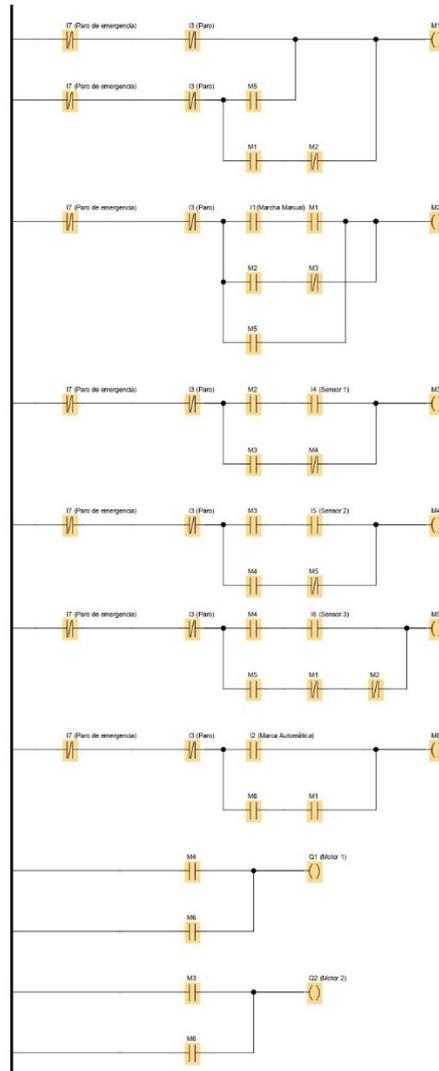
La primera programación errónea provoca que los motores se enciendan de manera intercambiada, las ecuaciones se muestran en la tabla 3-112.

**Tabla 3-112:** Ecuaciones de la programación errónea 1.

ECUACIONES ERRONEAS			
MEMORIAS	ECUACIONES	SALIDAS	ECUACIONES
M1	$M5 + M1 * \overline{M2}$	Q1	$M4 + M6$
M2	$I1 * M1 + M2 * \overline{M3} + M5$	Q2	$M3 + M6$
M3	$M2 * I4 + M3 * \overline{M4}$		
M4	$M3 * I5 + M4 * \overline{M5}$		
M5	$M4 * I6 + M5 * \overline{M1} * \overline{M2}$		
M6	$I2 + M6 * M1$		

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

Con las ecuaciones desarrolladas, se realizó el diagrama de la ilustración 3-40.



**Ilustración 3-40:** Programación errónea 1

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

### 3.9.2.2. Programación errónea 2

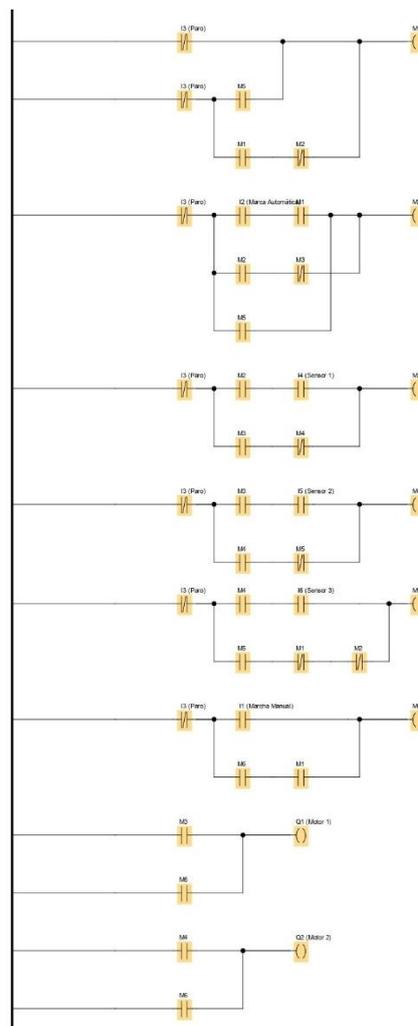
La segunda programación errónea intercambia el funcionamiento de los pulsadores S1 y S2, con la adición de que el pulsador de paro de emergencia no cumple con su función, porque este no se encuentra en el diagrama (KOP), las ecuaciones se muestran en la tabla 3-113.

**Tabla 3-113:** Ecuaciones de la programación errónea 2.

ECUACIONES ERRONEAS			
MEMORIAS	ECUACIONES	SALIDAS	ECUACIONES
M1	$M5 + M1 * \overline{M2}$	Q1	$M3 + M6$
M2	$I2 * M1 + M2 * \overline{M3} + M5$	Q2	$M4 + M6$
M3	$M2 * I4 + M3 * \overline{M4}$		
M4	$M3 * I5 + M4 * \overline{M5}$		
M5	$M4 * I6 + M5 * \overline{M1} * \overline{M2}$		
M6	$I1 + M6 * M1$		

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

Con las ecuaciones desarrolladas, se realizó el diagrama de la ilustración 3-41.



**Ilustración 3-41:** Programación errónea 2

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

### 3.9.2.3. Programación errónea 3

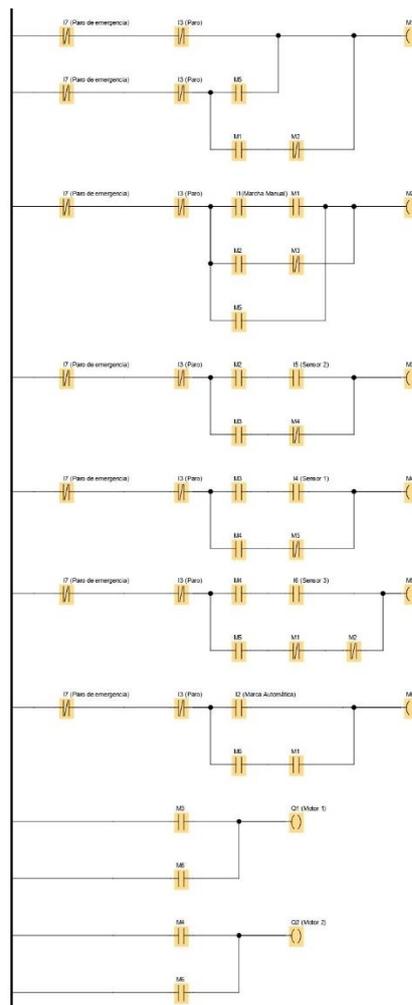
La tercera programación errónea cambia el funcionamiento de los sensores haciendo que el sensor B realice la función del sensor A., las ecuaciones se muestran en la tabla 3-114

**Tabla 3-114:** Ecuaciones de la programación errónea 3.

ECUACIONES ERRONEAS			
MEMORIAS	ECUACIONES	SALIDAS	ECUACIONES
M1	$M5 + M1 * \overline{M2}$	Q1	$M3 + M6$
M2	$I2 * M1 + M2 * \overline{M3} + M5$	Q2	$M4 + M6$
M3	$M2 * I5 + M3 * \overline{M4}$		
M4	$M3 * I4 + M4 * \overline{M5}$		
M5	$M4 * I6 + M5 * \overline{M1} * \overline{M2}$		
M6	$I1 + M6 * M1$		

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

Con las ecuaciones desarrolladas, se realizó el diagrama de la ilustración 3-42.



**Ilustración 3-42:** Programación errónea 3

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

### 3.9.2.4. Programación errónea 4

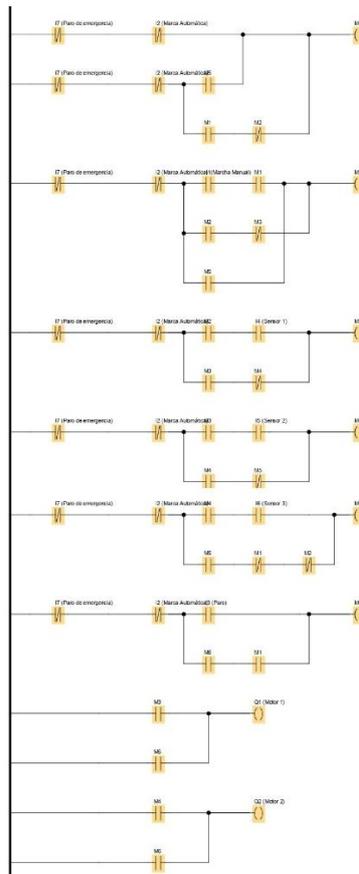
En la cuarta programación errónea el pulsador de paro hace la función del pulsador de encendido automático, y cuando se pulsa el encendido manual este no cumple su función por la falta de una ecuación, las ecuaciones se muestran en la tabla 3-115

**Tabla 3-115:** Ecuaciones de la programación errónea 4.

ECUACIONES ERRONEAS			
MEMORIAS	ECUACIONES	SALIDAS	ECUACIONES
M1	$M5 + M1 * \overline{M2}$	Q1	$M3 + M6$
M2	$I2 * M1 + M2 * \overline{M3} + M5$	Q2	$M4 + M6$
M3	$M2 * I5 + M3 * \overline{M4}$		
M4	$M3 * I4 + M4 * \overline{M5}$		
M5	$M4 * I6 + M5 * \overline{M1} * \overline{M2}$		
M6	$I1 + M6 * M1$		

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

Con las ecuaciones desarrolladas, se realizó el diagrama de la ilustración 3-43.



**Ilustración 3-43:** Programación errónea 4

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

## CAPÍTULO IV

### 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo, se comienza comprobando la operatividad de las diversas fallas físicas y eléctricas de programación planteadas en los dos sistemas de control del módulo de banda transportadora. En la parte electromecánica, se evalúa por el accionamiento en los selectores de dos posiciones que interrumpe la corriente del sistema, mientras en la parte automática, se realiza un análisis en la lógica de control por secuencias incorrectas en la funcionalidad del módulo.

#### 4.1. Puesta en marcha el módulo de banda transportadora

Para el análisis del funcionamiento se procede a conectar la alimentación, y tomar las medias de voltaje en las terminales de la fuente de poder AC/DC 5A 24VDC que comanda los dos sistemas, como muestra la tabla 4-1.

**Tabla 4-1:** Verificación de voltaje en la fuente de poder

FUENTE DE PODER AC/DC				
TERMINALES	NUMERACIÓN DE CABLE	TIPO DE VOLTAJE	VOLTAJE	CUMPLE
L&N	AC & BC	AC	128,1 V	SI
+V&-V	1&A	DC	24,12V	SI
+V&-V	37&L,62	DC	24,10V	SI

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

Posteriormente, se verifica la continuidad de los interruptores automáticos en los dos sistemas que hacen parte de los elementos de protección, como muestra la tabla 4-2.

**Tabla 4-2:** Verificación de elementos de protección

INTERRUPTOR AUTOMÁTICO	DESIGNACIÓN	EXISTE CONTINUIDAD
Sistema electromecánico	QA1	SI
Sistema automático	QA2	SI

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

Para poder elegir uno de los dos sistemas de control se utiliza el selector de tres posiciones, donde las lámparas de señalización H3 y H4 indican el sistema elegido descrito en la tabla 4-3.

**Tabla 4-3:** Verificación de elementos de accionamiento de control

ELEMENTO	DESIGNACIÓN	FUNCIÓN	CUMPLEN
Selector de tres posiciones	SF01	Energizar el sistema de control electromecánico o automático	SI
Lámpara de señalización	H3	Encenderse al activar el sistema de control electromecánico	SI
Lámpara de señalización	H4	Encenderse al activar el sistema de control automático	SI

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

#### 4.1.1. *Tablero electromecánico*

Para validar el correcto accionamiento del sistema de control, su funcionamiento se debe realizar en base a la secuencia de operación del módulo tanto en la modalidad manual como automática, mencionada en el punto 3.1.1. (Descripción de funcionamiento del módulo). Por lo tanto, comienza verificando la activación de todos los elementos descritos en la tabla 4-4.

**Tabla 4-4:** Verificación de elementos del tablero electromecánico.

ELEMENTO	DESIGNACIÓN	VOLTAJE	ACTIVACIÓN
Pulsador de marcha	S1	24VDC	SI
Pulsador de marcha	S2	24VDC	SI
Pulsador de paro	S01	24VDC	SI
Paro de emergencia	S02	24VDC	SI
Relé electromecánico 1	K1	24VDC	SI
Relé electromecánico 2	K2	24VDC	SI
Relé electromecánico 3	K3	24VDC	SI
Relé electromecánico 4	K4	24VDC	SI
Relé electromecánico 5	K5	24VDC	SI
Relé electromecánico 6	K6	24VDC	SI
Sensor inductivo 1	SP1	24VDC	SI
Sensor inductivo 2	SP2	24VDC	SI
Sensor inductivo 3	SP3	24VDC	SI
Contactador trifásico 1	KM1	120VAC	SI
Contactador trifásico 2	KM2	120VAC	SI
Motor eléctrico 1	M1	120VAC	SI
Motor eléctrico 2	M2	120VAC	SI

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

#### 4.1.1.1. *Verificación de la simulación de fallas eléctricas*

Para demostrar la generación y simulación de cada falla eléctrica descritas en la tabla 3-5 denominada “Fallas a simular en los tableros de control”, especialmente la parte electromecánica,

se realiza la verificación en el accionamiento de los selectores de dos posiciones distribuidos en el circuito eléctrico como muestra la tabla 4-5.

**Tabla 4-5:** Verificación de fallas eléctricas

ELEMENTO	DESIGNACIÓN	FALLA A SIMULAR	CUMPLE
Selector 1	SF1	Bobina quemada del relé electromecánico K2	SI
Selector 2	SF2	Bobina quemada del relé electromecánico K3	SI
Selector 3	SF3	Bobina quemada del interruptor automático QA1	SI
Selector 4	SF4	Sensor quemado del sensor SP1	SI
Selector 5	SF5	Sensor quemado del sensor SP2	SI
Selector 6	SF6	Sensor quemado del sensor SP3	SI
Selector 7	SF7	Luz piloto quemada H2	SI
Selector 8	SF8	Contacto soldado del relé electromecánico K2	SI
<b>CONCLUSIÓN</b>		A través la utilización de selectores de dos posiciones distribuidos en el circuito, se logra la ruptura del flujo de corriente entre elementos.	

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

#### 4.1.2. *Tablero automático*

Para iniciar la evaluación del tablero, se procede a determinar los valores de voltaje en la alimentación del autómatas programable como muestra la tabla 3-6. Sin embargo, también es necesario comprobar las entradas y salidas tanto analógicas como digitales que se activan al ejecutarse su programación interna, activando los diferentes elementos que conforman el tablero.

**Tabla 4-6:** Verificación de la alimentación del autómatas programable

<b>AUTÓMATAS PROGRAMABLE</b>				
TERMINALES	NUMERACIÓN DE CABLE	TIPO DE VOLTAJE	VOLTAJE	CUMPLE
L&N	39 & M	DC	24,08V	SI

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

Su funcionamiento es similar al descrito en el tablero electromecánico, contando con un comando manual y automático, con la diferencia de ser un proceso automatizado donde sus elementos están conectados a salidas o entradas del autómatas programable por lo que se procede a demostrar el correcto funcionamiento de los elementos que integran esta sección, dichos elementos se describen en la tabla 4-7.

**Tabla 4-7:** Verificación de elementos del tablero automático

ELEMENTO	DESIGNACIÓN	VOLTAJE	ACTIVACIÓN
Pulsador de marcha	S1	24VDC	SI
Pulsador de marcha	S2	24VDC	SI
Pulsador de paro	S01	24VDC	SI
Paro de emergencia	S02	24VDC	SI
Relé electromecánico 7	K7	24VDC	SI
Relé electromecánico 8	K8	24VDC	SI
Sensor inductivo 4	SP4	24VDC	SI
Sensor inductivo 5	SP5	24VDC	SI
Sensor inductivo 6	SP6	24VDC	SI
Contactador trifásico 3	KM3	120VAC	SI
Contactador trifásico 4	KM4	120VAC	SI
Motor eléctrico 1	M1	120VAC	SI
Motor eléctrico 2	M2	120VAC	SI

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

#### 4.1.2.1. Verificación en la simulación de fallas de programación

Para ejecutar esta simulación de fallas se necesita subir cada una de las 4 programaciones erróneas al autómatas programable, y verificar el cumplimiento de la falla en la secuencia de su funcionamiento, comprobando que la programación cumpla con la simulación establecida, como muestra la tabla 4-8.

**Tabla 4-8:** Verificación de fallas de programación.

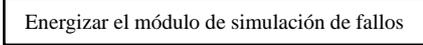
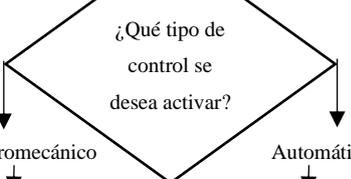
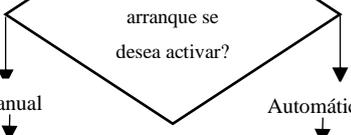
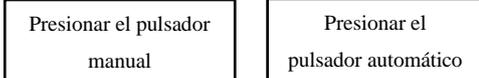
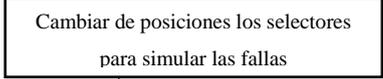
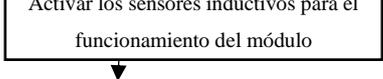
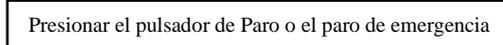
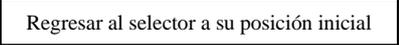
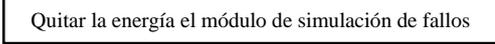
PROGRAMACIÓN	FALLA A SIMULAR	CUMPLEN
Programación errónea 1	Al activar el comando manual el motor 2 se enciende en vez del motor 1.	SI
Programación errónea 2	Se intercambia el funcionamiento del pulsador manual (S1) con el pulsador automático (S2), además de que el pulsador de paro de emergencia S02 no cumple con su función.	SI
Programación errónea 3	Al activar el comando manual los sensores realizan otra secuencia, el sensor 5 (SP5) realiza la función del sensor 4 (SP4).	SI
Programación errónea 4	Al activarse el pulsador de paro este realiza la función del pulsador de encendido automático, y cuando se acciona el pulsador de encendió manual este no cumple su función.	SI

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

## 4.2. Manual de operación

La tabla 4-10, describe el procedimiento secuencial del encendido y apagado del módulo de banda transportadora.

**Tabla 4-9: Manual de operación**

	<p>Se energiza el módulo conectándolo a 110 V.</p>	
	<p>Subir los interruptores automáticos (Breaker) QA1 y QA2 en ambos tableros.</p>	
	<p>Se verifica que tipo de control se va utilizar para el funcionamiento del módulo, con ayuda del selector se gira la perilla hacia 1 si se desea el control electromecánico y hacia 2 si se desea el control automático.</p>	
	<p>Indiferente del tipo de control que se active, se debe elegir el arranque que se requiere con ayuda de 2 pulsadores, el manual o el automático.</p>	
	<p>Al seleccionar el arranque manual, es necesario activar los sensores inductivos, si se encuentra en el control automático los sensores a comandar son SP1, SP2 y SP3, mientras que en el arranque automático son SP4, SP5, SP6. Para simular fallas se usa los o selectores.</p>	
	<p>Para detener el funcionamiento en cualquier instante se presiona el botón de paro o en su defecto el paro de emergencia, si se desea hacer un cambio ya sea del tipo de control o el tipo de arranque primero se debe detener el funcionamiento del módulo.</p>	
       		

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024

### 4.3. Elaboración de prácticas de laboratorio

Para llevar a cabo un entendimiento más práctico del módulo, se desarrollan de las siguientes prácticas, descritas en la tabla 4-10.

**Tabla 4-10:** Descripción de prácticas de laboratorio

PRÁCTICA	TEMA	DESCRIPCIÓN
1	Familiarización del módulo mediante el sistema de control electromecánico.	Capacitar al estudiante en la activación y desactivación del sistema electromecánico, donde se resalte la importancia de su operación y mantenimiento del sistema.
2	Familiarización del módulo mediante el sistema de control automático.	Capacitar al estudiante en la activación y desactivación del sistema automático, donde se resalte la importancia de copilar la programación del sistema, además de su mantenimiento.
3	Simulación de falla en el sistema de control electromecánico mediante el selector SF1.	Adiestrar al estudiante, en la detección del modo de falla denominado bobina quemada del relé electromecánico K2
4	Simulación de falla en el sistema de control electromecánico mediante el selector SF2.	Adiestrar al estudiante, en la detección del modo de falla denominado bobina quemada del relé electromecánico K3
5	Simulación de falla en el sistema de control electromecánico mediante el selector SF3.	Adiestrar al estudiante, en la detección del modo de falla denominado bobina quemada del interruptor automático QA1
6	Simulación de falla en el sistema de control electromecánico mediante el selector SF4.	Adiestrar al estudiante, en la detección del modo de falla denominado sensor quemado del sensor SP1
7	Simulación de falla en el sistema de control electromecánico mediante el selector SF5.	Adiestrar al estudiante, en la detección del modo de falla denominado sensor quemado del sensor SP2
8	Simulación de falla en el sistema de control electromecánico mediante el selector SF6.	Adiestrar al estudiante, en la detección del modo de falla denominado sensor quemado del sensor SP3
9	Simulación de falla en el sistema de control electromecánico mediante el selector SF7.	Adiestrar al estudiante, en la detección del modo de falla denominado luz piloto quemada H2
10	Simulación de falla en el sistema de control electromecánico mediante el selector SF8.	Adiestrar al estudiante, en la detección del modo de falla denominado contacto soldado del relé electromecánico K2
11	Simulación de falla en el sistema automático, mediante la programación errónea 1.	Adiestrar al estudiante, en la identificación de fallas de programación en base a la secuencia de encendido de motores M1 y M2.
12	Simulación de falla en el sistema automático, mediante la programación errónea 2.	Adiestrar al estudiante, en la identificación de fallas de programación en base la ausencia de código de los pulsadores S1, S2 y S01.
13	Simulación de falla en el sistema automático, mediante la programación errónea 3.	Adiestrar al estudiante, en la identificación de fallas de programación en base al cambio de función en los sensores.
14	Simulación de falla en el sistema automático, mediante la programación errónea 4.	Adiestrar al estudiante, en la identificación de fallas de programación en base al cambio de función de pulsadores S2 y S02.

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

Cada práctica descrita se encuentra en el anexo C, denominado como “Guías de laboratorio”.

#### 4.4. Tareas de mantenimiento

La tabla 4-11, describe las tareas de mantenimiento generales y específicas del módulo de banda transportadora.

**Tabla 4-11:** Tareas de mantenimiento

	TAREAS DE MANTENIMIENTO		Responsable:	Técnico de Laboratorio
	MÓDULO DE BANDA TRANSPORTADORA		Área:	Mantenimiento Correctivo
			Elaborado por:	Chávez Brayan y Quispillo Brayan
ACTIVIDADES GENERALES DE MANTENIMIENTO				
ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	PROCEDIMIENTO		MATERIAL Y/O EQUIPO	FRECUENCIA
Inspeccionar el estado de elementos del módulo	a) Verificar visualmente posibles anomalías, como conexiones flojas en los dos tableros. b) Examinar posibles signos de corrosión o desgaste en los elementos mecánicos c) Verificar que los pernos de soporte estén bien fijados y ajustados en los dos tableros. d) Durante el funcionamiento, detectar posibles anomalías relacionadas al ruido y vibraciones		➤ Llaves mixtas 1/2 y 7/16 ➤ Destornillador plano y estrella	Mensual
Verificar las conexiones de los sensores y motores del sistema.	a) Revisión de diagramas eléctricos b) Examinar visualmente las conexiones. c) Ajustar correctamente los terminales y conectores de las borneras d) Encender el módulo y determinar el voltaje suministrado entre las conexiones. e) Encender el sistema y realizar pruebas de funcionamiento.		➤ Multímetro ➤ Destornillador estrella ➤ Diagramas eléctricos	Mensual
Mantener el módulo en condiciones óptimas mediante la eliminación de suciedad y polvo.	a) Desconexión de la alimentación principal del módulo. b) Verificar visualmente los lugares con acumulación significativa de polvo o suciedad. c) Remover la suciedad adherida con una brocha o franela d) En la parte sensoria limpiar con suavidad y evitar el contacto directo para prevenir daños.		➤ Brocha ➤ Franela ➤ Llaves mixtas 1/2 y 7/16	Semanal
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO ESPECÍFICAS DE LOS EQUIPOS				
EQUIPO	ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	PROCEDIMIENTO	MATERIAL Y/O EQUIPO	FRECUENCIA
Motor eléctrico	Medir el voltaje e intensidad de corriente en los motores	a) Con el multímetro verificar la cantidad de voltaje suministrada sea cercana a 110VAC. b) Verificar que el amperaje sea cercano a 0,9A	➤ Multímetro de pinza.	Semestral

<b>Sensor inductivo</b>	Verificar la correcta conexión de los sensores inductivos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Comprobar el tipo de salida del sensor</li> <li>b) Verificar que todos los cables estén correctamente conectados en las borneras designadas acorde al diagrama eléctrico de conexión</li> <li>c) Verificar que el suministro de electricidad sea cercana a 24VDC.</li> <li>d) Comprobar la respuesta del sensor al acercar y alejar objetos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Multímetro</li> <li>➤ Destornillador plano</li> <li>➤ Diagramas eléctricos</li> </ul>	Semanal
<b>Relé electromecánico</b>	Mantener las condiciones óptimas del relé mediante la eliminación de residuos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Desmontar la cubierta de para acceder a los contactos.</li> <li>b) Verificar visualmente posibles anomalías como signos de desgaste, arcos eléctricos o acumulación de polvo</li> <li>c) Eliminar cualquier inicio de suciedad mediante un cepillo pequeño. Sin embargo, si es encuentra oxido utilizar un limpiador de contacto.</li> <li>d) Monte la carcasa del relé asegurando que se encuentre bien conectado.</li> <li>e) Compruebe el tiempo de conmutación mediante una prueba de funcionamiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Cepillo pequeño</li> <li>➤ Limpiador de contacto</li> <li>➤ Destornillador estrella</li> </ul>	Semestral
<b>Contactador</b>	Examinar el estado de la bobina del contactor	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Desmontar la cubierta del contactor.</li> <li>b) Identificar la bobina del contactor.</li> <li>c) Medir la continuidad y resistencia de la bobina utilizando un multímetro.</li> <li>d) Comprobar que las conexiones eléctricas de la bobina estén conectadas correctamente.</li> <li>e) Montar la cubierta y realizar pruebas de funcionamiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Destornillador estrella</li> <li>➤ Multímetro</li> </ul>	Semestral
<b>Fuente de poder AC/DC</b>	Verificar la tensión de salida	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Conectar las puntas del multímetro en la salida negativa y positiva de la fuente.</li> <li>b) Configure el multímetro en DC.</li> <li>c) Analice la estabilidad de tensión durante un tiempo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Multímetro</li> </ul>	Mensual
<b>Autómata programable</b>	Revisar conexiones de entrada y salida.	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Identificar las entradas y salidas</li> <li>b) Verificar visualmente las conexiones externas de las borneras designadas acorde al diagrama eléctrico</li> <li>c) Comprobar que las etiquetas identifiquen claramente las entradas y salidas. Además, examinar que no exista suciedad en las terminales de conexión.</li> <li>d) Ajustar los terminales para evitar conexiones flojas.</li> <li>e) Mediante un multímetro determinar la continuidad.</li> <li>f) Verificar el estado del aislamiento de los cables en las entradas y salidas.</li> <li>g) Conectar y realizar pruebas de funcionamiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Destornillador plano</li> <li>➤ Multímetro</li> <li>➤ Diagramas eléctricos</li> </ul>	Semestral

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

#### 4.5. Presupuesto

Durante la implementación del proyecto de integración curricular, dirigidos a la modificación del sistema de control del módulo de banda transportadora en el Laboratorio de Mantenimiento Correctivo para la simulación de fallas físicas y eléctricas de programación, se han identificado y cuantificado los siguientes costos directos e indirectos.

**Tabla 4-12:** Presupuesto del proyecto de integración curricular

COSTOS			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO (USD)	COSTO TOTAL (USD)
<b>COSTOS DIRECTOS</b>			
1	Implementos eléctricos	655,60	655,60
1	Implementos diseñados	303,50	303,50
1	Implementos sustituidos	35,00	35,00
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>			
1	Impresiones y empastados	100,00	100,00
	Otros costos (Transporte, comida, entre otros)	100,00	10,00
<b>TOTAL</b>			<b>1194,10</b>

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 4-13:** Implementos eléctricos

COSTOS			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO (USD)	COSTO TOTAL (USD)
1	LOGO 8.3 de 12-24VDC	251,00	251,00
1	Fuente de poder AC/DC 5A y 24VDC	56,00	56,00
2	Rollo de cable #16 AWG	34,00	68,00
65	Borneras	1,00	65,00
4	Contactores 3P-9A	9,60	38,40
2	Relés electromecánicos 24VDC	5,30	10,60
1	Selector tres posiciones, metálico	3,30	3,30
8	Selector dos posiciones, metálico	2,50	20,00
6	Luz piloto de señalización color verde	1,85	11,10
2	Pulsador de marcha, metálico	2,50	5,00
1	Pulsador de paro, metálico	2,50	2,50
1	Pulsador de paro de emergencias, metálico	2,90	2,90
5	Sensores inductivos	9,20	46,00
5	Terminales para cable eléctrico 100PCS	4,50	22,50
1	Interruptor automático	4,30	4,30
4	Riel DIN 35mm-1m	2,50	10,00
4	Canaletas Ranuradas 60x40-2m	9,75	39,00
1	Enchufe	1,25	1,25
1	Cable sucre 10m	8,00	8,00
1	Etiquetas de vinilo	9,00	9,00
<b>TOTAL</b>			<b>655,60</b>

Realizado por: Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 4-14:** Implementos diseñados

<b>COSTOS</b>			
<b>CANTIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTO UNITARIO (USD)</b>	<b>COSTO TOTAL (USD)</b>
1	Plafón 600x600mm con recubrimiento	38,50	38,50
1	Plafón con omega (Incluye Chapa y Bisagras) 850x600mm con recubrimiento	110,00	110,00
1	Estructura de Soporte de Tableros con recubrimiento	120,00	120,00
1	Gabinete para selectores con recubrimiento	35,00	35,00
<b>TOTAL</b>			<b>303,50</b>

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

**Tabla 4-15:** Implementos sustituidos

<b>COSTOS</b>			
<b>CANTIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTO UNITARIO (USD)</b>	<b>COSTO TOTAL (USD)</b>
4	Correa de transmisión	6,25	25,00
2	Cinta transportadora	5,00	10,00
<b>TOTAL</b>			<b>35,00</b>

**Realizado por:** Chávez, B. y Quispillo, B., 2024.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusión

Se determinó que módulo de banda transportadora para el Laboratorio de Mantenimiento Correctivo, presentaba deficiencias operativas y académicas. La ausencia de documentación técnica, incluyendo características del equipo, manual de operación, historial de mantenimiento y normativas de construcción incrementaba el riesgo a la seguridad y funcionalidad del módulo. Además, la inexistencia de etiquetado entre elementos y conexiones del sistema dificulta la localización de averías y provocaba un accionamiento incorrecto de los sensores y motores.

Se rediseño el sistema eléctrico y físico del módulo de banda transportadora mediante el uso de softwares de diseño, esto brindo la posibilidad de adaptar el sistema de control a la simulación de fallas eléctricas como de programación, sin afectar la seguridad y funcionalidad del módulo al recrear una anomalía controlada. El sistema electromecánico, posee 8 fallas que actúan de forma individual o combinada, mientras que el sistema automático, tiene 4 fallas que afecta a la secuencia lógica de control en errores de operación del sistema.

La implementación de un módulo simulador de fallas, proporciona una formación académica más alineada a la detección y resolución de fallas en sistemas eléctricos. Esto ofrecer mayor versatilidad en la configuración de fallas físicas y eléctricas de programación.

Se llevó a cabo las pruebas de funcionamiento en los dos sistemas. En el tablero electromecánico, se validaron las fallas eléctricas accionado los selectores de dos posiciones, simulando anomalías controladas como bobinas quemadas y contactos abiertos en los diversos elementos. En el tablero automático, se verificó los errores de secuencia, así como cambio de funciones de los pulsantes y accionamiento invertido de los motores y sensores. Estas pruebas permitieron la elaboración de guías de laboratorio para diagnosticar y solucionar anomalías físicas y eléctricas de programación.

El módulo desarrollado puede ser mejorado mediante la incorporación de un PLC, pantalla HMI o variador de frecuencia, proporcionando un aprendizaje más alineado a procesos automatizados.

## **5.2. Recomendación**

Realizar una inspección visual periódica en las conexiones de los dos sistemas de control del módulo.

Se sugiere el uso de equipos de protección personal como mandil, guantes dieléctricos, gafas de protección y calzado de seguridad, al momento de realizar la práctica de laboratorio debido a la existencia de posibles descargas eléctricas en elementos aún energizados.

Comprender la secuencia de funcionamiento en modalidad manual y automática de los dos sistemas de control del módulo.

Priorizar el uso del diagrama de distribución y conexión, además de la guía de identificación de conexiones del módulo en la realización de prácticas de laboratorio.

Priorizar el uso del manual de operación del módulo para garantizar el manejo seguro y eficiente de los sistemas.

Seguir las directrices y procedimientos establecidos del manual de mantenimiento para prevenir el deterioro del módulo y prolongar su vida útil.

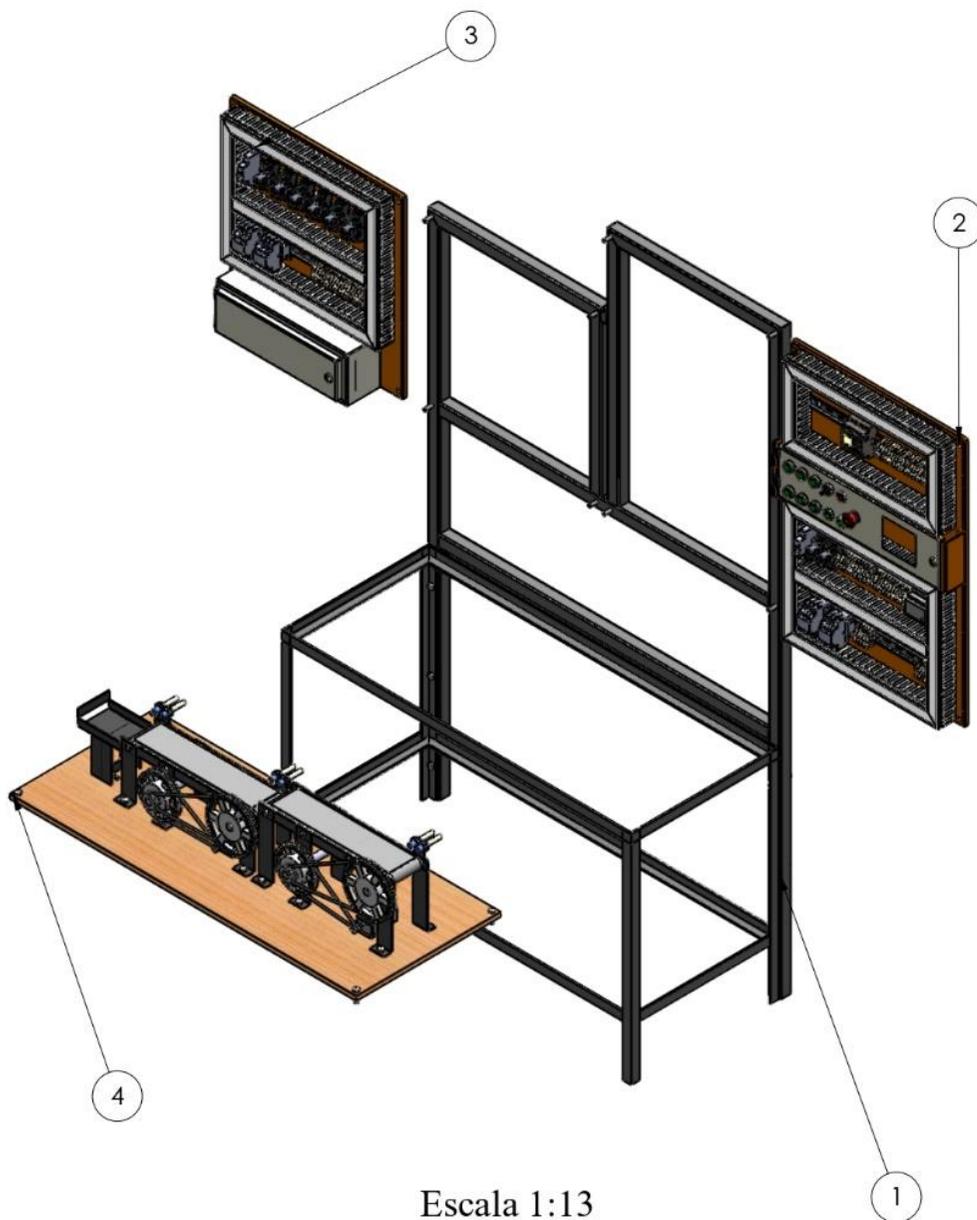
## BIBLIOGRAFÍA

1. **ARIAS ARIAS, Rodolfo Israel & CEPEDA TORRES, Alex Darío.** Adecuación y montaje del laboratorio de electricidad en el edificio del Decanato de la Facultad de Mecánica – ESPOCH. [En línea]. (Trabajo de Titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, 2023. [Consulta: 08 noviembre 2023]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/18987>.
2. **BRICEÑO SIMBAQUEVA, Vicente & CHAPARRO PARADA, Camilo Alexander.** Tablero de control didáctico para motores trifásicos. [En línea]. (Trabajo de Titulación). Universidad Cooperativa de Colombia, Bogotá-Colombia. 2020. [Consulta: 10 noviembre 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12494/34272>.
3. **BUITRAGO ROBAYO, Jorge Alexander & RODRÍGUEZ MURCIA, Jefferson David.** Elaboración de material didáctico para el espacio académico de automatización e instrumentación para el manejo de la banda transportadora de la Universidad Santo Tomás. [En línea]. (Trabajo de Titulación). Universidad Santo Tomás, Bogotá-Colombia. 2021. [Consulta: 06 noviembre 2023]. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/37709>.
4. **CARGUA LÓPEZ, Ángel Israel & MENDOZA CHUGÑAY, Cristhian Sebastián.** Rediseño y mantenimiento del tablero de control y automatización del sistema de dosificación de aceite de palma para reducir tiempos de producción de balanceados del Grupo Avícola San Vicente. [En línea]. (Trabajo de Titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. 2021. [Consulta: 08 noviembre 2023]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/15989>.
5. **CARRILLO BEUNZA, Pablo & SAIRE CHANI, Rafael.** Mejora de la gestión de mantenimiento de tableros de control eléctrico y su influencia en la confiabilidad del área de servicios de una empresa minera. [En línea]. (Trabajo de Titulación). Universidad Privada del Norte, Perú. 2020. [Consulta: 07 noviembre 2023]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/28148>.
6. **CATICUAGO FARINANGO, Cristian Antonio & PERUGACHI URRESTI, Sandra Milena.** Construcción de un módulo didáctico para aplicaciones de control industrial con un relé programable. [En línea]. (Trabajo de Titulación). Escuela

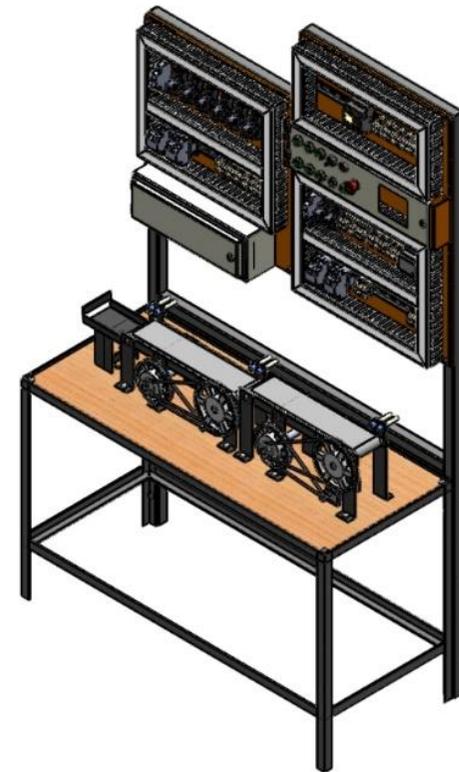
- Politécnica Nacional, Quito. 2019. [Consulta: 10 noviembre 2023]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20018>.
7. **DOMÍNGUEZ, Roni.** *Manual de Automatismos y Control de Motores Eléctricos*. [En línea]. Faradayos, 2020. [Consulta: 08 noviembre 2023]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/484248172/Control-de-Motores-Elctricos-Ebook-1-pdf>.
  8. **FONSECA NAVAS, Fernanda Janeth & JÁTIVA BRITO, Michael Estefanía.** Implementación de una red profibus para el control de una banda transportadora en el proceso de calentamiento y reactivación del pegamento en el caucho, mediante un sistema seguidor de temperatura y extracción de gases. [En línea]. (Trabajo de Titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. 2018. [Consulta: 09 noviembre 2023]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/9210>.
  9. **HARPER, Gilberto Enríquez.** *El ABC del alumbrado y las Instalaciones Eléctricas*. Editorial Limusa, 2006. ISBN 978-968-18-6050-9.
  10. **LATORRE OLIVO, Flavio Aníbal & VILLA CAYAMBE, Ronal Aníbal.** Propuesta de rediseño del circuito eléctrico y de tableros de control con plan de mantenimiento de los sistemas de las áreas de preparación y fabricación de la Planta PISMADE S.A. Riobamba. [En línea]. (Trabajo de Titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. 2021. [Consulta: 07 noviembre 2023]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/15997>.
  11. **MALITAXI URRESTA, Juan Diego.** Rediseño de las instalaciones eléctricas en la unidad educativa Antonio Ante sede principal. [En línea]. (Trabajo de Titulación). Universidad Técnico del Norte, Ibarra. 2023. [Consulta: 09 noviembre 2023]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/15045>.
  12. **ORDÓÑEZ SÁNCHEZ, Darío & RESABALA LARA, Verny.** *Control Eléctrico Industrial*. [En línea]. 2020. [Consulta: 06 noviembre 2023]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/475204657/ORDOEZCONTROLELECTRICOISBN978-620-0-40181-6>
  13. **PÉREZ, Ramón; et al.** *Aplicaciones e innovación de la ingeniería en ciencia y tecnología*. [En línea]. Quito: Editorial Abya-Yala, 2019. [Consulta: 09 noviembre 2023]. Disponible en: <http://books.scielo.org/id/hcnhr>.

14. **REYES-FLORES, Epifanio.** Tipos de Sensores. *Con-Ciencia Serrana Boletín de la Escuela preparatoria Ixtlahuaco*. [En línea], 2019, (México), vol. 1 (2), págs. 31-33. [Consulta: 15 noviembre 2023]. Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/ixtlahuaco/article/view/4405>.
15. **TITUAÑA AMAN, Roberto Xavier.** Diseño y construcción de dos tableros eléctricos de control para el funcionamiento automático y manual de cuatro bombas eléctricas, para el abastecimiento de agua en la comunidad Alamor. [En línea]. (Trabajo de Titulación). Escuela Politécnica Nacional, Quito. 2015. [Consulta: 08 noviembre 2023]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/9104>.
16. **UNE-EN 13306.** *Mantenimiento. Terminología del mantenimiento*.
17. **YUQUILEMA TRUJILLO, Ricardo Xavier & RODRÍGUEZ BUENAÑO, Jhonny Sandro.** Implementación de un módulo de sincronización y secuencia de arranque de dos motores trifásicos jaula de ardilla comandado por relés programables y variadores de frecuencia. [En línea]. (Trabajo de Titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. 2019. [Consulta: 09 noviembre 2023]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/11578>.





Escala 1:13

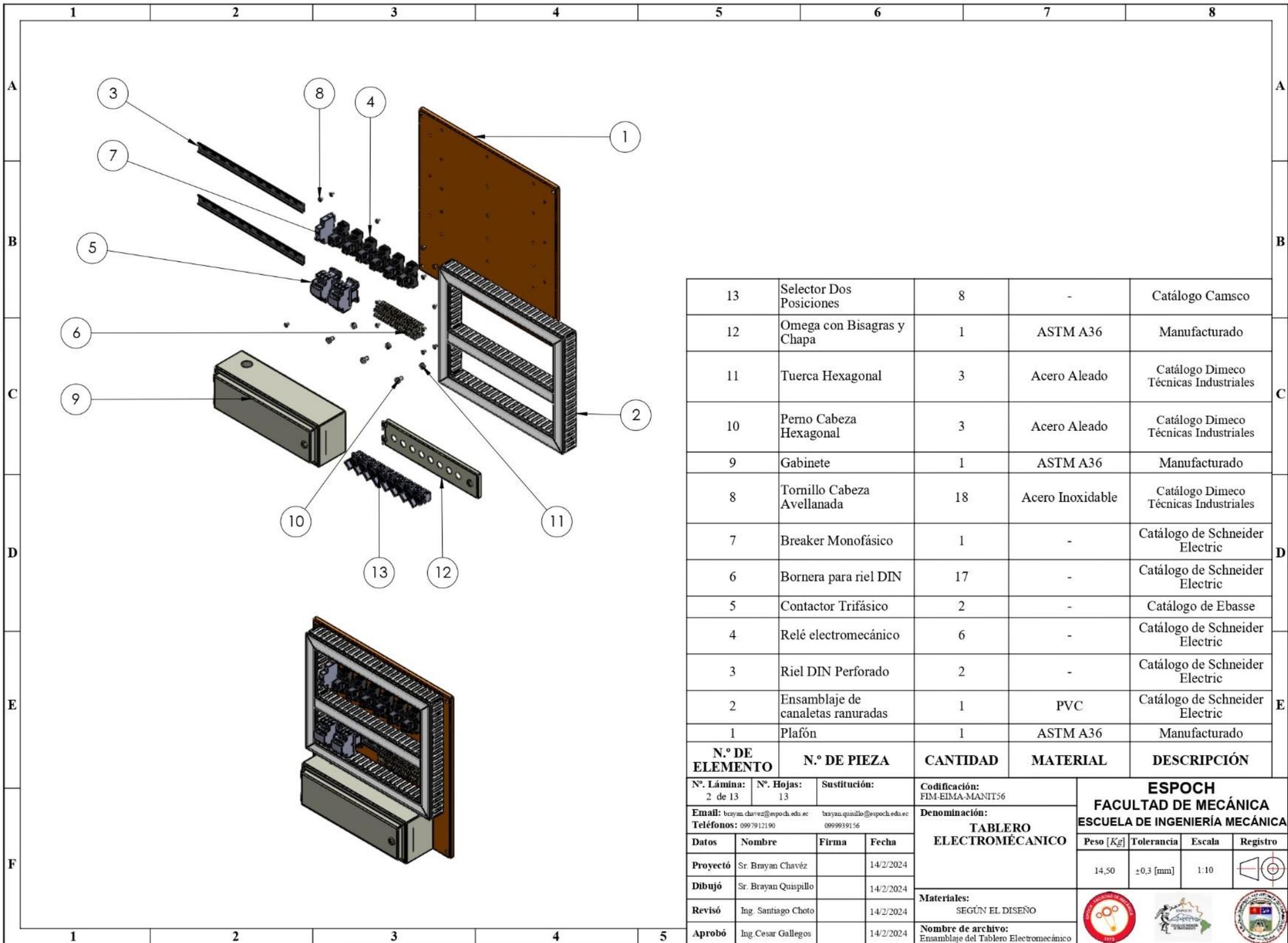


Escala 1:15

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD	MATERIAL	DESCRIPCIÓN
4	Sistema de Banda Transportadora	1	Según el diseño	Adquirido
3	Tablero Electromecánico	1	Según el diseño	Manufacturado
2	Tablero Automático	1	Según el diseño	Manufacturado
1	Estructura de soporte	1	Según el diseño	Manufacturado

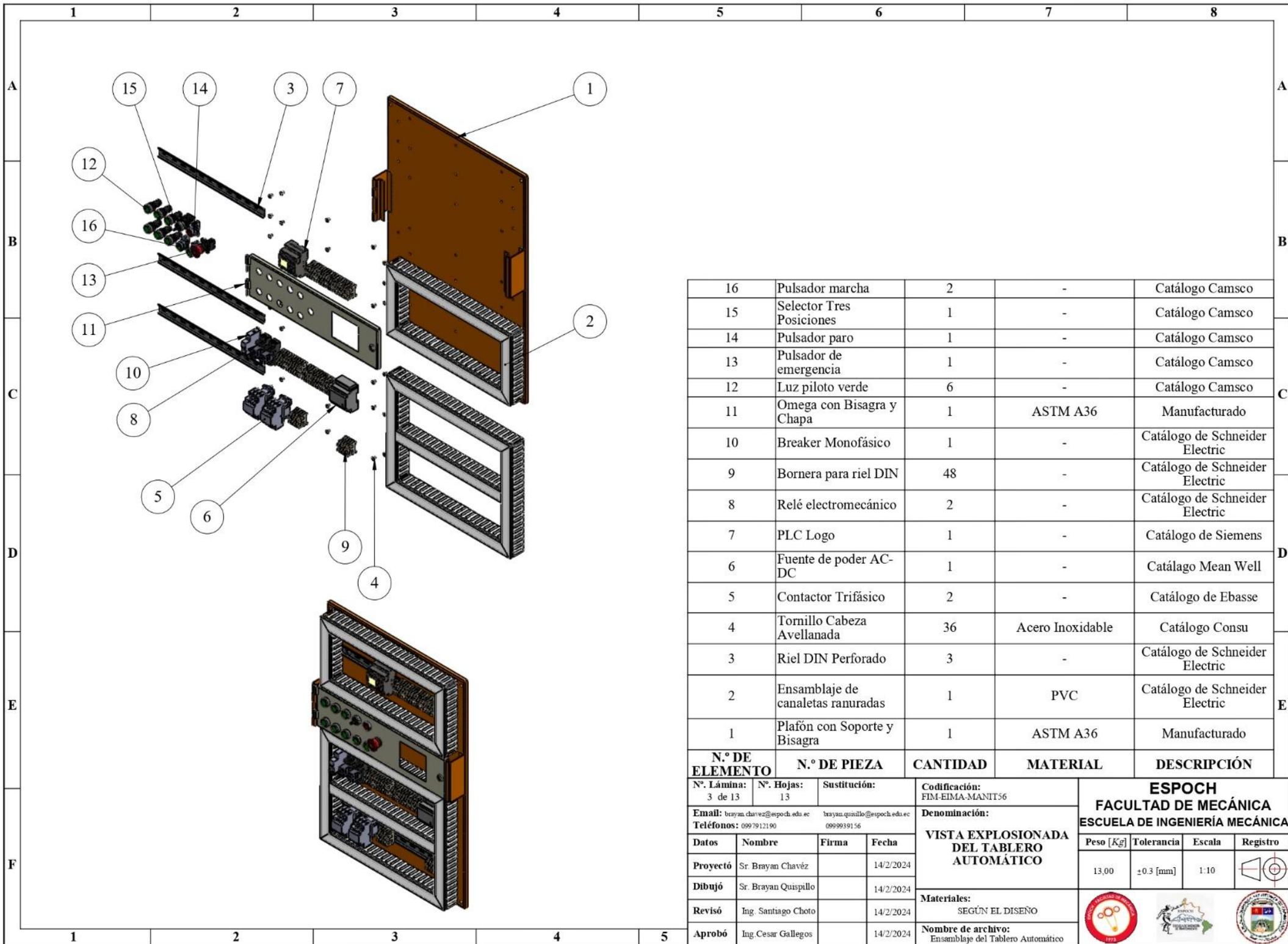
  

N.º. Lámina: 1 de 13		N.º. Hojas: 13		Sustitución:		Codificación: FIM-EIMA-MANIT56		<b>ESPOCH</b> <b>FACULTAD DE MECÁNICA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>							
Email: brayan.chavez@esPOCH.edu.ec		brayan.quispillo@esPOCH.edu.ec		0997912190		0999939156									
Denominación:		VISTA						Peso [Kg]		Tolerancia		Escala		Registro	
EXPLOSIONADA DEL MÓDULO DE BANDA TRANSPORTADORA								83,35		±0,3 [mm]		1:13 1:15			
Materiales:		SEGÚN EL DISEÑO													
Nombre de archivo:		Ensamblaje del módulo													
Aprobó		Ing. Cesar Gallegos		14/2/2024											



13	Selector Dos Posiciones	8	-	Catálogo Camsco
12	Omega con Bisagras y Chapa	1	ASTM A36	Manufacturado
11	Tuerca Hexagonal	3	Acero Aleado	Catálogo Dimeco Técnicas Industriales
10	Perno Cabeza Hexagonal	3	Acero Aleado	Catálogo Dimeco Técnicas Industriales
9	Gabinete	1	ASTM A36	Manufacturado
8	Tornillo Cabeza Avellanada	18	Acero Inoxidable	Catálogo Dimeco Técnicas Industriales
7	Breaker Monofásico	1	-	Catálogo de Schneider Electric
6	Bornera para riel DIN	17	-	Catálogo de Schneider Electric
5	Contactador Trifásico	2	-	Catálogo de Ebasse
4	Relé electromecánico	6	-	Catálogo de Schneider Electric
3	Riel DIN Perforado	2	-	Catálogo de Schneider Electric
2	Ensamblaje de canaletas ranuradas	1	PVC	Catálogo de Schneider Electric
1	Plafón	1	ASTM A36	Manufacturado
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD	MATERIAL	DESCRIPCIÓN

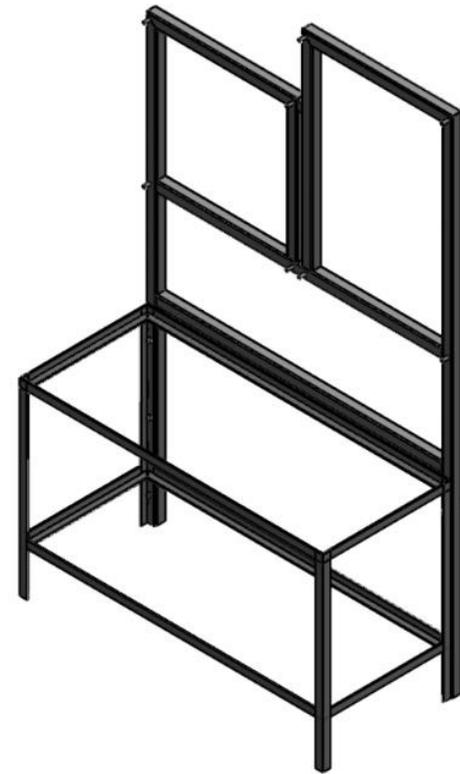
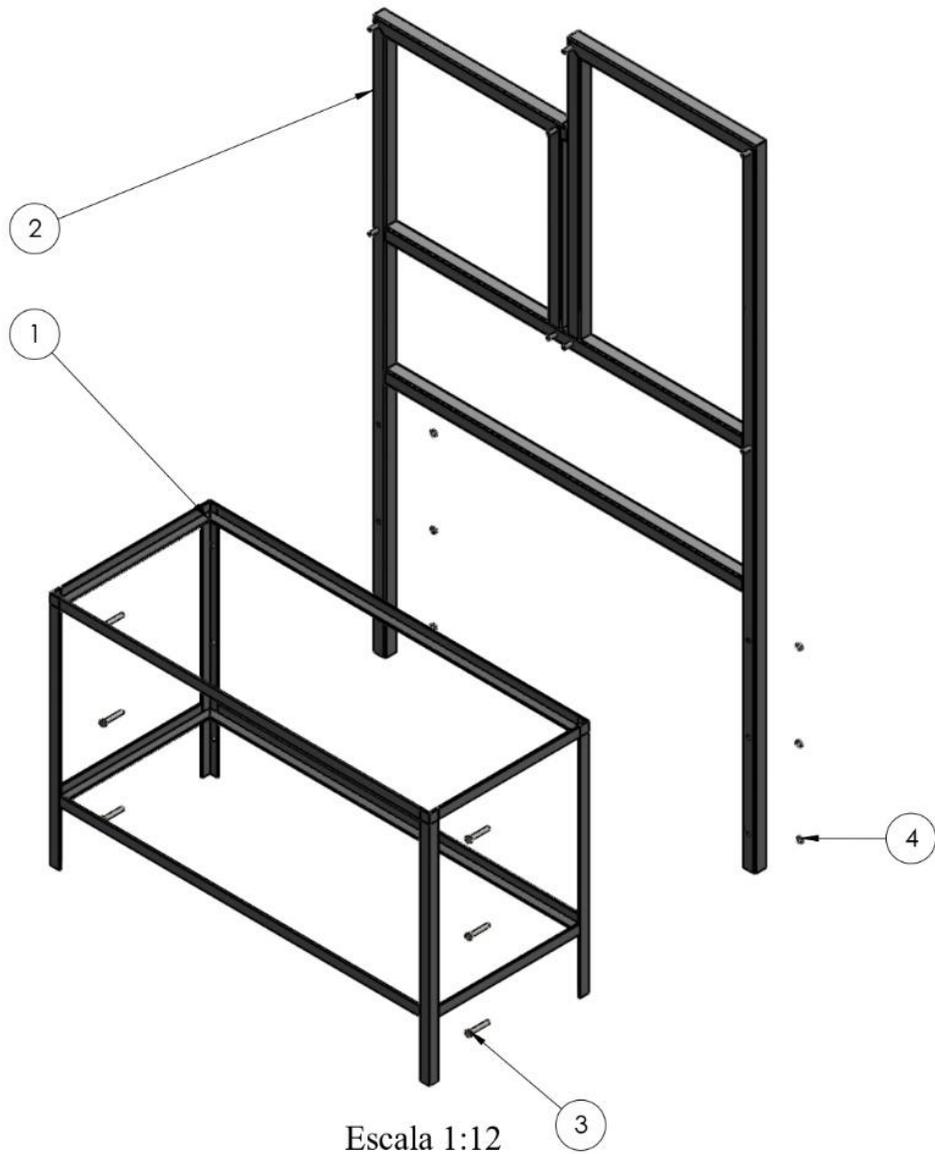
N.º Lámina: 2 de 13	N.º Hojas: 13	Sustitución:	Codificación: FIM-EIMA-MANIT56	<b>ESPOCH</b> <b>FACULTAD DE MECÁNICA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>												
Email: brayan.chavez@esPOCH.edu.ec	brayan.quispillo@esPOCH.edu.ec		Denominación: <b>TABLERO ELECTROMECÁNICO</b>													
Teléfonos: 099 7912190		099 9939156		Peso [Kg]		Tolerancia	Escala	Registro								
Datos	Nombre	Firma	Fecha	14,50		±0,3 [mm]	1:10									
Proyectó	Sr. Brayan Chavéz		14/2/2024	<table border="1"> <tr> <td colspan="4">Materiales: SEGÚN EL DISEÑO</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Nombre de archivo: Ensamblaje del Tablero Electromecánico</td> </tr> </table>					Materiales: SEGÚN EL DISEÑO				Nombre de archivo: Ensamblaje del Tablero Electromecánico			
Materiales: SEGÚN EL DISEÑO																
Nombre de archivo: Ensamblaje del Tablero Electromecánico																
Dibujó	Sr. Brayan Quispillo		14/2/2024													
Revisó	Ing. Santiago Choto		14/2/2024													
Aprobó	Ing. Cesar Gallegos		14/2/2024													



16	Pulsador marcha	2	-	Catálogo Camsco
15	Selector Tres Posiciones	1	-	Catálogo Camsco
14	Pulsador paro	1	-	Catálogo Camsco
13	Pulsador de emergencia	1	-	Catálogo Camsco
12	Luz piloto verde	6	-	Catálogo Camsco
11	Omega con Bisagra y Chapa	1	ASTM A36	Manufacturado
10	Breaker Monofásico	1	-	Catálogo de Schneider Electric
9	Bornera para riel DIN	48	-	Catálogo de Schneider Electric
8	Relé electromecánico	2	-	Catálogo de Schneider Electric
7	PLC Logo	1	-	Catálogo de Siemens
6	Fuente de poder AC-DC	1	-	Catálogo Mean Well
5	Contactora Trifásico	2	-	Catálogo de Ebasse
4	Tornillo Cabeza Avellanada	36	Acero Inoxidable	Catálogo Consu
3	Riel DIN Perforado	3	-	Catálogo de Schneider Electric
2	Ensamblaje de canaletas ranuradas	1	PVC	Catálogo de Schneider Electric
1	Plafón con Soporte y Bisagra	1	ASTM A36	Manufacturado
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD	MATERIAL	DESCRIPCIÓN

N.º Lámina: 3 de 13		N.º Hojas: 13		Sustitución:		Codificación: FIM-EIMA-MANIT56		<b>ESPOCH</b> <b>FACULTAD DE MECÁNICA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>			
Email: brayan.davez@esPOCH.edu.ec		brayan.quispillo@esPOCH.edu.ec		Teléfonos: 099 7912190		0999939156					
Dato		Nombre		Firma		Fecha		<b>VISTA EXPLOSIONADA DEL TABLERO AUTOMÁTICO</b>			
Proyectó		Sr. Brayan Chavéz				14/2/2024					
Dibujó		Sr. Brayan Quispillo				14/2/2024		13,00	±0.3 [mm]	1:10	
Revisó		Ing. Santiago Choto				14/2/2024		Materiales: SEGÚN EL DISEÑO			
Aprobó		Ing. Cesar Gallegos				14/2/2024		Nombre de archivo: Ensamblaje del Tablero Automático			

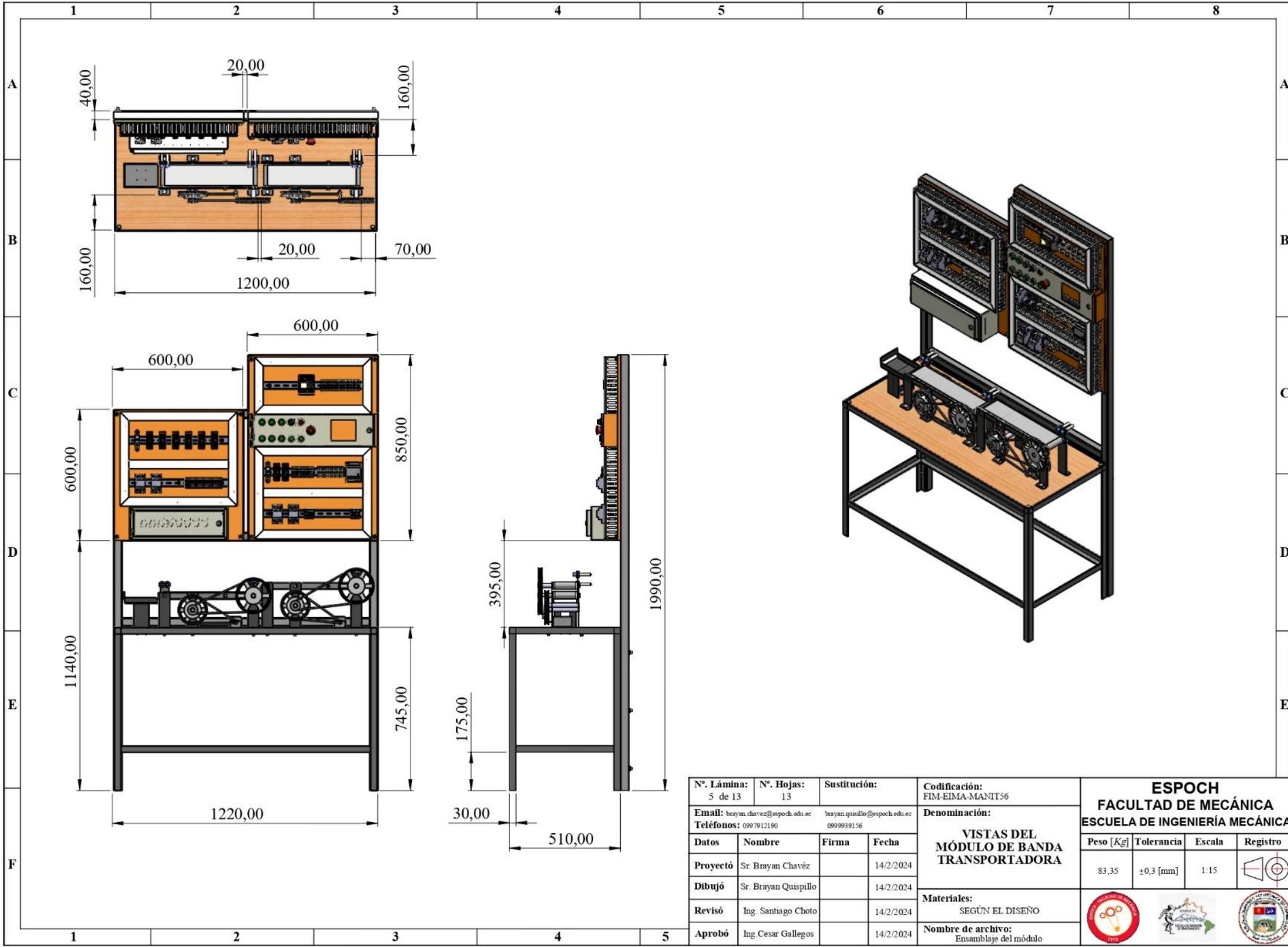




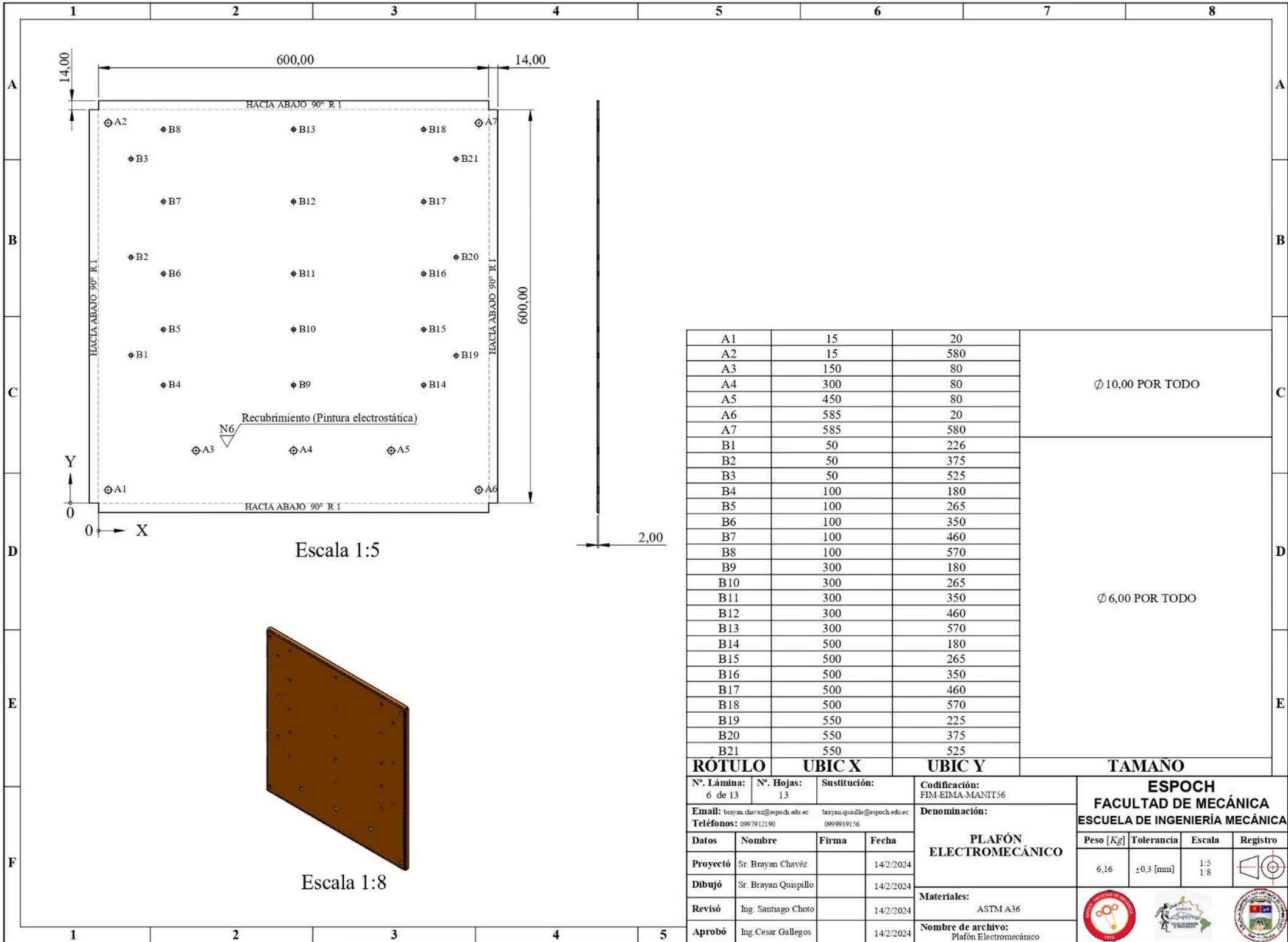
Escala 1:15

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD	MATERIAL	DESCRIPCIÓN
4	Tuerca Hexagonal	6	Acero Aleado	Catálogo Dimeco Técnicas Industriales
3	Perno Cabeza Hexagonal	6	Acero Aleado	Catálogo Dimeco Técnicas Industriales
2	Soporte de Tableros	1	Acero Estructural	Manufacturado
1	Soporte del Sistema de Banda Transportadoira	1	Acero Estructural	Adquirido

N.º. Lámina: 4 de 13		N.º. Hojas: 13		Sustitución:		Codificación: FIM-EIMA-MANIT56		<b>ESPOCH</b> <b>FACULTAD DE MECÁNICA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>					
Email: brayan.davez@esPOCH.edu.ec		brayan.quispillo@esPOCH.edu.ec		Denominación: <b>VISTA EXPLOSIONADA DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE DEL MÓDULO</b>		Peso [Kg]						Tolerancia	
Teléfonos: 099 7912190		0999939156		Dibujó		14/2/2024		±0,3 [mm]		1:12 1:15			
Proyectó		Sr. Brayan Chavéz		Firma		14/2/2024		Materiales: SEGÚN EL DISEÑO					
Dibujó		Sr. Brayan Quispillo		Fecha		14/2/2024		Nombre de archivo: Ensamblaje de la estructura de soporte					
Revisó		Ing. Santiago Choto		Firma		14/2/2024							
Aprobó		Ing. Cesar Gallegos		Firma		14/2/2024							



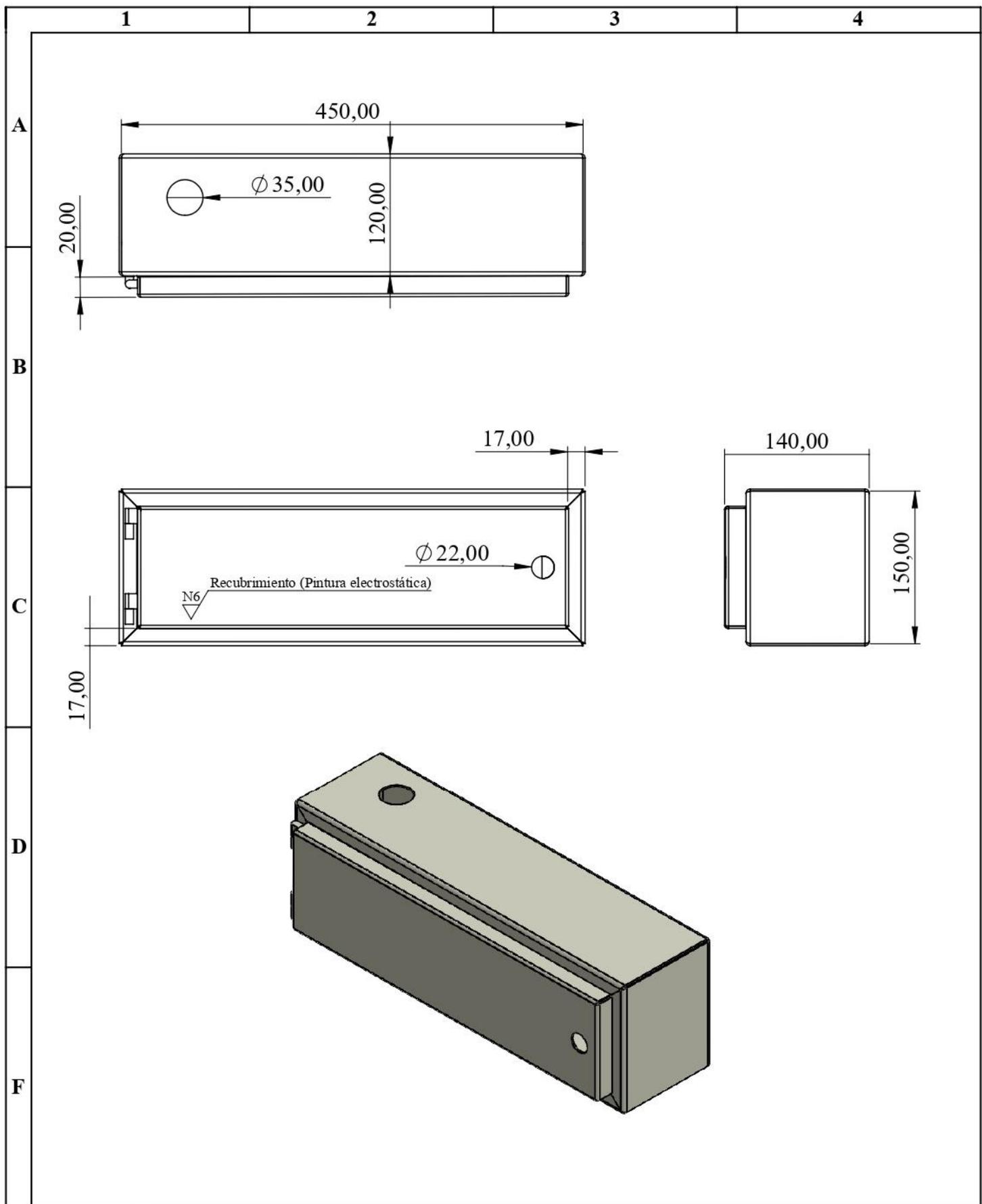
Nº. Lámina: 5 de 13		Nº. Hojas: 13		Sustitución:		Codificación: FIM-EIMA-MANIT56		<b>ESPOCH</b> <b>FACULTAD DE MECÁNICA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>			
Email: brayan.davez@esPOCH.edu.ec		brayan.quispillo@esPOCH.edu.ec		Denominación:		VISTAS DEL MÓDULO DE BANDA TRANSPORTADORA					
Teléfonos: 099 7912190		0999939156		Datos		Fecha		83,35	±0,3 [mm]	1:15	
Proyectó		Sr. Brayan Chavéz		Firma		Fecha					
Dibujó		Sr. Brayan Quispillo		Firma		Fecha					
Revisó		Ing. Santiago Choto		Firma		Fecha					
Aprobó		Ing. Cesar Gallegos		Firma		Fecha					
Materiales: SEGÚN EL DISEÑO											
Nombre de archivo: Ensamblaje del módulo											



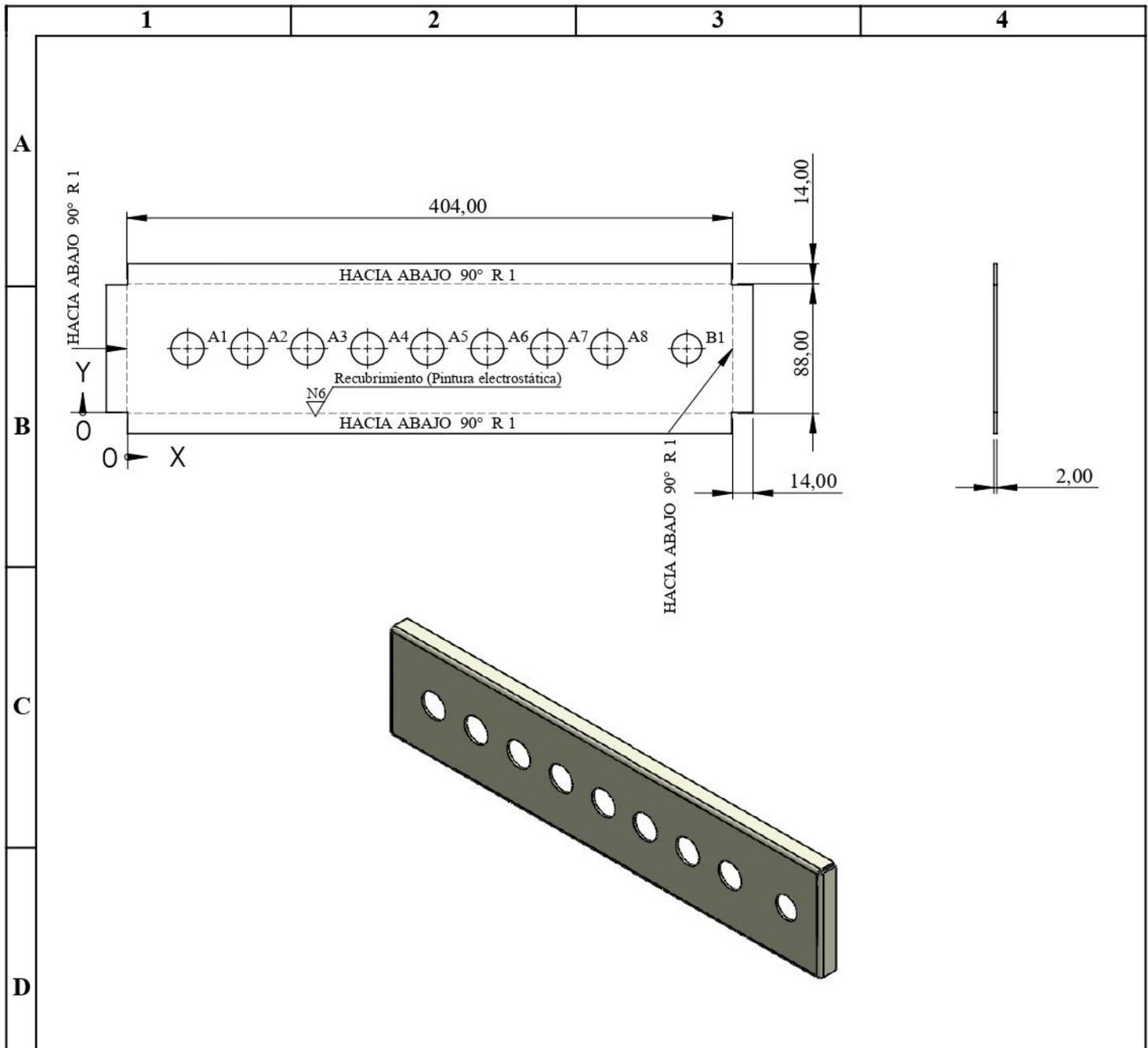
A1	15	20	Ø 10,00 POR TODO
A2	15	580	
A3	150	80	
A4	300	80	
A5	450	80	
A6	585	20	
A7	585	580	
B1	50	226	Ø 6,00 POR TODO
B2	50	375	
B3	50	525	
B4	100	180	
B5	100	265	
B6	100	350	
B7	100	460	
B8	100	570	
B9	300	180	
B10	300	265	
B11	300	350	
B12	300	460	
B13	300	570	
B14	500	180	
B15	500	265	
B16	500	350	
B17	500	460	
B18	500	570	
B19	550	225	
B20	550	375	
B21	550	525	
<b>RÓTULO</b>	<b>UBIC X</b>	<b>UBIC Y</b>	<b>TAMANO</b>

Nº. Lámina: 6 de 13		Nº. Hojas: 13		Sustitución:		Codificación: FIM-EIMA-MANIT56		<b>ESPOCH</b> <b>FACULTAD DE MECÁNICA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>							
Email: brayan.chavez@espoeh.edu.ec				brayan.quispillo@espoeh.edu.ec		Denominación:						Peso [Kg]		Tolerancia	
Teléfonos: 099 7912190		0999939156				<b>PLAFÓN ELECTROMECAÁNICO</b>		6,16		±0.3 [mm]		1:5 1:8			
<b>Datos</b>		<b>Nombre</b>		<b>Firma</b>		<b>Fecha</b>		<b>Materiales:</b>		ASTM A36					
<b>Proyectó</b>		Sr. Brayan Chavéz				14/2/2024		<b>Nombre de archivo:</b>		Plafón Electromecánico					
<b>Dibujó</b>		Sr. Brayan Quispillo				14/2/2024									
<b>Revisó</b>		Ing. Santiago Choto				14/2/2024									
<b>Aprobó</b>		Ing. Cesar Gallegos				14/2/2024									



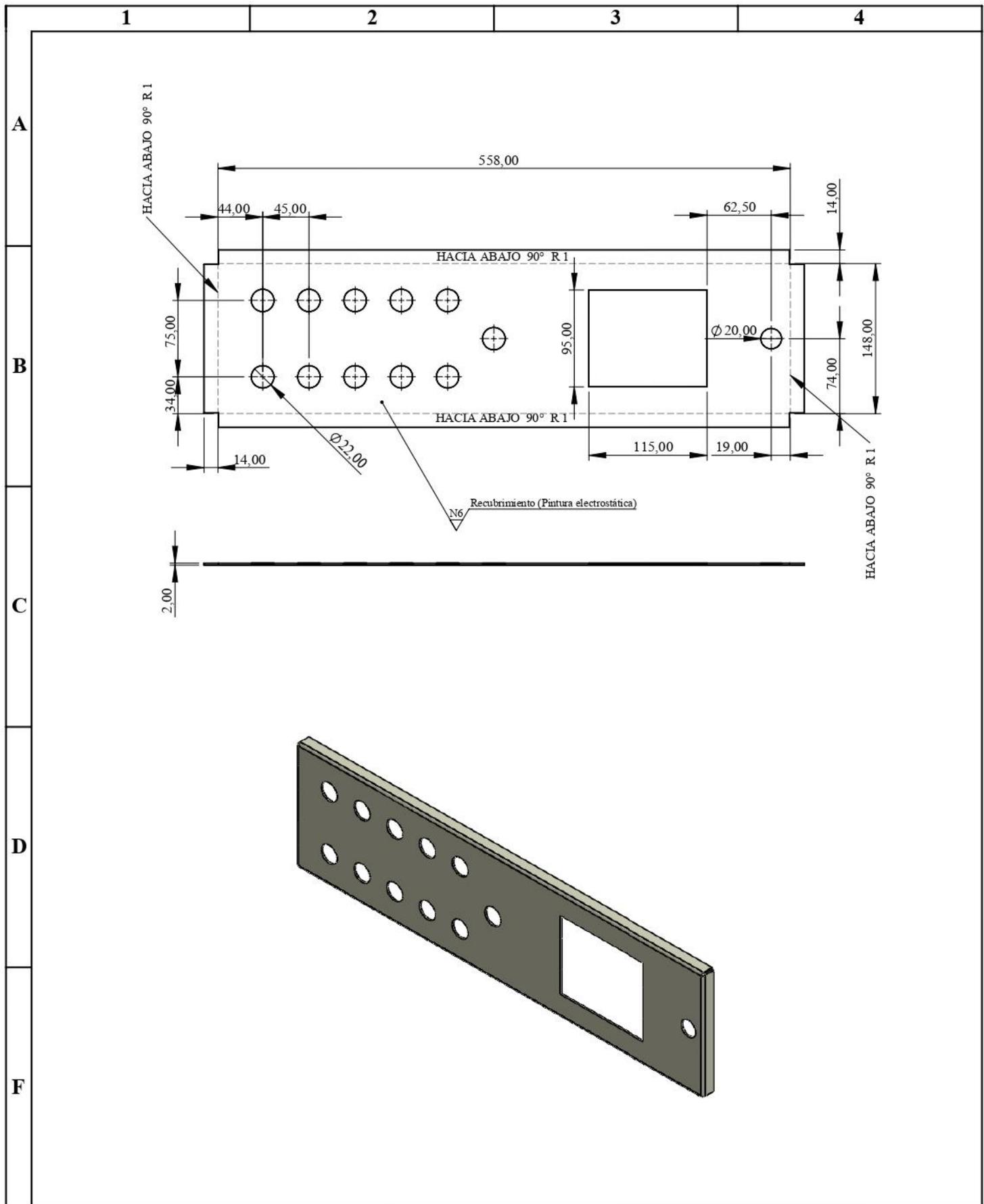


N°. Lámina: 8 de 13		N°. Hojas: 13		Sustitución:		Codificación: FIM-EIMA-MANIT56		<b>ESPOCH</b> <b>FACULTAD DE MECÁNICA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>							
Email: brayan.chavez@esPOCH.edu.ec		brayan.quisillo@esPOCH.edu.ec		Denominación:		<b>GABINETE DE SELECTORES</b>						Peso [Kg]		Tolerancia	
Teléfonos: 0997912190		0999939156								5,16		±0,3 [mm]		1:5	
<b>Datos</b>		<b>Nombre</b>		<b>Firma</b>		<b>Fecha</b>		<b>Materiales:</b> ASTM A36							
<b>Proyectó</b>		Sr. Brayan Chavéz				14/2/2024									
<b>Dibujó</b>		Sr. Brayan Quisillo				14/2/2024		<b>Nombre de archivo:</b> Gabinete de Selectores							
<b>Revisó</b>		Ing. Santiago Choto				14/2/2024									
<b>Aprobó</b>		Ing. Cesar Gallegos				14/2/2024									

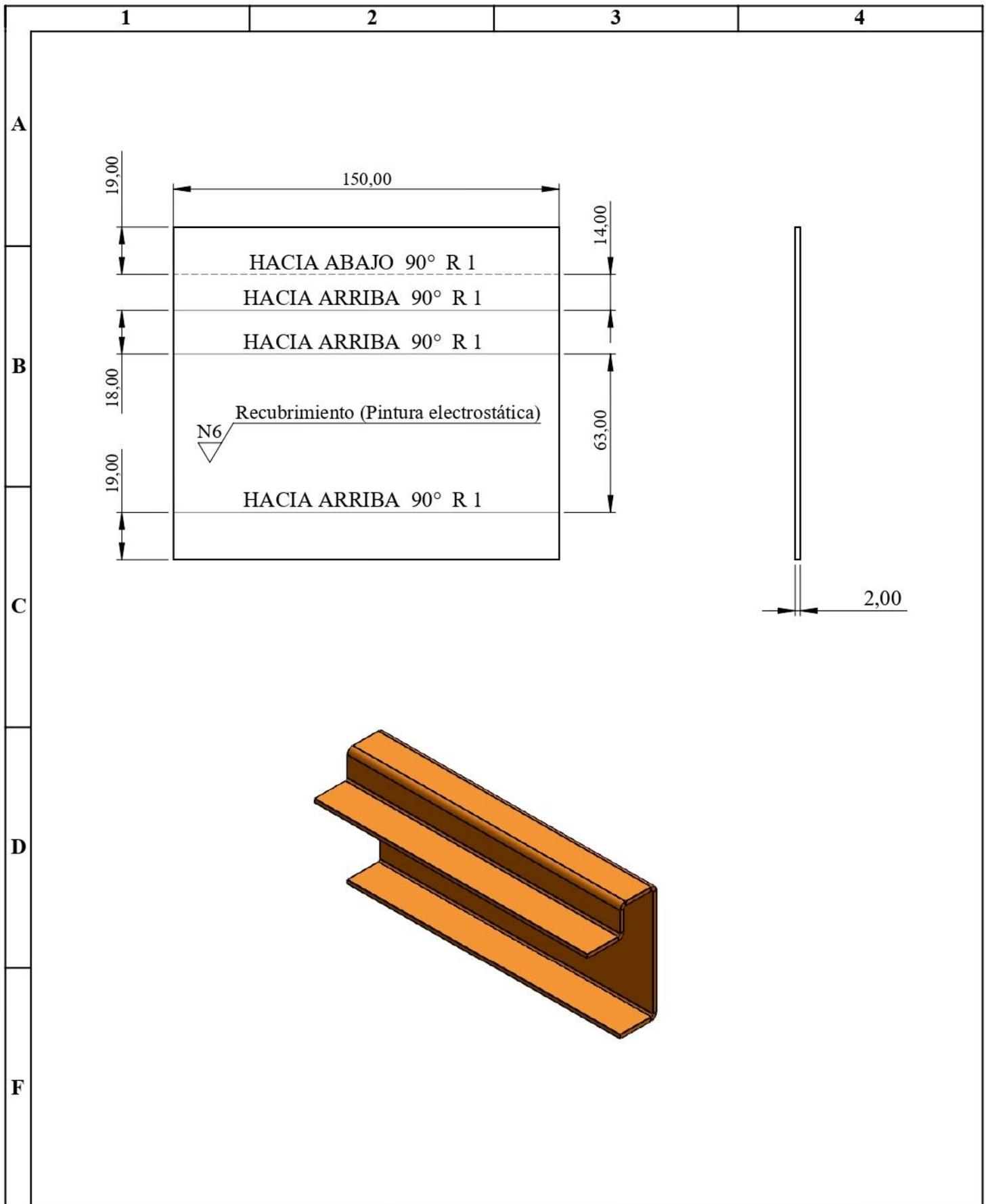


A1	40	43	Ø 22,00 POR TODO
A2	80	43	
A3	120	43	
A4	160	43	
A5	200	43	
A6	240	43	
A7	280	43	
A8	320	43	
B1	373	43	Ø 20,00 POR TODO
<b>RÓTULO</b>	<b>UBIC X</b>	<b>UBIC Y</b>	<b>TAMAÑO</b>

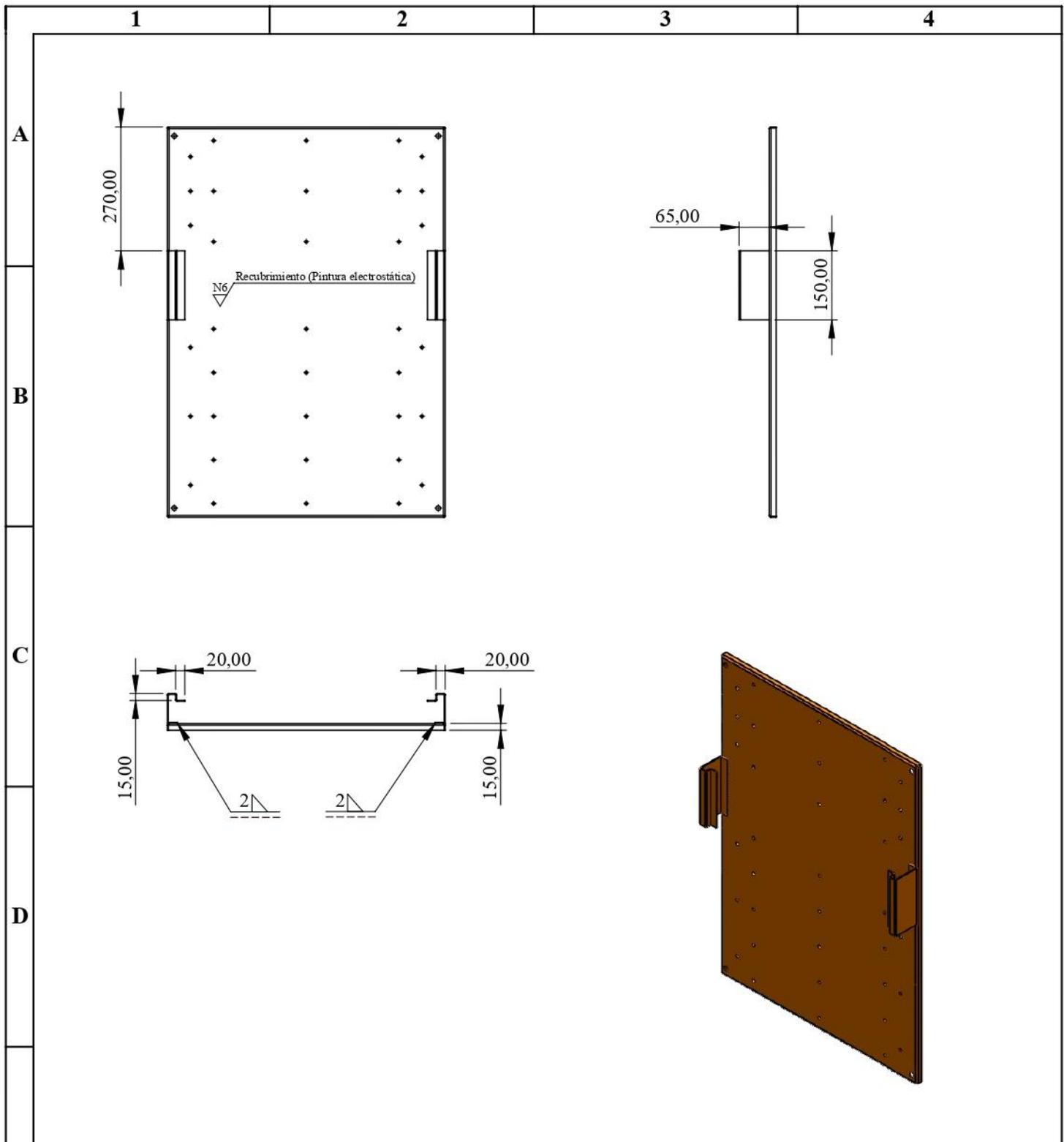
N°. Lámina: 9 de 13		N°. Hojas: 13		Sustitución:		Codificación: FIM-EIMA-MANIT56		<b>ESPOCH</b> <b>FACULTAD DE MECÁNICA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>							
Email: brayan.chavez@espoch.edu.ec		brayan.quisillo@espoch.edu.ec		Denominación:		OMEGA DE SOPORTE PARA SELECTORES									
Teléfonos: 0997912190		0999939156		Materiales:		ASTM A36		Peso [Kg]		Tolerancia		Escala		Registro	
Datos		Nombre		Firma		Fecha		0,70		±0,3 [mm]		1:4			
Proyectó		Sr. Brayan Chavéz				14/2/2024									
Dibujó		Sr. Brayan Quispillo				14/2/2024									
Revisó		Ing. Santiago Choto				14/2/2024									
Aprobó		Ing. Cesar Gallegos				14/2/2024		Nombre de archivo:							
								Omega de Soporte para Selectores							



N°. Lámina: 10 de 13		N°. Hojas: 13		Sustitución:		Codificación: FIM-EIMA-MANIT56		<b>ESPOCH</b> <b>FACULTAD DE MECÁNICA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>			
Email: brayan.chavez@esPOCH.edu.ec		brayan.quisillo@esPOCH.edu.ec		Denominación:		<b>OMEGA DE CONTROL Y MONITOREO</b>					
Teléfonos: 0997912190		0999939156		Materiales:				1,71	±0,3 [mm]	1:5	
Datos	Nombre	Firma	Fecha	Nombre de archivo:							
Proyectó	Sr. Brayan Chavéz		14/2/2024	Omega de Soporte de Control							
Dibujó	Sr. Brayan Quispillo		14/2/2024								
Revisó	Ing. Santiago Choto		14/2/2024								
Aprobó	Ing. Cesar Gallegos		14/2/2024								

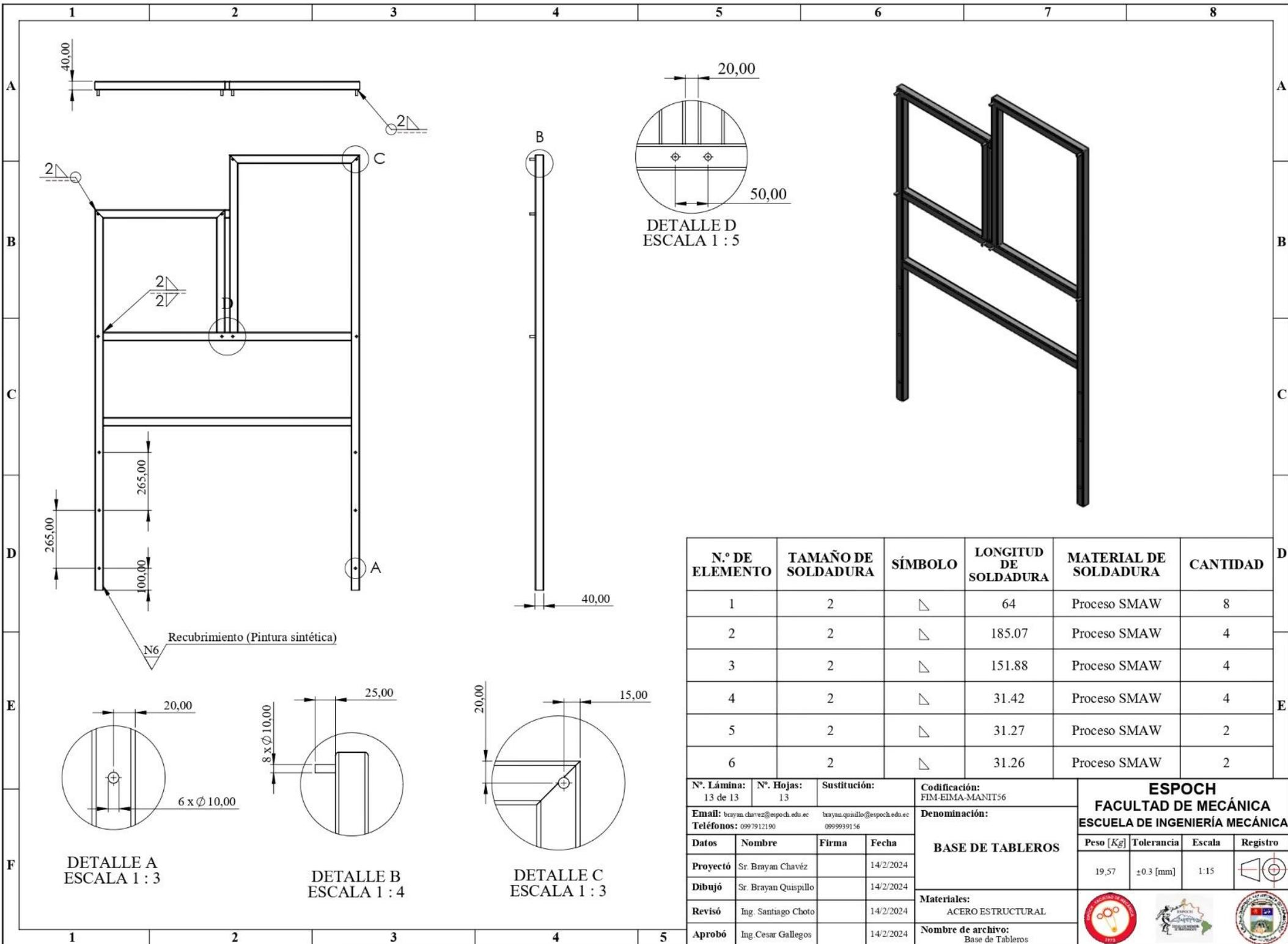


<b>N°. Lámina:</b> 11 de 13		<b>N°. Hojas:</b> 13		<b>Sustitución:</b>		<b>Codificación:</b> FIM-EIMA-MANIT56		<b>ESPOCH</b> <b>FACULTAD DE MECÁNICA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>							
<b>Email:</b> brayan.chavez@esPOCH.edu.ec		brayan.quisillo@esPOCH.edu.ec		<b>Denominación:</b>		<b>BASE DEL OMEGA</b> <b>DE CONTROL Y</b> <b>MONITOREO</b>		<b>Peso [Kg]</b>		<b>Tolerancia</b>		<b>Escala</b>		<b>Registro</b>	
<b>Teléfonos:</b> 0997912190		0999939156		<b>Datos</b>				0,31		±0,3 [mm]		1:2			
<b>Proyectó</b>	Sr. Brayan Chavéz	<b>Firma</b>		<b>Fecha</b>	14/2/2024			<b>Materiales:</b>							
<b>Dibujó</b>	Sr. Brayan Quispillo			14/2/2024	ASTM A36										
<b>Revisó</b>	Ing. Santiago Choto			14/2/2024	<b>Nombre de archivo:</b>										
<b>Aprobó</b>	Ing. Cesar Gallegos			14/2/2024	Base del Omega de Control										



N.º DE ELEMENTO	TAMAÑO DE SOLDADURA	SÍMBOLO	LONGITUD DE SOLDADURA	MATERIAL DE SOLDADURA	CANTIDAD
1	2	△	186	Proceso SMAW	2

N.º. Lámina: 12 de 13		N.º. Hojas: 13		Sustitución:		Codificación: FIM-EIMA-MANIT56		<b>ESPOCH</b> <b>FACULTAD DE MECÁNICA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>			
Email: brayan.chavez@esPOCH.edu.ec		brayan.quisillo@esPOCH.edu.ec		Denominación:		PLAFÓN AUTOMÁTICO SOLDADO CON BASE DEL OMEGA					
Teléfonos: 0997912190		0999939156		Materiales:		ASTM A36		Peso [Kg]	Tolerancia	Escala	Registro
Datos	Nombre	Firma	Fecha	Nombre de archivo:		Plafón Automático Soldado		9,15	±0,3 [mm]	1:10	
Proyectó	Sr. Brayan Chavéz		14/2/2024								
Dibujó	Sr. Brayan Quispillo		14/2/2024								
Revisó	Ing. Santiago Choto		14/2/2024								
Aprobó	Ing. Cesar Gallegos		14/2/2024								



N.º DE ELEMENTO	TAMAÑO DE SOLDADURA	SÍMBOLO	LONGITUD DE SOLDADURA	MATERIAL DE SOLDADURA	CANTIDAD
1	2	▷	64	Proceso SMAW	8
2	2	▷	185.07	Proceso SMAW	4
3	2	▷	151.88	Proceso SMAW	4
4	2	▷	31.42	Proceso SMAW	4
5	2	▷	31.27	Proceso SMAW	2
6	2	▷	31.26	Proceso SMAW	2

Nº. Lámina: 13 de 13		Nº. Hojas: 13		Sustitución:		Codificación: FIM-EIMA-MANIT56		<b>ESPOCH</b> <b>FACULTAD DE MECÁNICA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>									
Email: brayan.chavez@espoeh.edu.ec				brayan.quispillo@espoeh.edu.ec								Denominación:					
Teléfonos: 099 7912190				0999939156				<b>BASE DE TABLEROS</b>		Peso [Kg]		Tolerancia		Escala		Registro	
Proyectó		Sr. Brayan Chavéz		Firma		Fecha				19,57		±0.3 [mm]		1:15			
Dibujó		Sr. Brayan Quispillo		Firma		Fecha		Materiales:				ACERO ESTRUCTURAL					
Revisó		Ing. Santiago Choto		Firma		Fecha		Nombre de archivo:				Base de Tableros					
Aprobó		Ing. Cesar Gallegos		Firma		Fecha											



## GUÍA DE LABORATORIO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

### Práctica N° 01

**TEMA:** “FAMILIARIZACIÓN DEL MÓDULO MEDIANTE EL SISTEMA DE CONTROL ELECTROMECAÁNICO”

#### 1. DATOS GENERALES

NOMBRE	CÓDIGO	% DE PARTICIPACIÓN

Grupo N° .....

FECHA DE REALIZACIÓN: .....

FECHA DE REALIZACIÓN: .....

#### 2. OBJETIVOS

##### 2.1. Objetivo general

Identificar la secuencia de funcionamiento del módulo de banda transportadora mediante la activación y desactivación del tablero electromecánico.

##### 2.2. Objetivo específicos

- Analizar de manera detallada los diagramas de distribución y conexión del módulo, donde se identifique los componentes claves.
- Asociar las conexiones entre elementos de acuerdo al etiquetado del sistema.
- Examinar la operatividad del módulo.

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. Lógica cableada

La lógica cableada, también conocida como como lógica de contactos o sistema cableado, es un enfoque aplicado en la automatización industrial y la electrónica. Se basa en utilizar dispositivos físicos y electromecánicos como pulsadores, relés, contactores, entre otros, para controlar un proceso (Domínguez, 2020, pág. 12).



**Ilustración 1:** Lógica cableada

**Fuente:** (Domínguez, 2020, pág. 12).

Habitualmente, la lógica cableada se centra en las interconexiones directa entre componentes eléctricos para realizar tareas específicas, sin posibilidad de cambiar variables y parámetros. A diferencia de los sistemas programados, la estructura de un sistema cableado suele ser rígida y, por lo tanto, difícilmente modificable.

*(Incluya información precisa referente a la práctica, que son los sistemas de banda transportadora y que aplicación tienen, como influye el diseño de diagramas de control y potencia, describa los componentes electromecánicos del tablero con su respectiva simbología, finalmente describa la forma de conexión de los sensores inductivos PNP, respaldada la consulta con imágenes, en un límite de dos hojas)*

### 4. OBSERVACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE INSTRUMENTOS Y EQUIPOS.

#### 4.1. *Equipos de protección personal*

- Mandil
- Guantes aislantes
- Gafas de seguridad
- Calzado de seguridad
- Protectores auditivos



#### 4.2 *Instrumentos y equipos*

- Módulo de banda transportadora
- Multímetro de pinza
- Destornillador plano y estrella.

#### 4.3. *Materiales*

- Guía de laboratorio.
- Diagramas eléctricos
- Guía de identificación de conexiones
- Lápiz

Incluya una fotografía de los materiales utilizados en la práctica.

### 5. INSTRUCCIONES

La práctica de laboratorio se desarrollara mediante el cumplimiento secuencial de los siguientes pasos:

- a) Revisión de equipos de protección personal (EPP).

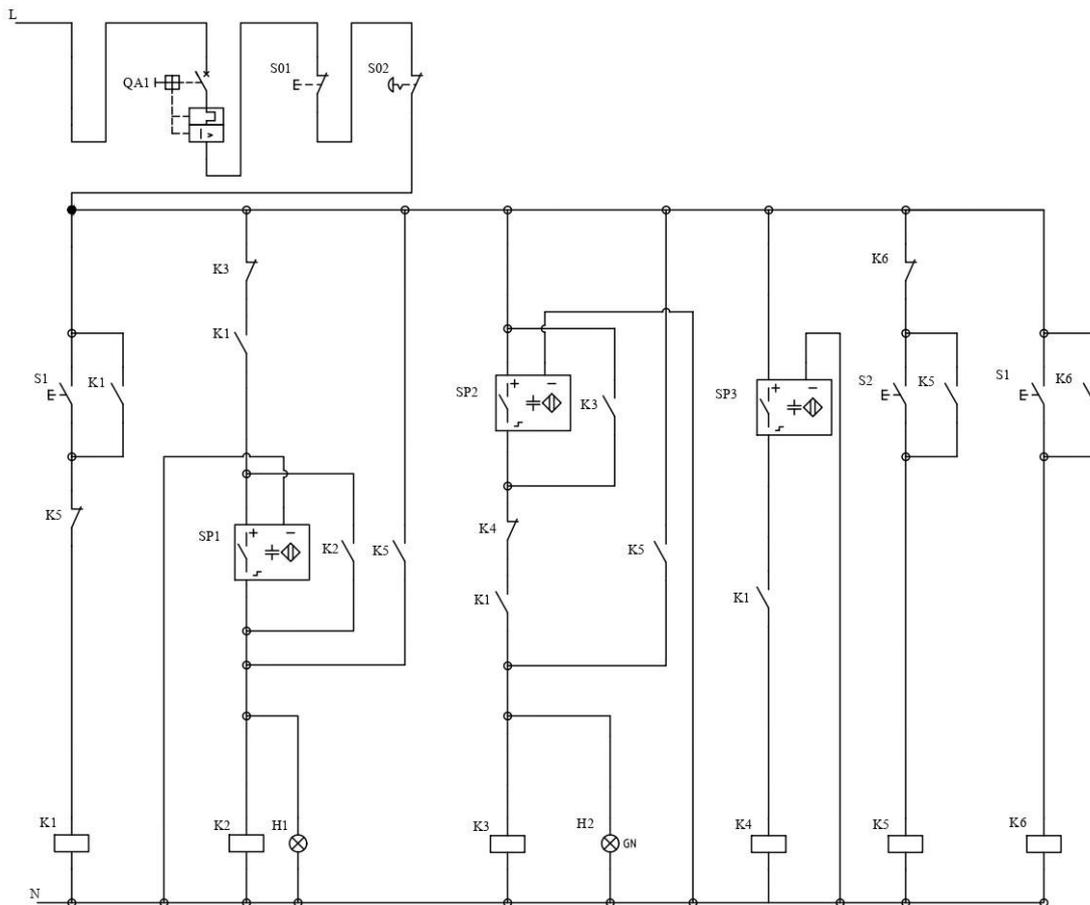
Incluya una foto en donde verifique la utilización de los EPP



- b) Adquisición de guías de identificación y esquemas de conexión del módulo.

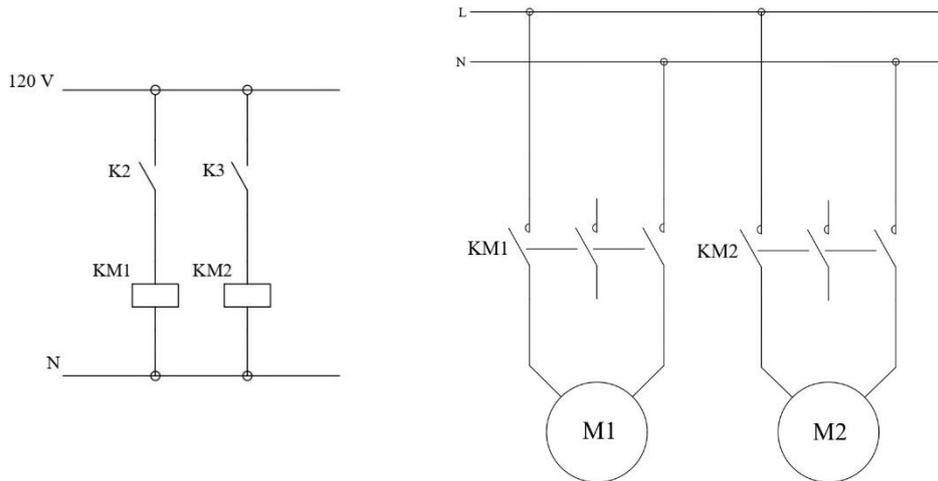


- c) Descripción de la secuencia de operación del módulo, basada en el circuito de control y potencia del sistema electromecánico. Tomando en cuenta que el sistema trabaja en dos modalidades; la primera, manual, accionada por el pulsante S1; la segunda, automática, activada por el pulsante S2.



**Ilustración 2:** Circuito de control del sistema electromecánico





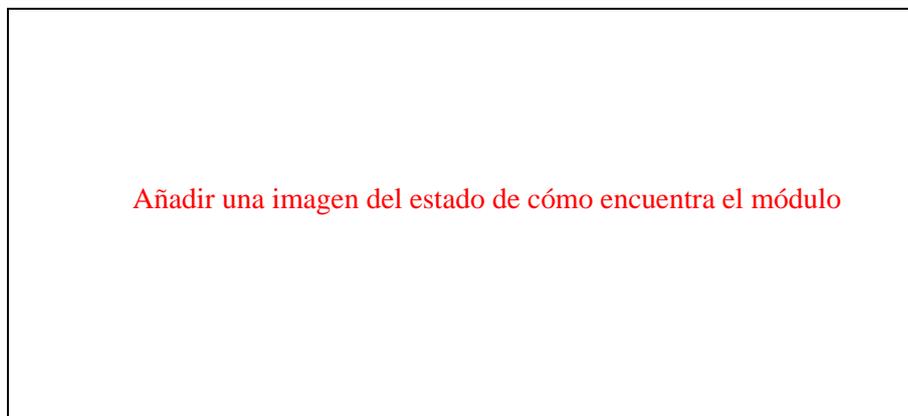
**Ilustración 3:** Circuito de potencia del sistema electromecánico

**Nota:** El circuito de control trabaja a 24VDC, mientras que el de potencia a 120VAC.

*(Describe la operatividad de las dos modalidades teniendo en cuenta que al pulsar S1 “MANUAL”, se encienden los sensores SP1, SP2 y SP3 y los motores M1 Y M2 por tramos específicos, mientras que al pulsar S2 “AUTOMÁTICO”, funciona el sistema en su totalidad).*

MODALIDAD	DESCRIPCIÓN
MANUAL	Al pulsar S1....
AUTOMÁTICA	Al pulsar S2....

d) Verificación del estado inicial del módulo.



**Interpretación:**

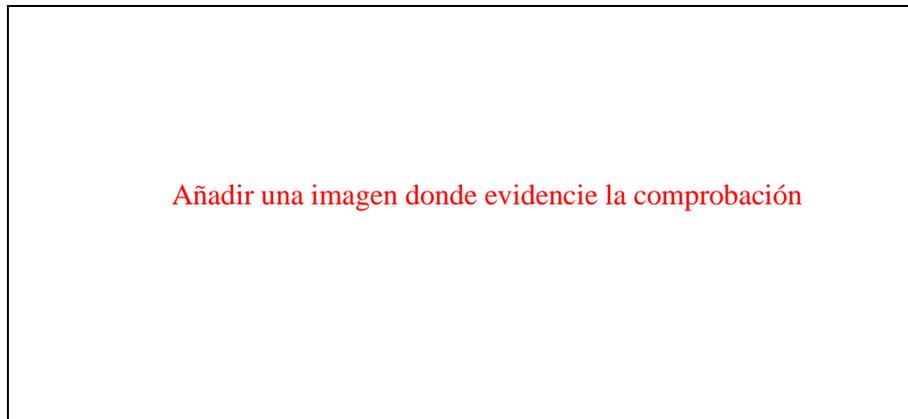
*(Describe si existe alguna anomalía en el módulo como conexiones sueltas o daños en algún componente. En caso de identificar alguna irregularidad, describa de como abordo y soluciono dicha anomalía).*

.....

.....

.....

e) Comprobar el etiquetado del tablero de acuerdo a la guía de identificación de conexiones



*(Comprobar la correcta numeración del cableado que está conectado a las terminales de los elementos de al menos 10 conexiones)*

ELEMENTO	NUMERACIÓN DE CABLEADO	CONECTADO A	CUMPLE	
			SI	NO

f) Energizar el sistema electromecánico del módulo.



Añadir una imagen del sistema electromecánico energizado, tomando la medición de voltaje

**Interpretación:**

(Comprobar el valor de voltaje en la fuente de poder AC/DC 5A 24VDC)

TERMINAL	VALOR DE VOLTAJE
+V	
-V	
+V	
-V	
L	
N	

**Nota:** La fuente de poder suministra 24VDC al circuito electromecánico y automático para energizar el sistema de control. El sistema de potencia opera a 110VAC y sus conexiones se encuentran en el bloque 5 de borneras. Este bloque suministra el voltaje a los contactores que activan a los motores del circuito de potencia.

- g) Activar el interruptor automático QA1
- h) Con ayuda del selector de tres posiciones (SF01) configurar en 1.

(Verificación el encendido de la lámpara H3 (Electromecánico)).

Añadir una imagen de la configuración de la sección electromecánica



- i) Activar la modalidad manual y automática PULSANDO S1 o S2. Tome en cuenta el MANUAL DE OPERACIÓN para su ejecución.

(Valide el funcionamiento observado con el funcionamiento descrito del punto C)

**NOTA:** Tanto para la modalidad manual como automática se debe presionar previamente el pulsante S01 “PARO” para reiniciar el sistema y cambiar la configuración a la otra modalidad del funcionamiento. La finalidad es prevenir errores de operación en el sistema.

<b>CUMPLE</b>	
<b>SI</b>	<b>NO</b>

Añadir una imagen de la sección en donde comprobó la verificación

- j) Finalizado la práctica, verifique que el módulo este desenergizado y efectué la limpieza de la zona de trabajo.

Añadir una imagen que verifique que dejo en orden y limpio la zona de trabajo.

**6. OBSERVACIONES**

- a) ¿Cómo se utiliza el multímetro en la práctica para tomar las medidas?

.....

.....



b) En el sistema existe dos relés que están trabajando como interruptores para alimentar la bobina de dos contactores de 110VAC ¿Por qué los relés de 24VDC, no sufre daño, si el voltaje que pasa por uno de sus contactos es de 110VAC?

.....  
.....

c) ¿Cuál es el relé electromecánico que sirve como interruptor para la alimentación de la bobina KM1?

.....  
.....

d) ¿Cuál es el relé electromecánico que sirve como interruptor para la alimentación de la bobina KM2?

.....  
.....

**7. CONCLUSIONES**

*(Describir en forma lógica las conclusiones a las que llego con la realización de la práctica)*

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

**8. RECOMENDACIÓN**

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

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

**9. BIBLIOGRAFÍA**



*De acuerdo a la norma ISO 690 o APA 6ta ed; Citar la fuente bibliográfica general, específica que sustente la práctica con bibliografía existente en una base debidamente actualizada; Libros, folletos, manuales, impresos digitales).*

**DOMÍNGUEZ, Roni.** *Manual de Automatismos y Control de Motores Eléctricos* [En línea]. Faradayos, 2020. [Consulta: 03 febrero 2024]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/484248172/Control-de-Motores-Elctricos-Ebook-1-pdf>.

---

Ing. Félix Antonio García Mora  
**DOCENTE DE LA ASIGNATURA**

---

Sr/Srta.....  
**AYUDANTE DE CÁTEDRA**

## **ANEXOS**

*(Coloque fotografías que respalden la realización de la práctica)*





## GUÍA DE LABORATORIO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

### Práctica N° 02

**TEMA:** “FAMILIARIZACIÓN DEL MÓDULO MEDIANTE EL SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO”

#### 1. DATOS GENERALES

NOMBRE	CÓDIGO	% DE PARTICIPACIÓN

**Grupo N°** .....

**FECHA DE REALIZACIÓN:** .....      **FECHA DE REALIZACIÓN:** .....

#### 2. OBJETIVOS

##### 2.1. Objetivo general

Identificar la secuencia de funcionamiento del módulo de banda transportadora mediante el encendido del tablero automático.

##### 2.2. Objetivo específicos

- Analizar de manera detallada los diagramas de distribución y conexión del módulo, donde se identifique los componentes claves.
- Asociar las conexiones entre elementos de acuerdo al etiquetado del sistema.
- Examinar la operatividad del módulo.
- Compilar la programación del sistema automatizado al módulo lógico programable.

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. Lógica programable

Es la capacidad de configurar un sistema mediante un programa predefinido. Normalmente, la automatización se establece con la incorporación de elementos y dispositivos tecnológicos que aseguren el control y funcionamiento del sistema para llevar a cabo la ejecución de determinadas tareas de forma precisa, constante y sin errores, a razón que estos dispositivos integrados poseen la capacidad de tomar decisiones y comunicarse con otros, utilizando un programa predefinido, para la gestión de variables específicas en los sistemas que garanticen la productividad, confiabilidad y calidad del sistema.



**Ilustración 1:** Lógica programable

Fuente: (Tecnoplc, 2023)

*(Incluir información sobre los tipos de lenguajes de programación, la importancia de los diagramas Grafcet, y las ventajas y desventajas de la lógica programable)*

### 4. OBSERVACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE INSTRUMENTOS Y EQUIPOS.

#### 4.1. Equipos de protección personal

- Mandil
- Guantes aislantes
- Gafas de seguridad
- Calzado de seguridad
- Protectores auditivos

#### 4.2 Instrumentos y equipos

- Módulo de banda transportadora



- Multímetro de pinza
- Destornillador plano y estrella.
- Computadora

#### 4.3 *Materiales*

- Guía de laboratorio.
- Diagramas eléctricos
- Guía de identificación de conexiones
- Lápiz
- Computador
- Softwar LOGO!Soft Comfort V8.0
- Cable ETHERNET

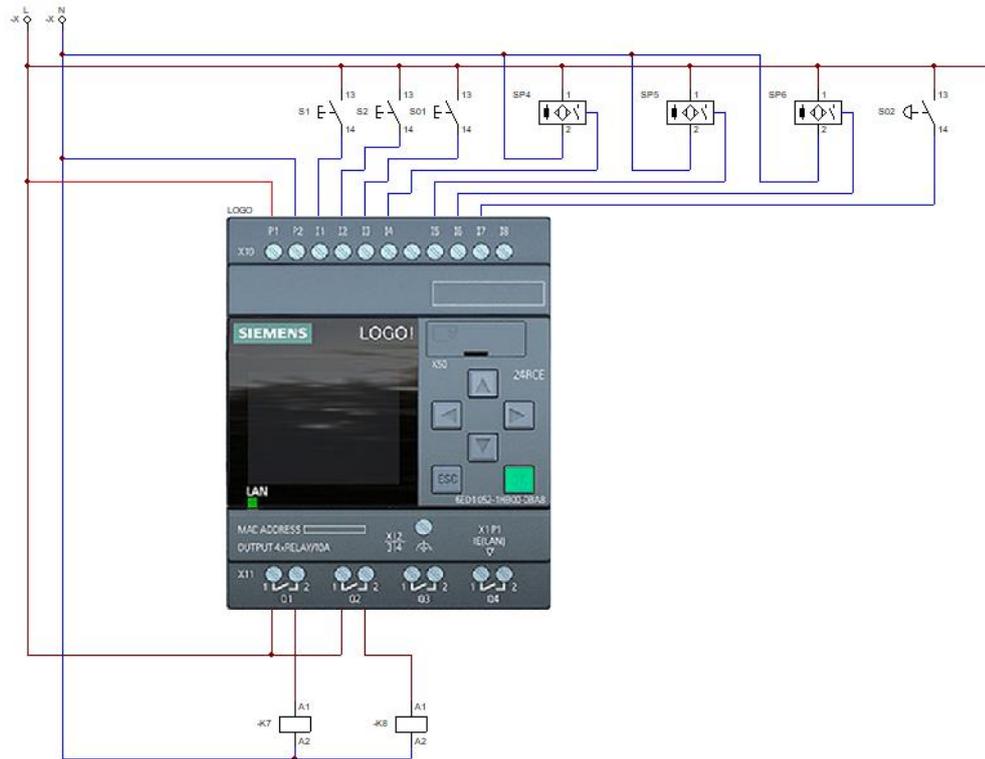
Incluya una fotografía de los materiales utilizados en la práctica.

## 5. INSTRUCCIONES

Tomando en cuenta la *secuencia de operación descrita en la parte electromecánica en la modalidad manual y automática* la práctica se desarrollara mediante el cumplimiento secuencial de los siguientes pasos:

- a) Revisión de equipos de protección personal (EPP).
- b) Adquisición de guías de identificación y esquemas de conexión del módulo.
- c) Descripción e identificación de las salidas y entradas mostrada en la ilustración 2, que están conectadas al autómata programable.





**Ilustración 2:** Circuito de conexiones del autómata programable

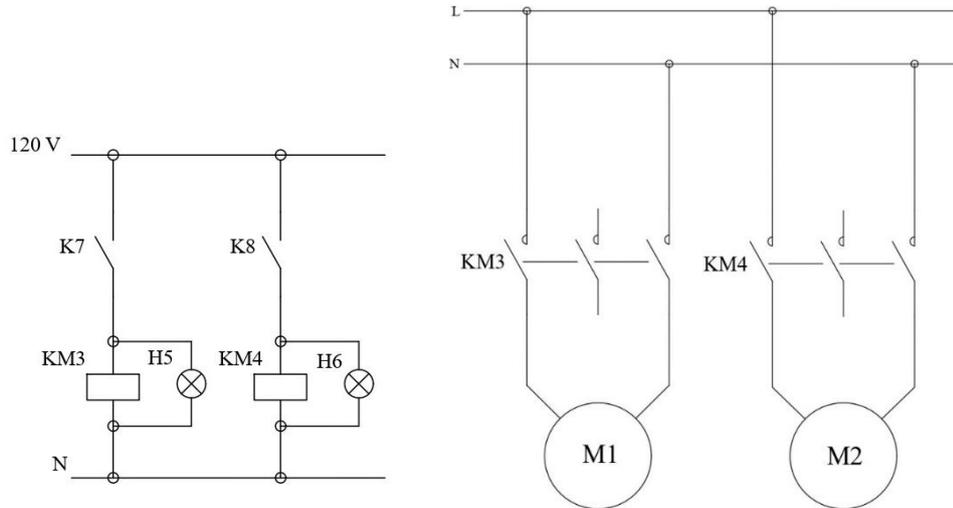
*(Describir qué elementos están conectados a las entradas y salidas del autómata programable)*

ENTRADA	ELEMENTO CONECTADO
I1	
I2	
I3	
I4	
I5	
I6	
I7	
I8	
SALIDA	ELEMENTO CONECTADO
Q1	
Q2	
Q3	
Q4	

- d) Analice el diagrama de potencia del circuito de automatización de la ilustración 3, y determine su funcionalidad.



(Al igual que el tablero electromecánico el tablero automático debe funcionar a un voltaje de 120VAC para energizar los mismos motores M1 y M2.)



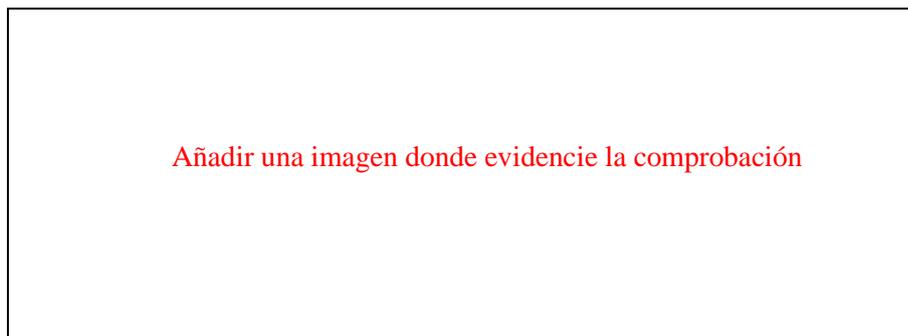
**Ilustración 3:** Diagrama de potencia para los motores 1 y 2

**Interpretación:**

.....

.....

- e) Comprobar el etiquetado de las conexiones de acuerdo a la guía de identificación de conexiones

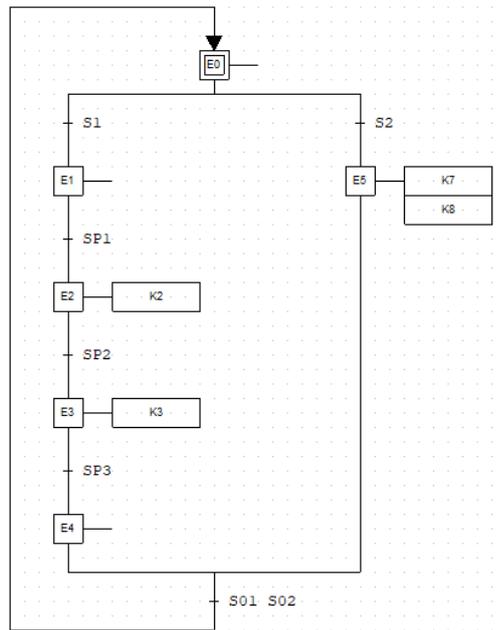


(Comprobar la correcta numeración del cableado que está conectado a las terminales de los elementos de al menos 10 conexiones del tablero automático)

ELEMENTO	NUMERACIÓN DE CABLEADO	CUMPLE	
		SI	NO



- f) Describir que secuencia se presente en el Grafcet de primer nivel mostrado en la ilustración 4.



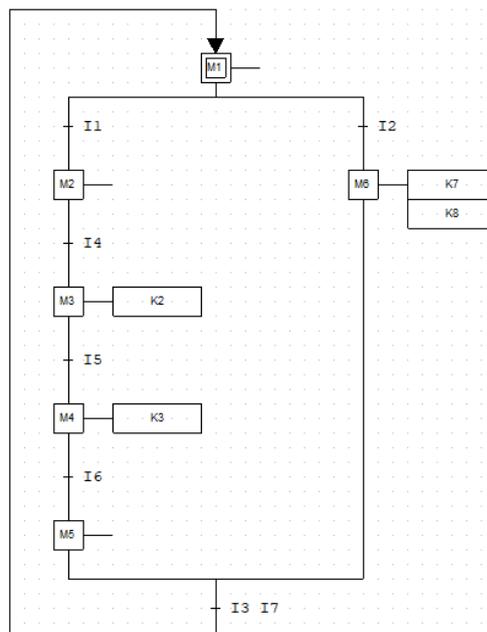
**Ilustración 4:** Grafcet de primer nivel

*(Describir de manera detallada la secuencia de la ilustración 4, etapa por etapa)*

.....

.....

- g) Asociar lo descrito en el punto e, con la ilustración 5.



**Ilustración 5:** Grafcet de segundo nivel



(Describir de manera detallada la secuencia de la ilustración 5, etapa por etapa, asociándola con lo descrito en el punto anterior, comprobando las diferencias y emparejándolas)

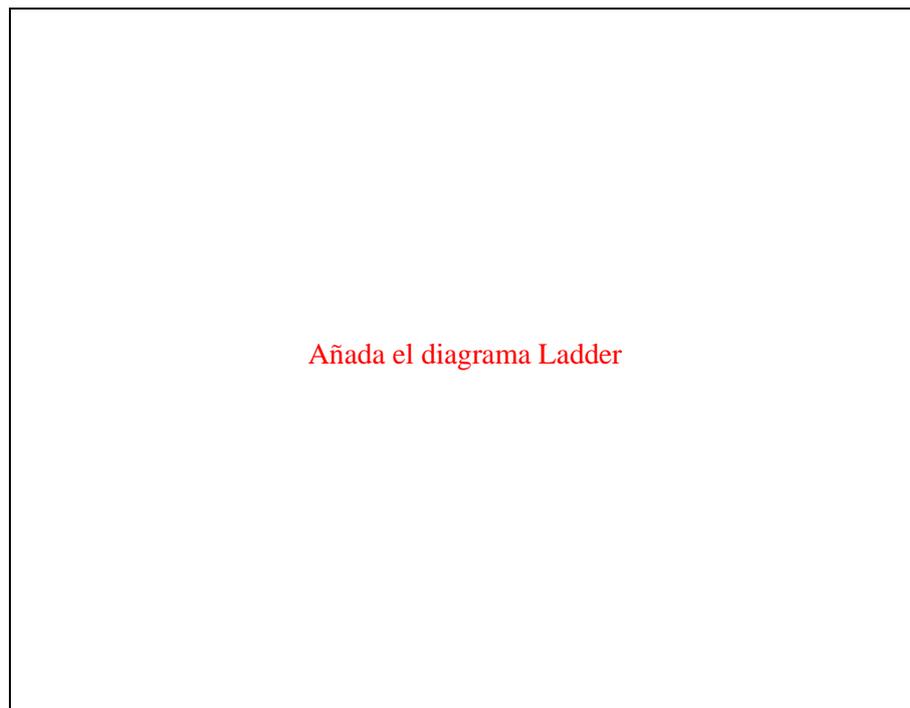
.....  
 .....

h) Generar las ecuaciones de programación acorde al Grafcet de segundo nivel de la ilustración 5.

ECUACIONES PARA LA PROGRAMACIÓN			
MEMORIAS	ECUACIONES	SALIDAS	ECUACIONES
M1		Q1	
M2		Q2	
M3			
M4			
M5			
M6			

i) Realizar el diagrama Ladder con las ecuaciones generadas en el punto h.

(Con ayuda de las ecuaciones para la programación generada por el estudiante, dibujar el diagrama Ladder)



- j) Energizar el módulo.

Añadir una imagen del sistema automático energizado, tomando la medición de voltaje

- k) Activar el interruptor automático QA2

- l) Con ayuda del selector de tres posiciones (SF01) configurar en 2.

(Verificar el encendido de la lámpara H4 (Automático))

Añadir una imagen de la configuración de la sección automática

- m) Adquiera el archivo denominado “PROGRAMACIÓN CORRECTA”

 Programación Correcta	24/1/2024 23:57	LOGO!Soft Comfo...	133 KB
 Programación erronea 1	4/3/2024 2:32	LOGO!Soft Comfo...	133 KB
 Programación erronea 2	4/3/2024 2:35	LOGO!Soft Comfo...	119 KB
 Programación erronea 3	4/3/2024 2:37	LOGO!Soft Comfo...	134 KB
 Programación erronea 4	4/3/2024 2:45	LOGO!Soft Comfo...	136 KB

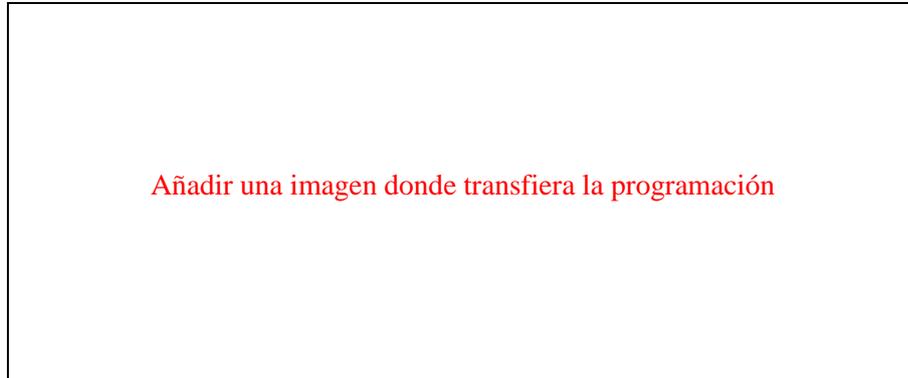
**Ilustración 6:** Programaciones en el Software LOGO!Soft Comfort V8.0.

**Nota:** Se debe tener instalado el *Software LOGO!Soft Comfort V8.0* para su visualización

- n) Transfiera la “PROGRAMACIÓN CORRECTA” al autómata programable.



(Conectar el cable Ethernet al computador y al autómata programable, y subir el programa al equipo).



o) Accione el sistema y determine su FUNCIONAMIENTO.

(Valide y describa la operación del módulo, su accionamiento al pulsar S1 “MANUAL”, se encienden los sensores SP4, SP5 y Sp6 y los motores M1 Y M2 por tramos específicos, mientras que al pulsar S2 “AUTOMÁTICO”, funciona el sistema en su totalidad )

**Nota:** Para cambiar la modalidad del módulo se pulsa S01 “PARO” o S02 “PARO DE EMERGENCIA” para reiniciar el sistema y cambiar la configuración a la otra modalidad del funcionamiento para su comprobación

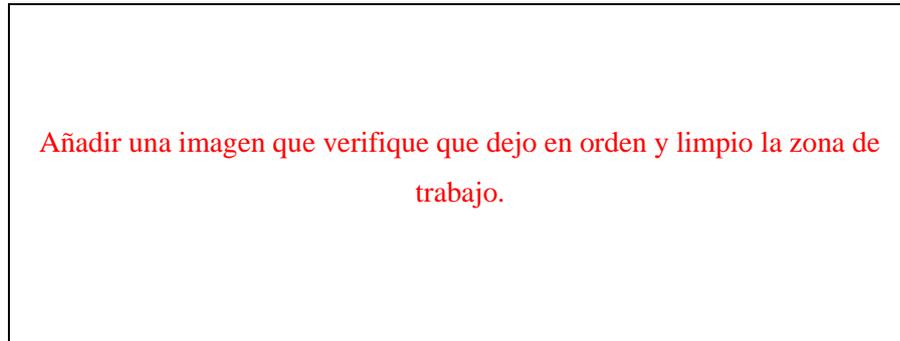
MODALIDAD	ANOMALÍA PRESENTE
Manual	Al pulsar S1....
Automática	Al pulsar S2....

p) Con el diagrama realizado del punto i y el adquirido denominado “PROGRAMACIÓN CORRECTA”, encuentre similitudes y diferencias.

SIMILITUD	
DIFERENCIAS	



- q) Finalizado la práctica, verifique que el módulo este desenergizado y efectué la limpieza de la zona de trabajo.



**6. OBSERVACIONES**

- a) ¿Cuál es la importancia del diseño de los Graficet de primer y segundo nivel?

.....  
 .....

- b) En la transformación de las ecuaciones para la programación al diagrama Ladder ¿Cómo se representa la suma y la multiplicación de las variables?

.....  
 .....

- c) ¿Cuáles son los lenguajes disponibles en el software LOGO!Soft Comfort V8.0, cuáles son sus diferencias y cuál es el que se utiliza en la programación del módulo?

.....  
 .....

**7. CONCLUSIONES**

*(Describir en forma lógica las conclusiones a las que llego con la realización de la práctica)*

.....  
 .....

**8. RECOMENDACIÓN**

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



.....

.....

## 9. BIBLIOGRAFÍA

*De acuerdo a la norma ISO 690 o APA 6ta ed; Citar la fuente bibliográfica general, específica que sustente la practica con bibliografía existente en una base debidamente actualizada; Libros, folletos, manuales, impresos digitales).*

**TECNOPLC.** *LOGO Siemens qué es y para qué sirve y cómo programarlo.* [Blog]. 2023. [Consulta: 31 marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.tecnopl.com/logo-siemens-que-es-y-para-que-sirve-y-como-programarlo/>

---

Ing. Félix Antonio García Mora  
**DOCENTE DE LA ASIGNATURA**

---

Sr/Srta.....  
**AYUDANTE DE CÁTEDRA**

## ANEXOS

*(Colocar fotografías que respalden la realización de la práctica)*





## GUÍA DE LABORATORIO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

### Práctica N° 03

**TEMA:** “SIMULACIÓN DE FALLA EN EL SISTEMA DE CONTROL ELECTROMECAÁNICO MEDIANTE EL SELECTOR SF1.”

#### 1. DATOS GENERALES

NOMBRE	CÓDIGO	% DE PARTICIPACIÓN

Grupo N° .....

FECHA DE REALIZACIÓN: .....

FECHA DE REALIZACIÓN: .....

#### 2. OBJETIVOS

##### 2.1. Objetivo general

Adiestrar al estudiante, en la simulación y diagnóstico del modo de falla denominado bobina quemada del relé electromecánico 2 (K2), mediante el accionamiento de selector SF1.

##### 2.2. Objetivo específicos

- Analizar los diagramas de distribución y conexión del módulo, donde se identifique los componentes claves.
- Examinar la operatividad del módulo, diagnosticando el modo de fallo de bobina quemada.

#### 3. MARCO TEÓRICO

### 3.1. Diagnóstico eléctrico

En el proceso integral del diagnóstico eléctrico, se enfoca en la identificación y resolución de problemas en sistemas eléctricos para garantizar su eficiente operación y seguridad. A través de técnicas como la inspección visual, mediciones eléctricas y análisis de circuitos busca detectar desviaciones, fallas o anomalías. La interpretación de datos recopilados y la identificación de fallas específicas preceden al desarrollo de estrategias correctivas, tales como reparaciones o reemplazo de componentes. En este enfoque sistemático es esencial para mantener la integridad y rendimiento de sistemas eléctricos, desde entornos industriales hasta dispositivos de consumo (Domínguez, 2020).



**Ilustración 1:** Diagnóstico eléctrico

**Fuente:** (Domínguez, 2020).

Para un diagnóstico rápido y efectivo, es crucial comprender la función y operación de cada elemento del sistema, así como identificar la sección del circuito afectada.

*(Incluya información sobre las técnicas de diagnóstico aplicadas a tableros eléctricos, y lectura de esquemas eléctricos, respaldada por imágenes, en un límite de dos hojas)*

## 4. OBSERVACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE INSTRUMENTOS Y EQUIPOS.

### 4.1. Equipos de protección personal

- Mandil
- Guantes aislantes
- Gafas de seguridad
- Calzado de seguridad
- Protectores auditivos



#### 4.2 *Instrumentos y equipos*

- Módulo de banda transportadora
- Multímetro de pinza
- Destornillador plano y estrella.

#### 4.3 *Materiales*

- Guía de laboratorio.
- Diagramas eléctricos
- Guía de identificación de conexiones
- Lápiz

Incluya una fotografía de los materiales utilizados en la práctica.

### 5. INSTRUCCIONES

Para simular y diagnosticar el modo de falla de la bobina quemada del relé electromecánico 2 (K2), es necesario realizar previamente la **PRÁCTICA 1**, denominada “Familiarización del módulo mediante el sistema de control electromecánico”, donde se comprende la operatividad habitual del módulo. Las pautas a tener en cuenta antes de la práctica son:

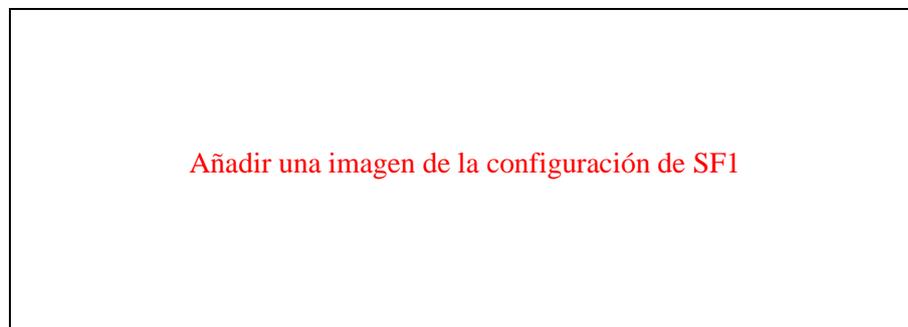
- ✚ Revisión de equipos de protección personal (EPP).
- ✚ Adquisición de guías de identificación y esquemas de conexión del módulo.
- ✚ Verificación del estado inicial del módulo.
- ✚ Energizar el sistema electromecánico del módulo.
- ✚ Activar el interruptor automático QA1
- ✚ Con ayuda del selector de tres posiciones (SF01) configurar en 1 y verificar que la lámpara H3 “Electromecánico” se encienda.



- ✚ Puesta en marcha el módulo. Tomando en cuenta el MANUAL DE OPERACIÓN. (Compruebe que la secuencia de funcionamiento se realice sin ningún inconveniente en sus dos modalidades “MANUAL” y “AUTOMÁTICA”)

Para **IDENTIFICAR EL MODO DE FALLA** la práctica de laboratorio se desarrollara mediante el cumplimiento secuencial de los siguientes pasos:

- a) Reinicie el sistema, pulsando S01 “PARO” o S02 “PARO DE EMERGENCIA”
- b) Ingresar al gabinete de selectores y cambie la posición del selector 1 “SF1”



**NOTA:** Una vez configurado SF1, asegure de cerrar el gabinete.

- c) Accione el módulo y determine la SECUENCIA ACTUAL de operación.

**NOTA:** Se activa cualquier modalidad para su verificación. En caso de NO ENCONTRAR LA ANOMALÍA cambiar la modalidad del módulo pulsando S01 “PARO” o S02 “PARO DE EMERGENCIA” para reiniciar el sistema y cambiar la configuración a la otra modalidad del funcionamiento para su comprobación.

*(Valide la operación y determine la anomalía que presenta el sistema)*

MODALIDAD	ANOMALÍA PRESENTE

- d) Identifique las conexiones del elemento. Tomando en cuenta la GUÍA DE IDENTIFICACIÓN DE CONEXIONES.



(Acorde a la guía de identificación de conexiones y el esquema de conexión, determine las conexiones en donde se encuentra la falla)

ELEMENTO	NUMERACIÓN DE CABLEADO	CONECTADO A	FUNCIÓN QUE CUMPLE
Relé electromecánico 2 (K2)			

e) Tomando las medidas de seguridad pertinente, comience a medir el voltaje en el punto identificado de la falla.

PUNTOS DE VOLTAJE A MEDIR		VOLTAJE



(Describir secuencialmente las medidas de seguridad que efectuó para tomar las medidas de voltaje en las conexiones identificadas)

.....  
 .....

f) Valide la práctica CONFIGURANDO NUEVAMENTE el selector SF1 a su posición inicial.

(Compruebe el voltaje, del punto previamente identificado de la falla)

PUNTOS DE VOLTAJE A MEDIR		VOLTAJE





**NOTA:** Una vez configurado SF1 nuevamente, asegure de cerrar el gabinete.

- g) Finalizado la práctica, verifique que el módulo este desenergizado y efectué la limpieza de la zona de trabajo.

**6. OBSERVACIONES**

- a) ¿Cómo se utiliza el multímetro en la práctica para tomar las medidas?  
.....  
.....

- b) ¿Qué función cumple el selector SF1 en el sistema?  
.....  
.....

- c) ¿Cómo afecta la activación del selector SF1 al sistema?  
.....  
.....

- d) ¿Qué medidas correctivas podría implementarse después de identificarse el modo de falla generado en el selector SF1?  
.....  
.....

**7. CONCLUSIONES**

*(Describir en forma lógica las conclusiones a las que llego con la realización de la práctica)*



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

**8. RECOMENDACIÓN**

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

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

**9. BIBLIOGRAFÍA**

*De acuerdo a la norma ISO 690 o APA 6ta ed; Citar la fuente bibliográfica general, específica que sustente la practica con bibliografía existente en una base debidamente actualizada; Libros, folletos, manuales, impresos digitales).*

**DOMÍNGUEZ, Roni.** *Manual de Automatismos y Control de Motores Eléctricos* [En línea]. Faradayos, 2020. [Consulta: 03 febrero 2024]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/484248172/Control-de-Motores-Elctricos-Ebook-1-pdf>.

\_\_\_\_\_  
Ing. Félix Antonio García Mora  
**DOCENTE DE LA ASIGNATURA**

\_\_\_\_\_  
Sr/Srta.....  
**AYUDANTE DE CÁTEDRA**

**ANEXOS**

*(Coloque fotografías que respalden la realización de la práctica)*





## GUÍA DE LABORATORIO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

### Práctica N° 04

**TEMA:** “SIMULACIÓN DE FALLA EN EL SISTEMA DE CONTROL ELECTROMECAÁNICO MEDIANTE EL SELECTOR SF2.”

#### 1. DATOS GENERALES

NOMBRE	CÓDIGO	% DE PARTICIPACIÓN

Grupo N° .....

FECHA DE REALIZACIÓN: .....

FECHA DE REALIZACIÓN: .....

#### 2. OBJETIVOS

##### 2.1. Objetivo general

Adiestrar al estudiante, en la simulación y diagnóstico del modo de falla denominado bobina quemada del relé electromecánico 3 (K3), mediante el accionamiento de selector SF2.

##### 2.2. Objetivo específicos

- Analizar los diagramas de distribución y conexión del módulo, donde se identifique los componentes claves.
- Examinar la operatividad del módulo, diagnosticando el modo de fallo de bobina quemada.

#### 3. OBSERVACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE INSTRUMENTOS Y EQUIPOS.

### 3.1. *Equipos de protección personal*

- Mandil
- Guantes aislantes
- Gafas de seguridad
- Calzado de seguridad
- Protectores auditivos

### 3.2. *Instrumentos y equipos*

- Módulo de banda transportadora
- Multímetro de pinza
- Destornillador plano y estrella.

### 3.3. *Materiales*

- Guía de laboratorio.
- Diagramas eléctricos
- Guía de identificación de conexiones
- Lápiz

Incluya una fotografía de los materiales utilizados en la práctica.

## 4. INSTRUCCIONES

Para simular y diagnosticar el modo de falla de la bobina quemada del relé electromecánico 3 (K3), es necesario realizar previamente la **PRÁCTICA 1**, denominada “Familiarización del módulo mediante el sistema de control electromecánico”, donde se comprende la operatividad habitual del módulo. Las pautas a tener en cuenta antes de la práctica son:



- ✚ Revisión de equipos de protección personal (EPP).
- ✚ Adquisición de guías de identificación y esquemas de conexión del módulo.
- ✚ Verificación del estado inicial del módulo.
- ✚ Energizar el sistema electromecánico del módulo.
- ✚ Activar el interruptor automático QA1
- ✚ Con ayuda del selector de tres posiciones (SF01) configurar en 1 y verificar que la lámpara H3 “Electromecánico” se encienda.
- ✚ Puesta en marcha el módulo. Tomando en cuenta el MANUAL DE OPERACIÓN. (Compruebe que la secuencia de funcionamiento se realice sin ningún inconveniente en sus dos modalidades “MANUAL” y “AUTOMÁTICA”)

Para **IDENTIFICAR EL MODO DE FALLA** la práctica de laboratorio se desarrollara mediante el cumplimiento secuencial de los siguientes pasos:

- a) Reinicie el sistema, pulsando S01 “PARO” o S02 “PARO DE EMERGENCIA”
- b) Ingresar al gabinete de selectores y cambie la posición del selector 2 “SF2”

Añadir una imagen de la configuración de SF2

**NOTA:** Una vez configurado SF2, asegure de cerrar el gabinete.

- c) Accione el módulo y determine la SECUENCIA ACTUAL de operación.

**NOTA:** Se activa cualquier modalidad para su verificación. En caso de NO ENCONTRAR LA ANOMALÍA cambiar la modalidad del módulo pulsando S01 “PARO” o S02 “PARO DE EMERGENCIA” para reiniciar el sistema y cambiar la configuración a la otra modalidad del funcionamiento para su comprobación.

*(Valide la operación y determine la anomalía que presenta el sistema)*



MODALIDAD	ANOMALÍA PRESENTE

d) Identifique las conexiones del elemento. Tomando en cuenta la GUÍA DE IDENTIFICACIÓN DE CONEXIONES.

*(Acorde a la guía de identificación de conexiones y el esquema de conexión, encuentre las conexiones en donde se encuentra la falla)*

ELEMENTO	NUMERACIÓN DE CABLEADO	CONECTADO A	FUNCIÓN QUE CUMPLE
Relé electromecánico 3 (K3)			

e) Tomando las medidas de seguridad pertinente, comience a medir el voltaje en el punto identificado de la falla.

PUNTOS DE VOLTAJE A MEDIR	VOLTAJE

Añadir una imagen que verifique que tomo el voltaje.

*(Describir secuencialmente las medidas de seguridad que efectuó para tomar las medidas de voltaje en las conexiones identificadas)*

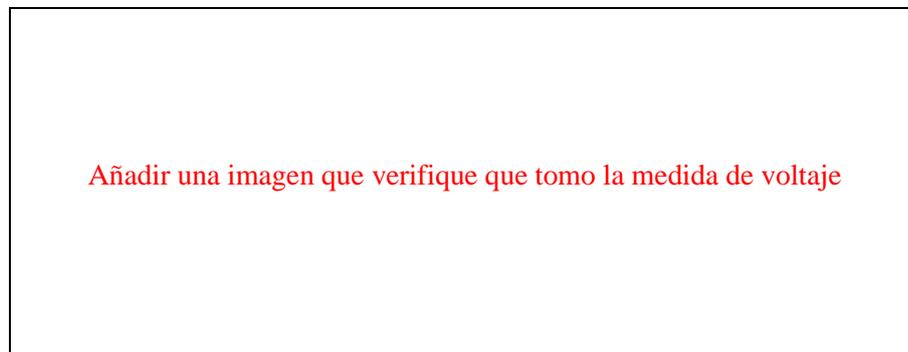
.....  
 .....



- f) Valide la práctica CONFIGURANDO NUEVAMENTE el selector SF2 a su posición inicial.

*(Compruebe el voltaje, del punto previamente identificado de la falla)*

PUNTOS DE VOLTAJE A MEDIR		VOLTAJE



**NOTA:** Una vez configurado SF2 nuevamente, asegure de cerrar el gabinete.

- g) Finalizado la práctica, verifique que el módulo este desenergizado y efectué la limpieza de la zona de trabajo.

**6. OBSERVACIONES**

a) ¿Cómo se utiliza el multímetro en la práctica para tomar las medidas?  
 .....  
 .....

b) ¿Qué función cumple el selector SF2 en el sistema?  
 .....  
 .....

c) ¿Cómo afecta la activación del selector SF2 al sistema?  
 .....  
 .....



d) ¿Qué medidas correctivas podría implementarse después de identificarse el modo de falla generado en el selector SF2?

.....  
.....

**7. CONCLUSIONES**

*(Describir en forma lógica las conclusiones a las que llego con la realización de la práctica)*

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

**8. RECOMENDACIÓN**

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

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

\_\_\_\_\_  
Ing. Félix Antonio García Mora  
**DOCENTE DE LA ASIGNATURA**

\_\_\_\_\_  
Sr/Srta.....  
**AYUDANTE DE CÁTEDRA**

**ANEXOS**

*(Coloque fotografías que respalden la realización de la práctica)*





## GUÍA DE LABORATORIO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

### Práctica N° 05

**TEMA:** “SIMULACIÓN DE FALLA EN EL SISTEMA DE CONTROL ELECTROMECAÁNICO MEDIANTE EL SELECTOR SF3.”

#### 1. DATOS GENERALES

NOMBRE	CÓDIGO	% DE PARTICIPACIÓN

Grupo N° .....

FECHA DE REALIZACIÓN: .....

FECHA DE REALIZACIÓN: .....

#### 2. OBJETIVOS

##### 2.1. Objetivo general

Adiestrar al estudiante, en la simulación y diagnóstico del modo de falla denominado bobina quemada del interruptor automático 1 (QA1), mediante el accionamiento de selector SF3.

##### 2.2. Objetivo específicos

- Analizar los diagramas de distribución y conexión del módulo, donde se identifique los componentes claves.
- Examinar la operatividad del módulo, diagnosticando el modo de fallo de bobina quemada.

#### 3. OBSERVACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE INSTRUMENTOS Y EQUIPOS.

### 3.1. *Equipos de protección personal*

- Mandil
- Guantes aislantes
- Gafas de seguridad
- Calzado de seguridad
- Protectores auditivos

### 3.2. *Herramientas y equipos*

- Módulo de banda transportadora
- Multímetro de pinza
- Destornillador plano y estrella.

### 3.3. *Materiales*

- Guía de laboratorio.
- Diagramas eléctricos
- Guía de identificación de conexiones
- Lápiz

Incluya una fotografía de los materiales utilizados en la práctica.

## 4. INSTRUCCIONES

Para simular y diagnosticar el modo de falla de la bobina quemada del interruptor automático (QA1), es necesario realizar previamente la **PRÁCTICA 1**, denominada “Familiarización del módulo mediante el sistema de control electromecánico”, donde se comprende la operatividad habitual del módulo. Las pautas a tener en cuenta antes de la práctica son:



- ✚ Revisión de equipos de protección personal (EPP).
- ✚ Adquisición de guías de identificación y esquemas de conexión del módulo.
- ✚ Verificación del estado inicial del módulo.
- ✚ Energizar el sistema electromecánico del módulo.
- ✚ Activar el interruptor automático QA1
- ✚ Con ayuda del selector de tres posiciones (SF01) configurar en 1 y verificar que la lámpara H3 “Electromecánico” se encienda.
- ✚ Puesta en marcha el módulo. Tomando en cuenta el MANUAL DE OPERACIÓN. (Compruebe que la secuencia de funcionamiento se realice sin ningún inconveniente en sus dos modalidades “MANUAL” y “AUTOMÁTICA”)

Para **IDENTIFICAR EL MODO DE FALLA** la práctica de laboratorio se desarrollara mediante el cumplimiento secuencial de los siguientes pasos:

- a) Reinicie el sistema, pulsando S01 “PARO” o S02 “PARO DE EMERGENCIA”
- b) Ingresar al gabinete de selectores y cambie la posición del selector 1 “SF3”

Añadir una imagen de la configuración de SF3

**NOTA:** Una vez configurado SF3, asegure de cerrar el gabinete.

- c) Accione el módulo y determine la ACTUAL SECUENCIA de operación.

**NOTA:** Se activa cualquier modalidad para su verificación. En caso de NO ENCONTRAR LA ANOMALÍA cambiar la modalidad del módulo pulsando S01 “PARO” o S02 “PARO DE EMERGENCIA” para reiniciar el sistema y cambiar la configuración a la otra modalidad del funcionamiento para su comprobación.



(Valide la operación y determine la anomalía que presenta el sistema)

MODALIDAD	ANOMALÍA PRESENTE

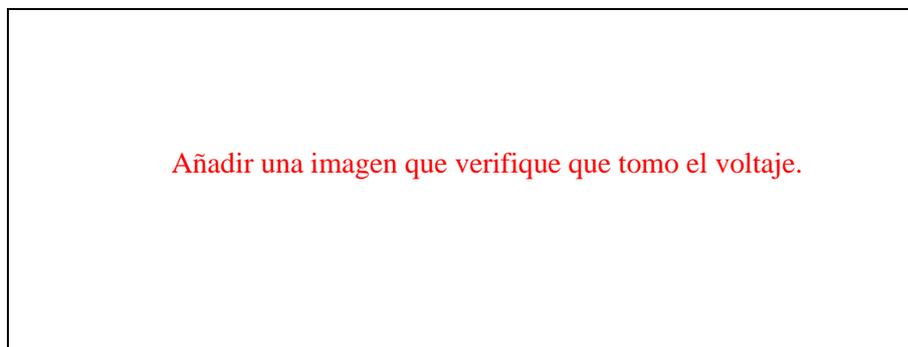
d) Identifique las conexiones del elemento. Tomando en cuenta la GUÍA DE IDENTIFICACIÓN DE CONEXIONES.

(Acorde a la guía de identificación de conexiones y el esquema de conexión, encuentre las conexiones en donde se encuentra la falla)

ELEMENTO	NUMERACIÓN DE CABLEADO	CONECTADO A	FUNCIÓN QUE CUMPLE
Interruptor automático (QA1)			

e) Tomando las medidas de seguridad pertinente, comience a medir el voltaje en el punto identificado de la falla.

PUNTOS DE VOLTAJE A MEDIR		VOLTAJE



(Describir secuencialmente las medidas de seguridad que efectuó para tomar las medidas de voltaje en las conexiones identificadas)

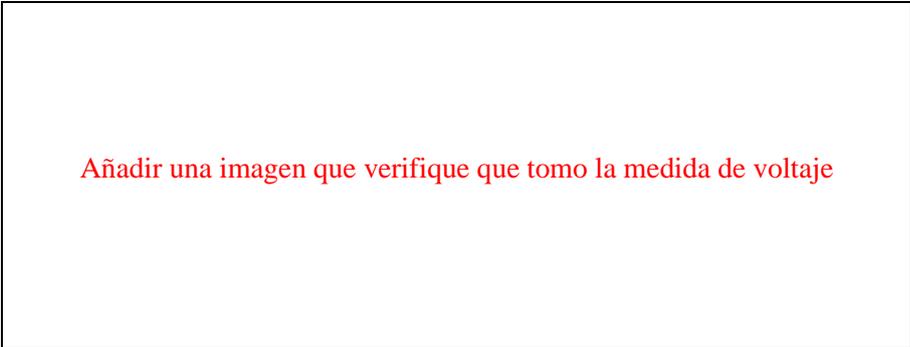
.....  
 .....



- f) Valide la práctica CONFIGURANDO NUEVAMENTE el selector SF3 a su posición inicial.

*(Compruebe el voltaje, del punto previamente identificado de la falla)*

PUNTOS DE VOLTAJE A MEDIR		VOLTAJE



**NOTA:** Una vez configurado SF3 nuevamente, asegure de cerrar el gabinete.

- g) Finalizado la práctica, verifique que el módulo este desenergizado y efectué la limpieza de la zona de trabajo.

**6. OBSERVACIONES**

a) ¿Cómo se utiliza el multímetro en la práctica para tomar las medidas?  
 .....  
 .....

b) ¿Qué función cumple el selector SF3 en el sistema?  
 .....  
 .....

c) ¿Cómo afecta la activación del selector SF3 al sistema?  
 .....  
 .....



d) ¿Qué medidas correctivas podría implementarse después de identificarse el modo de falla generado en el selector SF3?

.....  
.....

**7. CONCLUSIONES**

*(Describir en forma lógica las conclusiones a las que llego con la realización de la práctica)*

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

**8. RECOMENDACIÓN**

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

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

\_\_\_\_\_  
Ing. Félix Antonio García Mora

**DOCENTE DE LA ASIGNATURA**

\_\_\_\_\_  
Sr/Srta.....

**AYUDANTE DE CÁTEDRA**

**ANEXOS**

*(Coloque fotografías que respalden la realización de la práctica)*





## GUÍA DE LABORATORIO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

### Práctica N° 06

**TEMA:** “SIMULACIÓN DE FALLA EN EL SISTEMA DE CONTROL ELECTROMECAÁNICO MEDIANTE EL SELECTOR SF4.”

#### 1. DATOS GENERALES

NOMBRE	CÓDIGO	% DE PARTICIPACIÓN

Grupo N° .....

FECHA DE REALIZACIÓN: .....

FECHA DE REALIZACIÓN: .....

#### 2. OBJETIVOS

##### 2.1. Objetivo general

Adiestrar al estudiante, en la simulación y diagnóstico del modo de falla denominado sensor quemado del sensor inductivo 1 (SP1), mediante el accionamiento de selector SF4.

##### 2.2. Objetivo específicos

- Analizar los diagramas de distribución y conexión del módulo, donde se identifique los componentes claves.
- Examinar la operatividad del módulo, diagnosticando el modo de fallo de sensor quemado.

#### 3. OBSERVACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE INSTRUMENTOS Y EQUIPOS.

### 3.1. *Equipos de protección personal*

- Mandil
- Guantes aislantes
- Gafas de seguridad
- Calzado de seguridad
- Protectores auditivos

### 3.2. *Herramientas y equipos*

- Módulo de banda transportadora
- Multímetro de pinza
- Destornillador plano y estrella.

### 3.3. *Materiales*

- Guía de laboratorio.
- Diagramas eléctricos
- Guía de identificación de conexiones
- Lápiz

Incluya una fotografía de los materiales utilizados en la práctica.

## 4. INSTRUCCIONES

Para simular y diagnosticar el modo de falla del sensor quemado del sensor inductivo 1 (SP1), es necesario realizar previamente la **PRÁCTICA 1**, denominada “Familiarización del módulo mediante el sistema de control electromecánico”, donde se comprende la operatividad habitual del módulo. Las pautas a tener en cuenta antes de la práctica son:



- ✚ Revisión de equipos de protección personal (EPP).
- ✚ Adquisición de guías de identificación y esquemas de conexión del módulo.
- ✚ Verificación del estado inicial del módulo.
- ✚ Energizar el sistema electromecánico del módulo.
- ✚ Activar el interruptor automático QA1
- ✚ Con ayuda del selector de tres posiciones (SF01) configurar en 1 y verificar que la lámpara H3 “Electromecánico” se encienda.
- ✚ Puesta en marcha el módulo. Tomando en cuenta el MANUAL DE OPERACIÓN. (Compruebe que la secuencia de funcionamiento se realice sin ningún inconveniente en sus dos modalidades “MANUAL” y “AUTOMÁTICA”)

Para **IDENTIFICAR EL MODO DE FALLA** la práctica de laboratorio se desarrollara mediante el cumplimiento secuencial de los siguientes pasos:

- a) Reinicie el sistema, pulsando S01 “PARO” o S02 “PARO DE EMERGENCIA”
- b) Ingresar al gabinete de selectores y cambie la posición del selector 1 “SF4”

Añadir una imagen de la configuración de SF4

**NOTA:** Una vez configurado SF4, asegure de cerrar el gabinete.

- c) Accione el módulo y determine la ACTUAL SECUENCIA de operación.

**NOTA:** Se activa cualquier modalidad para su verificación. En caso de NO ENCONTRAR LA ANOMALÍA cambiar la modalidad del módulo pulsando S01 “PARO” o S02 “PARO DE EMERGENCIA” para reiniciar el sistema y cambiar la configuración a la otra modalidad del funcionamiento para su comprobación.

*(Valide la operación y determine la anomalía que presenta el sistema)*



MODALIDAD	ANOMALÍA PRESENTE

- d) Identifique las conexiones del elemento. Tomando en cuenta la GUÍA DE IDENTIFICACIÓN DE CONEXIONES.

*(Acorde a la guía de identificación de conexiones y el esquema de conexión, encuentre las conexiones en donde se encuentra la falla)*

ELEMENTO	NUMERACIÓN DE CABLEADO	CONECTADO A	FUNCIÓN QUE CUMPLE
Sensor Inductivo 1(SP1)			

- e) Tomando las medidas de seguridad pertinente, comience a medir el voltaje en el punto identificado de la falla.

PUNTOS DE VOLTAJE A MEDIR		VOLTAJE



*(Describir secuencialmente las medidas de seguridad que efectuó para tomar las medidas de voltaje en las conexiones identificadas)*

.....  
 .....



- f) Valide la práctica CONFIGURANDO NUEVAMENTE el selector SF4 a su posición inicial.

(Compruebe el voltaje, del punto previamente identificado de la falla)

PUNTOS DE VOLTAJE A MEDIR		VOLTAJE



**NOTA:** Una vez configurado SF4 nuevamente, asegure de cerrar el gabinete.

- g) Finalizado la práctica, verifique que el módulo este desenergizado y efectué la limpieza de la zona de trabajo.

**5. OBSERVACIONES**

- a) ¿Cómo se utiliza el multímetro en la práctica para tomar las medidas?  
 .....  
 .....

- b) ¿Qué función cumple el selector SF4 en el sistema?  
 .....  
 .....

- c) ¿Cómo afecta la activación del selector SF4 al sistema?  
 .....  
 .....



d) ¿Qué medidas correctivas podría implementarse después de identificarse el modo de falla generado en el selector SF4?

.....  
.....

**6. CONCLUSIONES**

*(Describir en forma lógica las conclusiones a las que llego con la realización de la práctica)*

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

**7. RECOMENDACIÓN**

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

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

\_\_\_\_\_  
Ing. Félix Antonio García Mora  
**DOCENTE DE LA ASIGNATURA**

\_\_\_\_\_  
Sr/Srta.....  
**AYUDANTE DE CÁTEDRA**

**ANEXOS**

*(Coloque fotografías que respalden la realización de la práctica)*





## GUÍA DE LABORATORIO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

### Práctica N° 07

**TEMA:** “SIMULACIÓN DE FALLA EN EL SISTEMA DE CONTROL ELECTROMECAÁNICO MEDIANTE EL SELECTOR SF5.”

#### 1. DATOS GENERALES

NOMBRE	CÓDIGO	% DE PARTICIPACIÓN

Grupo N° .....

FECHA DE REALIZACIÓN: .....

FECHA DE REALIZACIÓN: .....

#### 2. OBJETIVOS

##### 2.1. Objetivo general

Adiestrar al estudiante, en la simulación y diagnóstico del modo de falla denominado sensor quemado del sensor inductivo 2 (SP2), mediante el accionamiento de selector SF5.

##### 2.2. Objetivo específicos

- Analizar los diagramas de distribución y conexión del módulo, donde se identifique los componentes claves.
- Examinar la operatividad del módulo, diagnosticando el modo de fallo de sensor quemado.

#### 3. OBSERVACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE INSTRUMENTOS Y EQUIPOS.

### 3.1. *Equipos de protección personal*

- Mandil
- Guantes aislantes
- Gafas de seguridad
- Calzado de seguridad
- Protectores auditivos

### 3.2. *Herramientas y equipos*

- Módulo de banda transportadora
- Multímetro de pinza
- Destornillador plano y estrella.

### 3.3. *Materiales*

- Guía de laboratorio.
- Diagramas eléctricos
- Guía de identificación de conexiones
- Lápiz

Incluya una fotografía de los materiales utilizados en la práctica.

## 4. INSTRUCCIONES

Para simular y diagnosticar el modo de falla del sensor quemado del sensor inductivo 2 (SP2), es necesario realizar previamente la **PRÁCTICA 1**, denominada “Familiarización del módulo mediante el sistema de control electromecánico”, donde se comprende la operatividad habitual del módulo. Las pautas a tener en cuenta antes de la práctica son:



- ✚ Revisión de equipos de protección personal (EPP).
- ✚ Adquisición de guías de identificación y esquemas de conexión del módulo.
- ✚ Verificación del estado inicial del módulo.
- ✚ Energizar el sistema electromecánico del módulo.
- ✚ Activar el interruptor automático QA1
- ✚ Con ayuda del selector de tres posiciones (SF01) configurar en 1 y verificar que la lámpara H3 “Electromecánico” se encienda.
- ✚ Puesta en marcha el módulo. Tomando en cuenta el MANUAL DE OPERACIÓN. (Compruebe que la secuencia de funcionamiento se realice sin ningún inconveniente en sus dos modalidades “MANUAL” y “AUTOMÁTICA”)

Para **IDENTIFICAR EL MODO DE FALLA** la práctica de laboratorio se desarrollara mediante el cumplimiento secuencial de los siguientes pasos:

- a) Reinicie el sistema, pulsando S01 “PARO” o S02 “PARO DE EMERGENCIA”
- b) Ingresar al gabinete de selectores y cambie la posición del selector 1 “SF5”

Añadir una imagen de la configuración de SF5

**NOTA:** Una vez configurado SF5, asegure de cerrar el gabinete.

- c) Accione el módulo y determine la ACTUAL SECUENCIA de operación.

**NOTA:** Se activa cualquier modalidad para su verificación. En caso de NO ENCONTRAR LA ANOMALÍA cambiar la modalidad del módulo pulsando S01 “PARO” o S02 “PARO DE EMERGENCIA” para reiniciar el sistema y cambiar la configuración a la otra modalidad del funcionamiento para su comprobación.

*(Valide la operación y determine la anomalía que presenta el sistema)*



MODALIDAD	ANOMALÍA PRESENTE

d) Identifique las conexiones del elemento. Tomando en cuenta la GUÍA DE IDENTIFICACIÓN DE CONEXIONES.

*(Acorde a la guía de identificación de conexiones y el esquema de conexión, encuentre las conexiones en donde se encuentra la falla)*

ELEMENTO	NUMERACIÓN DE CABLEADO	CONECTADO A	FUNCIÓN QUE CUMPLE
Sensor Inductivo 2 (SP2)			

e) Tomando las medidas de seguridad pertinente, comience a medir el voltaje en el punto identificado de la falla.

PUNTOS DE VOLTAJE A MEDIR	VOLTAJE

Añadir una imagen que verifique que tomo el voltaje.

*(Describir secuencialmente las medidas de seguridad que efectuó para tomar las medidas de voltaje en las conexiones identificadas)*

.....  
 .....



- f) Valide la práctica CONFIGURANDO NUEVAMENTE el selector SF5 a su posición inicial.

*(Compruebe el voltaje, del punto previamente identificado de la falla)*

PUNTOS DE VOLTAJE A MEDIR		VOLTAJE



**NOTA:** Una vez configurado SF5 nuevamente, asegure de cerrar el gabinete.

- g) Finalizado la práctica, verifique que el módulo este desenergizado y efectué la limpieza de la zona de trabajo.

**5. OBSERVACIONES**

- a) ¿Cómo se utiliza el multímetro en la práctica para tomar las medidas?  
 .....  
 .....

- b) ¿Qué función cumple el selector SF5 en el sistema?  
 .....  
 .....

- c) ¿Cómo afecta la activación del selector SF5 al sistema?  
 .....  
 .....



d) ¿Qué medidas correctivas podría implementarse después de identificarse el modo de falla generado en el selector SF5?

.....  
.....

**6. CONCLUSIONES**

*(Describir en forma lógica las conclusiones a las que llego con la realización de la práctica)*

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

**7. RECOMENDACIÓN**

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

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

\_\_\_\_\_  
Ing. Félix Antonio García Mora

**DOCENTE DE LA ASIGNATURA**

\_\_\_\_\_  
Sr/Srta.....

**AYUDANTE DE CÁTEDRA**

**ANEXOS**

*(Coloque fotografías que respalden la realización de la práctica)*





## GUÍA DE LABORATORIO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

### Práctica N° 08

**TEMA:** “SIMULACIÓN DE FALLA EN EL SISTEMA DE CONTROL ELECTROMECAÁNIC O MEDIANTE EL SELECTOR SF6.”

#### 1. DATOS GENERALES

NOMBRE	CÓDIGO	% DE PARTICIPACIÓN

Grupo N° .....

FECHA DE REALIZACIÓN: .....

FECHA DE REALIZACIÓN: .....

#### 2. OBJETIVOS

##### 2.1. Objetivo general

Adiestrar al estudiante, en la simulación y diagnóstico del modo de falla denominado sensor quemado del sensor inductivo 3 (SP3), mediante el accionamiento de selector SF6.

##### 2.2. Objetivo específicos

- Analizar los diagramas de distribución y conexión del módulo, donde se identifique los componentes claves.
- Examinar la operatividad del módulo, diagnosticando el modo de fallo de sensor quemado.

#### 3. OBSERVACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE INSTRUMENTOS Y EQUIPOS.

### 3.1. *Equipos de protección personal*

- Mandil
- Guantes aislantes
- Gafas de seguridad
- Calzado de seguridad
- Protectores auditivos

### 3.2. *Herramientas y equipos*

- Módulo de banda transportadora
- Multímetro de pinza
- Destornillador plano y estrella.

### 3.3. *Materiales*

- Guía de laboratorio.
- Diagramas eléctricos
- Guía de identificación de conexiones
- Lápiz

Incluya una fotografía de los materiales utilizados en la práctica.

## 4. INSTRUCCIONES

Para simular y diagnosticar el modo de falla del sensor quemado del sensor inductivo 3 (SP3), es necesario realizar previamente la **PRÁCTICA 1**, denominada “Familiarización del módulo mediante el sistema de control electromecánico”, donde se comprende la operatividad habitual del módulo. Las pautas a tener en cuenta antes de la práctica son:



- ✚ Revisión de equipos de protección personal (EPP).
- ✚ Adquisición de guías de identificación y esquemas de conexión del módulo.
- ✚ Verificación del estado inicial del módulo.
- ✚ Energizar el sistema electromecánico del módulo.
- ✚ Activar el interruptor automático QA1
- ✚ Con ayuda del selector de tres posiciones (SF01) configurar en 1 y verificar que la lámpara H3 “Electromecánico” se encienda.
- ✚ Puesta en marcha el módulo. Tomando en cuenta el MANUAL DE OPERACIÓN. (Compruebe que la secuencia de funcionamiento se realice sin ningún inconveniente en sus dos modalidades “MANUAL” y “AUTOMÁTICA”)

Para **IDENTIFICAR EL MODO DE FALLA** la práctica de laboratorio se desarrollara mediante el cumplimiento secuencial de los siguientes pasos:

- a) Reinicie el sistema, pulsando S01 “PARO” o S02 “PARO DE EMERGENCIA”
- b) Ingresar al gabinete de selectores y cambie la posición del selector 1 “SF6”

Añadir una imagen de la configuración de SF6

**NOTA:** Una vez configurado SF6, asegure de cerrar el gabinete.

- c) Accione el módulo y determine la ACTUAL SECUENCIA de operación.

**NOTA:** Se activa cualquier modalidad para su verificación. En caso de NO ENCONTRAR LA ANOMALÍA cambiar la modalidad del módulo pulsando S01 “PARO” o S02 “PARO DE EMERGENCIA” para reiniciar el sistema y cambiar la configuración a la otra modalidad del funcionamiento para su comprobación.

*(Valide la operación y determine la anomalía que presenta el sistema)*



MODALIDAD	ANOMALÍA PRESENTE

d) Identifique las conexiones del elemento. Tomando en cuenta la GUÍA DE IDENTIFICACIÓN DE CONEXIONES.

*(Acorde a la guía de identificación de conexiones y el esquema de conexión, encuentre las conexiones en donde se encuentra la falla)*

ELEMENTO	NUMERACIÓN DE CABLEADO	CONECTADO A	FUNCIÓN QUE CUMPLE
Sensor Inductivo 3 (SP3)			

e) Tomando las medidas de seguridad pertinente, comience a medir el voltaje en el punto identificado de la falla.

PUNTOS DE VOLTAJE A MEDIR	VOLTAJE

Añadir una imagen que verifique que tomo el voltaje.

*(Describir secuencialmente las medidas de seguridad que efectuó para tomar las medidas de voltaje en las conexiones identificadas)*

.....

.....



- f) Valide la práctica CONFIGURANDO NUEVAMENTE el selector SF6 a su posición inicial.

(Compruebe el voltaje, del punto previamente identificado de la falla)

PUNTOS DE VOLTAJE A MEDIR		VOLTAJE



**NOTA:** Una vez configurado SF6 nuevamente, asegure de cerrar el gabinete.

- g) Finalizado la práctica, verifique que el módulo este desenergizado y efectué la limpieza de la zona de trabajo.

**5. OBSERVACIONES**

- a) ¿Cómo se utiliza el multímetro en la práctica para tomar las medidas?  
 .....  
 .....
- b) ¿Qué función cumple el selector SF6 en el sistema?  
 .....  
 .....
- c) ¿Cómo afecta la activación del selector SF6 al sistema?  
 .....  
 .....



d) ¿Qué medidas correctivas podría implementarse después de identificarse el modo de falla generado en el selector SF6?

.....  
.....

**6. CONCLUSIONES**

*(Describir en forma lógica las conclusiones a las que llego con la realización de la práctica)*

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

**7. RECOMENDACIÓN**

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

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

\_\_\_\_\_  
Ing. Félix Antonio García Mora

**DOCENTE DE LA ASIGNATURA**

\_\_\_\_\_  
Sr/Srta.....

**AYUDANTE DE CÁTEDRA**

**ANEXOS**

*(Coloque fotografías que respalden la realización de la práctica)*





## GUÍA DE LABORATORIO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

### Práctica N° 09

**TEMA:** “SIMULACIÓN DE FALLA EN EL SISTEMA DE CONTROL ELECTROMECAÁNICO MEDIANTE EL SELECTOR SF7.”

#### 1. DATOS GENERALES

NOMBRE	CÓDIGO	% DE PARTICIPACIÓN

Grupo N° .....

FECHA DE REALIZACIÓN: .....

FECHA DE REALIZACIÓN: .....

#### 2. OBJETIVOS

##### 2.1. Objetivo general

Adiestrar al estudiante, en la simulación y diagnóstico del modo de falla denominado luz piloto quemada del H2, mediante el accionamiento de selector SF7.

##### 2.2. Objetivo específicos

- Analizar los diagramas de distribución y conexión del módulo, donde se identifique los componentes claves.
- Examinar la operatividad del módulo, diagnosticando el modo de fallo de luz piloto quemada.

#### 3. OBSERVACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE INSTRUMENTOS Y EQUIPOS.

### 3.1. *Equipos de protección personal*

- Mandil
- Guantes aislantes
- Gafas de seguridad
- Calzado de seguridad
- Protectores auditivos

### 3.2. *Herramientas y equipos*

- Módulo de banda transportadora
- Multímetro de pinza
- Destornillador plano y estrella.

### 3.3. *Materiales*

- Guía de laboratorio.
- Diagramas eléctricos
- Guía de identificación de conexiones
- Lápiz

Incluya una fotografía de los materiales utilizados en la práctica.

## 4. INSTRUCCIONES

Para simular y diagnosticar el modo de falla de la luz piloto quemada del H2, es necesario realizar previamente la **PRÁCTICA 1**, denominada “Familiarización del módulo mediante el sistema de control electromecánico”, donde se comprende la operatividad habitual del módulo. Las pautas a tener en cuenta antes de la práctica son:



- ✚ Revisión de equipos de protección personal (EPP).
- ✚ Adquisición de guías de identificación y esquemas de conexión del módulo.
- ✚ Verificación del estado inicial del módulo.
- ✚ Energizar el sistema electromecánico del módulo.
- ✚ Activar el interruptor automático QA1
- ✚ Con ayuda del selector de tres posiciones (SF01) configurar en 1 y verificar que la lámpara H3 “Electromecánico” se encienda.
- ✚ Puesta en marcha el módulo. Tomando en cuenta el MANUAL DE OPERACIÓN. (Compruebe que la secuencia de funcionamiento se realice sin ningún inconveniente en sus dos modalidades “MANUAL” y “AUTOMÁTICA”)

Para **IDENTIFICAR EL MODO DE FALLA** la práctica de laboratorio se desarrollara mediante el cumplimiento secuencial de los siguientes pasos:

- a) Reinicie el sistema, pulsando S01 “PARO” o S02 “PARO DE EMERGENCIA”
- b) Ingresar al gabinete de selectores y cambie la posición del selector 1 “SF7”

Añadir una imagen de la configuración de SF7

**NOTA:** Una vez configurado SF7, asegure de cerrar el gabinete.

- c) Accione el módulo y determine la ACTUAL SECUENCIA de operación.

**NOTA:** Se activa cualquier modalidad para su verificación. En caso de NO ENCONTRAR LA ANOMALÍA cambiar la modalidad del módulo pulsando S01 “PARO” o S02 “PARO DE EMERGENCIA” para reiniciar el sistema y cambiar la configuración a la otra modalidad del funcionamiento para su comprobación.

*(Valide la operación y determine la anomalía que presenta el sistema)*



MODALIDAD	ANOMALÍA PRESENTE

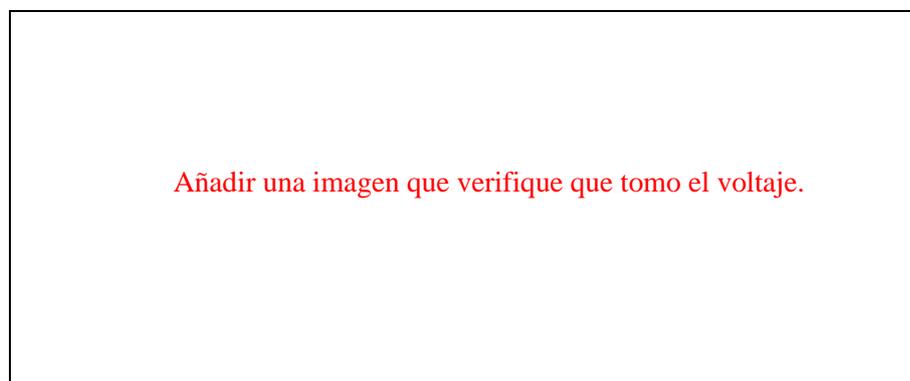
- d) Identifique las conexiones del elemento. Tomando en cuenta la GUÍA DE IDENTIFICACIÓN DE CONEXIONES.

*(Acorde a la guía de identificación de conexiones y el esquema de conexión, encuentre las conexiones en donde se encuentra la falla)*

ELEMENTO	NUMERACIÓN DE CABLEADO	CONECTADO A	FUNCIÓN QUE CUMPLE
Luz piloto (H2)			

- e) Tomando las medidas de seguridad pertinente, comience a medir el voltaje en el punto identificado de la falla.

PUNTOS DE VOLTAJE A MEDIR		VOLTAJE



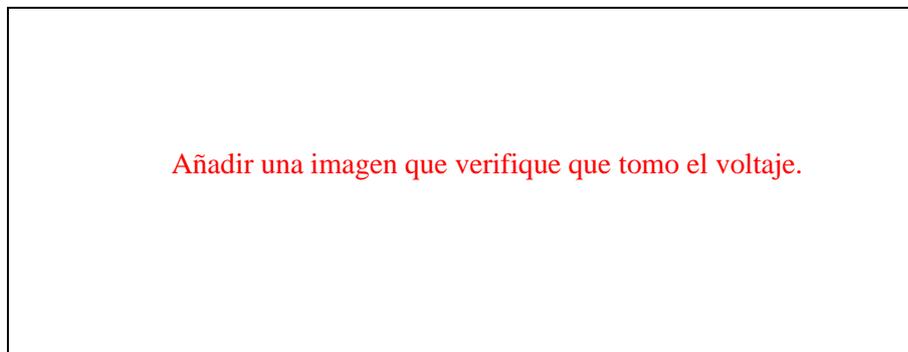
*(Describir secuencialmente las medidas de seguridad que efectuó para tomar las medidas de voltaje en las conexiones identificadas)*



- .....
- .....
- f) Valide la práctica CONFIGURANDO NUEVAMENTE el selector SF7 a su posición inicial.

*(Compruebe el voltaje, del punto previamente identificado de la falla)*

PUNTOS DE VOLTAJE A MEDIR		VOLTAJE



**NOTA:** Una vez configurado SF7 nuevamente, asegure de cerrar el gabinete.

- g) Finalizado la práctica, verifique que el módulo este desenergizado y efectué la limpieza de la zona de trabajo.

**5. OBSERVACIONES**

- a) ¿Cómo se utiliza el multímetro en la práctica para tomar las medidas?

.....

.....

- b) ¿Qué función cumple el selector SF7 en el sistema?

.....

.....

- c) ¿Cómo afecta la activación del selector SF7 al sistema?



.....  
.....

d) ¿Qué medidas correctivas podría implementarse después de identificarse el modo de falla generado en el selector SF7?

.....  
.....

**6. CONCLUSIONES**

*(Describir en forma lógica las conclusiones a las que llego con la realización de la práctica)*

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

**7. RECOMENDACIÓN**

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

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

\_\_\_\_\_  
Ing. Félix Antonio García Mora  
**DOCENTE DE LA ASIGNATURA**

\_\_\_\_\_  
Sr/Srta.....  
**AYUDANTE DE CÁTEDRA**

**ANEXOS**

*(Coloque fotografías que respalden la realización de la práctica)*





## GUÍA DE LABORATORIO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

### Práctica N° 10

**TEMA:** “SIMULACIÓN DE FALLA EN EL SISTEMA DE CONTROL ELECTROMECAÁNICO MEDIANTE EL SELECTOR SF8.”

#### 1. DATOS GENERALES

NOMBRE	CÓDIGO	% DE PARTICIPACIÓN

Grupo N° .....

FECHA DE REALIZACIÓN: .....

FECHA DE REALIZACIÓN: .....

#### 2. OBJETIVOS

##### 2.1. Objetivo general

Adiestrar al estudiante, en la simulación y diagnóstico del modo de falla denominado contacto soldado del relé electromecánico 2 (K2), mediante el accionamiento de selector SF8.

##### 2.2. Objetivo específicos

- Analizar los diagramas de distribución y conexión del módulo, donde se identifique los componentes claves.
- Examinar la operatividad del módulo, diagnosticando el modo de fallo de contacto soldado.

#### 3. OBSERVACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE INSTRUMENTOS Y EQUIPOS.

### 3.1. *Equipos de protección personal*

- Mandil
- Guantes aislantes
- Gafas de seguridad
- Calzado de seguridad
- Protectores auditivos

### 3.2. *Herramientas y equipos*

- Módulo de banda transportadora
- Multímetro de pinza
- Destornillador plano y estrella.

### 3.3. *Materiales*

- Guía de laboratorio.
- Diagramas eléctricos
- Guía de identificación de conexiones
- Lápiz

Incluya una fotografía de los materiales utilizados en la práctica.

## 4. INSTRUCCIONES

Para simular y diagnosticar el modo de falla de la contacto soldado del relé electromecánico 2 (K2), es necesario realizar previamente la **PRÁCTICA 1**, denominada “Familiarización del módulo mediante el sistema de control electromecánico”, donde se comprende la operatividad habitual del módulo. Las pautas a tener en cuenta antes de la práctica son:



- ✚ Revisión de equipos de protección personal (EPP).
- ✚ Adquisición de guías de identificación y esquemas de conexión del módulo.
- ✚ Verificación del estado inicial del módulo.
- ✚ Energizar el sistema electromecánico del módulo.
- ✚ Activar el interruptor automático QA1
- ✚ Con ayuda del selector de tres posiciones (SF01) configurar en 1 y verificar que la lámpara H3 “Electromecánico” se encienda.
- ✚ Puesta en marcha el módulo. Tomando en cuenta el MANUAL DE OPERACIÓN. (Compruebe que la secuencia de funcionamiento se realice sin ningún inconveniente en sus dos modalidades “MANUAL” y “AUTOMÁTICA”)

Para **IDENTIFICAR EL MODO DE FALLA** la práctica de laboratorio se desarrollara mediante el cumplimiento secuencial de los siguientes pasos:

- ✚ Reinicie el sistema, pulsando S01 “PARO” o S02 “PARO DE EMERGENCIA”
- ✚ Ingresar al gabinete de selectores y cambie la posición del selector 1 “SF8”

Añadir una imagen de la configuración de SF8

**NOTA:** Una vez configurado SF8, asegure de cerrar el gabinete.

- ✚ Accione el módulo y determine la ACTUAL SECUENCIA de operación.

**NOTA:** Se activa cualquier modalidad para su verificación. En caso de NO ENCONTRAR LA ANOMALÍA cambiar la modalidad del módulo pulsando S01 “PARO” o S02 “PARO DE EMERGENCIA” para reiniciar el sistema y cambiar la configuración a la otra modalidad del funcionamiento para su comprobación.

*(Valide la operación y determine la anomalía que presenta el sistema)*



MODALIDAD	ANOMALÍA PRESENTE

- Identifique las conexiones del elemento. Tomando en cuenta la GUÍA DE IDENTIFICACIÓN DE CONEXIONES.

*(Acorde a la guía de identificación de conexiones y el esquema de conexión, encuentre las conexiones en donde se encuentra la falla)*

ELEMENTO	NUMERACIÓN DE CABLEADO	CONECTADO A	FUNCIÓN QUE CUMPLE
Relé electromecánico 2 (K2)			

- Tomando las medidas de seguridad pertinente, comience a medir el voltaje en el punto identificado de la falla.

PUNTOS DE VOLTAJE A MEDIR		VOLTAJE

Añadir una imagen que verifique que tomo el voltaje.

*(Describir secuencialmente las medidas de seguridad que efectuó para tomar las medidas de voltaje en las conexiones identificadas)*

.....

.....



- ✚ Valide la práctica CONFIGURANDO NUEVAMENTE el selector SF8 a su posición inicial.

*(Compruebe el voltaje, del punto previamente identificado de la falla)*

PUNTOS DE VOLTAJE A MEDIR		VOLTAJE



**NOTA:** Una vez configurado SF8 nuevamente, asegure de cerrar el gabinete.

- ✚ Finalizado la práctica, verifique que el módulo este desenergizado y efectué la limpieza de la zona de trabajo.

**5. OBSERVACIONES**

a) ¿Cómo se utiliza el multímetro en la práctica para tomar las medidas?  
 .....  
 .....

b) ¿Qué función cumple el selector SF8 en el sistema?  
 .....  
 .....

c) ¿Cómo afecta la activación del selector SF8 al sistema?  
 .....  
 .....



d) ¿Qué medidas correctivas podría implementarse después de identificarse el modo de falla generado en el selector SF8?

.....  
.....

**6. CONCLUSIONES**

*(Describir en forma lógica las conclusiones a las que llego con la realización de la práctica)*

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

**7. RECOMENDACIÓN**

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

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

\_\_\_\_\_  
Ing. Félix Antonio García Mora

**DOCENTE DE LA ASIGNATURA**

\_\_\_\_\_  
Sr/Srta.....

**AYUDANTE DE CÁTEDRA**

**ANEXOS**

*(Coloque fotografías que respalden la realización de la práctica)*





## GUÍA DE LABORATORIO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

### Práctica N° 11

**TEMA:** “SIMULACIÓN DE FALLA EN EL SISTEMA AUTOMÁTICO,  
MEDIANTE LA PROGRAMACIÓN ERRÓNEA 1”

#### 1. DATOS GENERALES

NOMBRE	CÓDIGO	% DE PARTICIPACIÓN

Grupo N° .....

FECHA DE REALIZACIÓN: .....

FECHA DE REALIZACIÓN: .....

#### 2. OBJETIVOS

##### 2.1. Objetivo general

Adiestrar al estudiante, en la identificación de fallas de programación en base a la secuencia de encendido de motores M1 y M2.

##### 2.2. Objetivos específicos

- Analizar las ecuaciones de programación, y hallar los errores presentes.
- Examinar la operatividad del módulo, validando la falla identificada.

#### 3. MARCO TEÓRICO

### 3.1. Diagnostico en sistemas automatizados

La automatización involucra una gran variedad de sistemas o procesos que se ejecuta con mínima o ninguna intervención del ser humano, sin embargo, requiere de un esquema diseñado para efectuar su respectiva operación de manera eficiente. La detección de fallas en los esquemas de programación implica llevar a cabo la revisión de las diversas secuencias establecidas con el fin de asegurar el cumplimiento de los requisitos vigentes relativos a seguridad, calidad y eficacia del proceso. Además, de la necesidad de reparar o sustituir los componentes defectuosos, ajustando la configuración del sistema a la acción inicial para restaurar el funcionamiento normal del proceso.



**Ilustración 1:** Diagnostico de fallas en la programación

Para un diagnóstico rápido y efectivo, es crucial comprender la función y operación de cada elemento del sistema, así como identificar la sección del esquema afectada.

*(Incluir información sobre las fallas existentes en la programación de autómatas programables)*

## 4. OBSERVACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE INSTRUMENTOS Y EQUIPOS.

### 4.1. *Equipos de protección personal*

- Mandil
- Guantes aislantes
- Gafas de seguridad
- Calzado de seguridad
- Protectores auditivos

### 4.2 *Instrumentos y equipos*



- Módulo de banda transportadora
- Multímetro de pinza
- Destornillador plano y estrella.

#### 4.3 *Materiales*

- Guía de laboratorio.
- Diagramas eléctricos
- Guía de identificación de conexiones
- Lápiz
- Computador
- Softwar LOGO!Soft Comfort V8.0
- Cable ETHERNET

Incluya una fotografía de los materiales utilizados en la práctica.

## 5. INSTRUCCIONES

Para simular y diagnosticar la falla de la *programación 1* es necesario realizar previamente la **PRÁCTICA 2**, denominada “Familiarización del módulo mediante el sistema de control automático”, donde se comprende la operatividad habitual del módulo. Las pautas a tener en cuenta antes de la práctica son:

- ✚ Revisión de equipos de protección personal (EPP).
- ✚ Adquisición de guías de identificación y esquemas de conexión del módulo.
- ✚ Verificación del estado inicial del módulo.
- ✚ Energizar el módulo.
- ✚ Activar el interruptor automático QA2
- ✚ Con ayuda del selector de tres posiciones (SF01) configurar en 2. Y verifique que la lámpara H4 “Automático” se encienda.



Para **IDENTIFICAR LOS ERRORES EN LA PROGRAMACIÓN** la práctica de laboratorio se desarrollara mediante el cumplimiento secuencial de los siguientes pasos:

- a) Adquiera el archivo denominado “PROGRAMACIÓN ERRÓNEA 1”

 Programación Correcta	24/1/2024 23:57	LOGO!Soft Comfo...	133 KB
 Programación erronea 1	4/3/2024 2:32	LOGO!Soft Comfo...	133 KB
 Programación erronea 2	4/3/2024 2:35	LOGO!Soft Comfo...	119 KB
 Programación erronea 3	4/3/2024 2:37	LOGO!Soft Comfo...	134 KB
 Programación erronea 4	4/3/2024 2:45	LOGO!Soft Comfo...	136 KB

**Ilustración 2:** Programaciones en el Software LOGO!Soft Comfort V8.0.

**Nota:** Se debe tener instalado el *software LOGO!Soft Comfort V8.0* para su visualización

- b) Transfiera la “PROGRAMACIÓN ERRÓNEA 1” al autómeta programable.

(Conectar el cable Ethernet al computador y al autómeta programable, y subir el programa al equipo)

Añadir una imagen donde transfiera la programación

- c) Accione el sistema y determine su FUNCIONAMIENTO.

(Valide la operación y determine la anomalía que presenta el sistema)

**Nota:** Para cambiar la modalidad del módulo se pulsa S01 “PARO” o S02 “PARO DE EMERGENCIA” para reiniciar el sistema y cambiar la configuración a la otra modalidad del funcionamiento para su comprobación

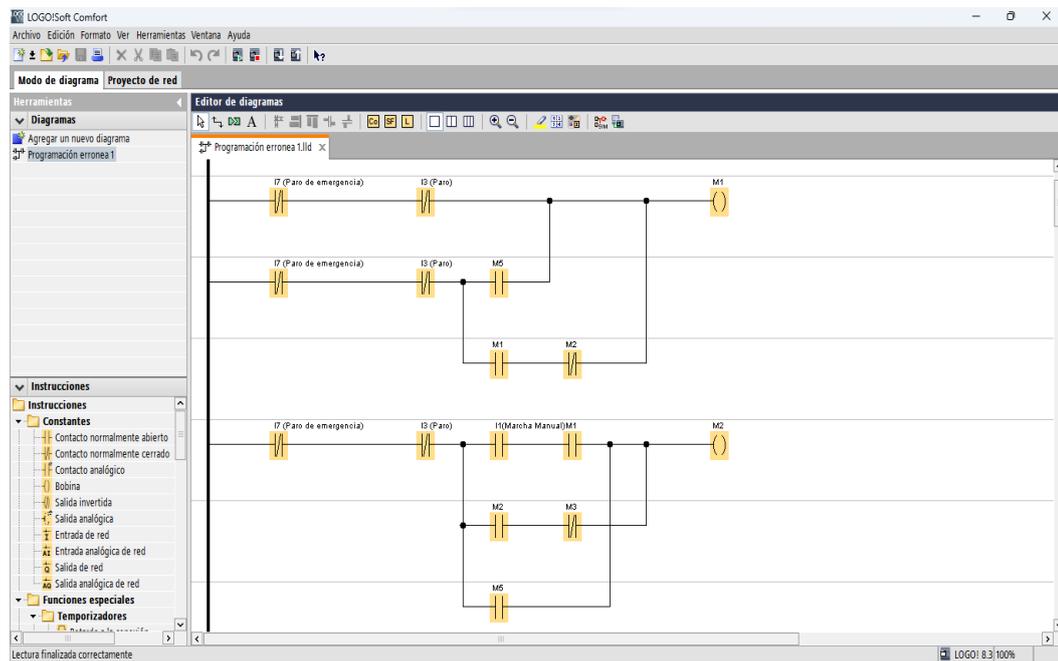
MODALIDAD	ANOMALÍA PRESENTE



d) Detenga la operación y analice el esquema de la “Programación errónea 1”.

(Analice el esquema de contactos KOP del programa subido como “PROGRAMACIÓN ERRÓNEA 1”, y en base a ello genere el Grafcet de primer y segundo nivel con sus respectivas ecuaciones)

**Nota:** La identificación de entradas y salidas conectadas en el autómata programable se definieron en la practica 2.



**Ilustración 3:** Programaciones en el Software LOGO! Soft Comfort V8.0.

ECUACIONES PARA LA PROGRAMACIÓN			
MEMORIAS	ECUACIONES	SALIDAS	ECUACIONES
M1		Q1	
M2		Q2	
M3			
M4			
M5			
M6			



GRAFCET DE PRIMER NIVEL	GRAFCET DE PRIMER NIVEL
Añada el esquema	Añada el esquema

- e) En base a la “Programación errónea 1” y la “Programación correcta”, identificar cuáles son los problemas en el código de programación.

*(Realizar un cuadro comparativo entre ambas programaciones detallando las diferencias entre ambas y encontrando los errores pertinentes)*

PROGRAMACIÓN ERRONEA 1	PROGRAMACIÓN CORRECTA

- f) Finalizado la práctica, verifiqué que el módulo este desenergizado y efectué la limpieza de la zona de trabajo.

**6. OBSERVACIONES**

- a) ¿Cuál es la importancia de las ecuaciones de programación?  
 .....  
 .....

- b) ¿Cuál es el error que provoca el cambio de la secuencia de encendido de los motores?  
 .....  
 .....

- c) ¿En qué afecta el cambio de secuencia de encendidos de los motores?  
 .....  
 .....



d) ¿Qué medidas correctivas podría implementarse después de identificar este error de programación?

.....  
 .....

**7. CONCLUSIONES**

*(Describir en forma lógica las conclusiones a las que llego con la realización de la práctica)*

.....  
 .....

**8. RECOMENDACIÓN**

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

.....  
 .....

**9. BIBLIOGRAFÍA**

*De acuerdo a la norma ISO 690 o APA 6ta ed; Citar la fuente bibliográfica general, especifica que sustente la practica con bibliografía existente en una base debidamente actualizada; Libros, folletos, manuales, impresos digitales).*

**DOMÍNGUEZ, Roni.** *Manual de Automatismos y Control de Motores Eléctricos* [En línea]. Faradayos, 2020. [Consulta: 03 febrero 2024]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/484248172/Control-de-Motores-Elctricos-Ebook-1-pdf>.

\_\_\_\_\_  
 Ing. Félix Antonio García Mora

**DOCENTE DE LA ASIGNATURA**

\_\_\_\_\_  
 Sr/Srta.....

**AYUDANTE DE CÁTEDRA**

**ANEXOS**

*(Coloque fotografías que respalden la realización de la práctica)*





## GUÍA DE LABORATORIO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

### Práctica N° 12

**TEMA:** “SIMULACIÓN DE FALLA EN EL SISTEMA AUTOMÁTICO,  
MEDIANTE LA PROGRAMACIÓN ERRÓNEA 2”

#### 1. DATOS GENERALES

NOMBRE	CÓDIGO	% DE PARTICIPACIÓN

Grupo N° .....

FECHA DE REALIZACIÓN: .....

FECHA DE REALIZACIÓN: .....

#### 2. OBJETIVOS

##### 2.1. Objetivo general

Adiestrar al estudiante, en la identificación de fallas de programación en base a la ausencia de código de los pulsadores S1 “MANUAL”, S2 “AUTOMÁTICO” y S01 “PARO”.

##### 2.2. Objetivos específicos

- Analizar las ecuaciones de programación, y hallar los errores presentes.
- Examinar la operatividad del módulo, validando la falla identificada.

#### 3. OBSERVACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE INSTRUMENTOS Y EQUIPOS.

### 3.1. *Equipos de protección personal*

- Mandil
- Guantes aislantes
- Gafas de seguridad
- Calzado de seguridad
- Protectores auditivos

### 3.2. *Herramientas y equipos*

- Módulo de banda transportadora
- Multímetro de pinza
- Destornillador plano y estrella.

### 3.3. *Materiales*

- Guía de laboratorio.
- Diagramas eléctricos
- Guía de identificación de conexiones
- Lápiz
- Computador
- Softwar LOGO!Soft Comfort V8.0
- Cable ETHERNET

Incluya una fotografía de los materiales utilizados en la práctica.

## 4. INSTRUCCIONES

Para simular y diagnosticar la falla de la *programación 2* es necesario realizar previamente la **PRÁCTICA 2**, denominada “Familiarización del módulo mediante el sistema de control



automático”, donde se comprende la operatividad habitual del módulo. Las pautas a tener en cuenta antes de la práctica son:

- ✚ Revisión de equipos de protección personal (EPP).
- ✚ Adquisición de guías de identificación y esquemas de conexión del módulo.
- ✚ Verificación del estado inicial del módulo.
- ✚ Energizar el módulo.
- ✚ Activar el interruptor automático QA2
- ✚ Con ayuda del selector de tres posiciones (SF01) configurar en 2. Y verifique que la lámpara H4 “Automático” se encienda.

Para **IDENTIFICAR LOS ERRORES EN LA PORGRAMACIÓN** la práctica de laboratorio se desarrollara mediante el cumplimiento secuencial de los siguientes pasos:

- a) Adquiera el archivo denominado “PROGRAMACIÓN ERRÓNEA 2”

Programación Correcta	24/1/2024 23:57	LOGO!Soft Comfo...	133 KB
Programación erronea 1	4/3/2024 2:32	LOGO!Soft Comfo...	133 KB
Programación erronea 2	4/3/2024 2:35	LOGO!Soft Comfo...	119 KB
Programación erronea 3	4/3/2024 2:37	LOGO!Soft Comfo...	134 KB
Programación erronea 4	4/3/2024 2:45	LOGO!Soft Comfo...	136 KB

**Ilustración 1:** Programaciones en el Software LOGO!Soft Comfort V8.0.

**Nota:** Se debe tener instalado el *software LOGO!Soft Comfort V8.0* para su visualización

- b) Transfiera la “PROGRAMACIÓN ERRÓNEA 2” al autómeta programable.

*(Conectar el cable Ethernet al computador y al autómeta programable, y subir el programa al equipo*

Añadir una imagen donde transfiera la programación



c) Accione el sistema y determine su FUNCIONAMIENTO.

(Valide la operación y determine la anomalía que presenta el sistema)

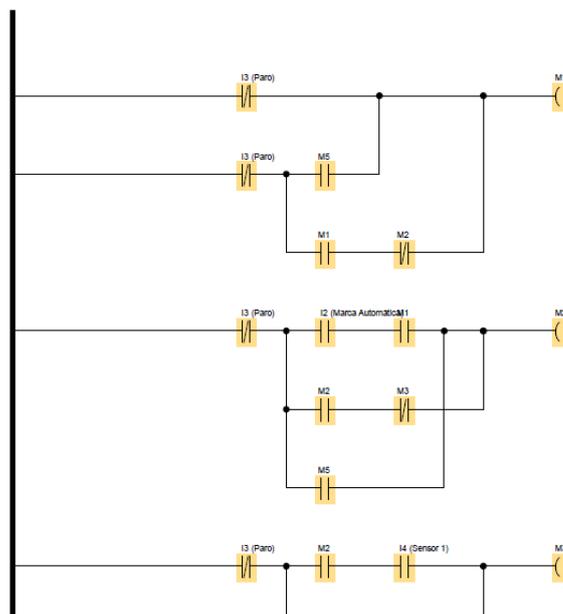
**Nota:** Para cambiar la modalidad del módulo se pulsa S01 “PARO” o S02 “PARO DE EMERGENCIA” para reiniciar el sistema y cambiar la configuración a la otra modalidad del funcionamiento para su comprobación

MODALIDAD	ANOMALÍA PRESENTE

d) Detenga la operación y analice el esquema de la “PROGRAMACIÓN ERRÓNEA 2”.

(Analice el esquema de contactos KOP del programa subido como “PROGRAMACIÓN ERRÓNEA 2”, y en base a ello genere el Grafcet de primer y segundo nivel con sus respectivas ecuaciones)

**Nota:** La identificación de entradas y salidas conectadas en el autómata programable se definieron en la practica 2.



**Ilustración 2:** Programaciones en el Software LOGO! Soft Comfort V8.0.



ECUACIONES PARA LA PROGRAMACIÓN			
MEMORIAS	ECUACIONES	SALIDAS	ECUACIONES
M1		Q1	
M2		Q2	
M3			
M4			
M5			
M6			

GRAFICET DE PRIMER NIVEL	GRAFICET DE PRIMER NIVEL
Añada el esquema	Añada el esquema

- e) En base a la “PROGRAMACIÓN ERRÓNEA 2” y la “Programación correcta”, identificar cuáles son los problemas en el código de programación.

*(Realizar un cuadro comparativo entre ambas programaciones detallando las diferencias entre ambas y encontrando los errores pertinentes)*

PROGRAMACIÓN ERRÓNEA 2	PROGRAMACIÓN CORRECTA

- f) Finalizado la práctica, verifiqué que el módulo este desenergizado y efectué la limpieza de la zona de trabajo.

**5. OBSERVACIONES**

- a) ¿Cuál es la importancia de las ecuaciones de programación?

.....  
 .....



b) ¿Cuál es el error que provoca el cambio de funcionamiento de S1, S2 y S01?

.....  
.....

c) ¿En qué afecta la ausencia de código en el sistema de banda transportadora?

.....  
.....

d) ¿Qué medidas correctivas podría implementarse después de identificar este error de programación?

.....  
.....

**6. CONCLUSIONES**

*(Describir en forma lógica las conclusiones a las que llego con la realización de la práctica)*

.....  
.....

**7. RECOMENDACIÓN**

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

.....  
.....

\_\_\_\_\_  
Ing. Félix Antonio García Mora

**DOCENTE DE LA ASIGNATURA**

\_\_\_\_\_  
Sr/Srta.....

**AYUDANTE DE CÁTEDRA**

**ANEXOS**

*(Coloque fotografías que respalden la realización de la práctica)*





## GUÍA DE LABORATORIO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

### Práctica N° 13

**TEMA:** “SIMULACIÓN DE FALLA EN EL SISTEMA AUTOMÁTICO,  
MEDIANTE LA PROGRAMACIÓN ERRÓNEA 3”

#### 1. DATOS GENERALES

NOMBRE	CÓDIGO	% DE PARTICIPACIÓN

Grupo N° .....

FECHA DE REALIZACIÓN: .....

FECHA DE REALIZACIÓN: .....

#### 2. OBJETIVOS

##### 2.1. Objetivo general

Adiestrar al estudiante, en la identificación de fallas de programación en base al cambio de función en los sensores.

##### 2.2. Objetivos específicos

- Analizar las ecuaciones de programación, y hallar los errores presentes.
- Examinar la operatividad del módulo, validando la falla identificada.

#### 3. OBSERVACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE INSTRUMENTOS Y EQUIPOS.

### 3.1. *Equipos de protección personal*

- Mandil
- Guantes aislantes
- Gafas de seguridad
- Calzado de seguridad
- Protectores auditivos

### 3.2. *Herramientas y equipos*

- Módulo de banda transportadora
- Multímetro de pinza
- Destornillador plano y estrella.

### 3.3. *Materiales*

- Guía de laboratorio.
- Diagramas eléctricos
- Guía de identificación de conexiones
- Lápiz
- Computador
- Softwar LOGO!Soft Comfort V8.0
- Cable ETHERNET

Incluya una fotografía de los materiales utilizados en la práctica.

## 4. INSTRUCCIONES

Para simular y diagnosticar la falla de la *programación 3* es necesario realizar previamente la **PRÁCTICA 2**, denominada “Familiarización del módulo mediante el sistema de control automático”, donde se comprende la operatividad habitual del módulo. Las pautas a tener en cuenta antes de la práctica son:



- ✚ Revisión de equipos de protección personal (EPP).
- ✚ Adquisición de guías de identificación y esquemas de conexión del módulo.
- ✚ Verificación del estado inicial del módulo.
- ✚ Energizar el módulo.
- ✚ Activar el interruptor automático QA2
- ✚ Con ayuda del selector de tres posiciones (SF01) configurar en 2. Y verifique que la lámpara H4 “Automático” se encienda.

Para **IDENTIFICAR LOS ERRORES EN LA PORGRAMACIÓN** la práctica de laboratorio se desarrollara mediante el cumplimiento secuencial de los siguientes pasos:

- a) Adquiera el archivo denominado “PROGRAMACIÓN ERRÓNEA 3”

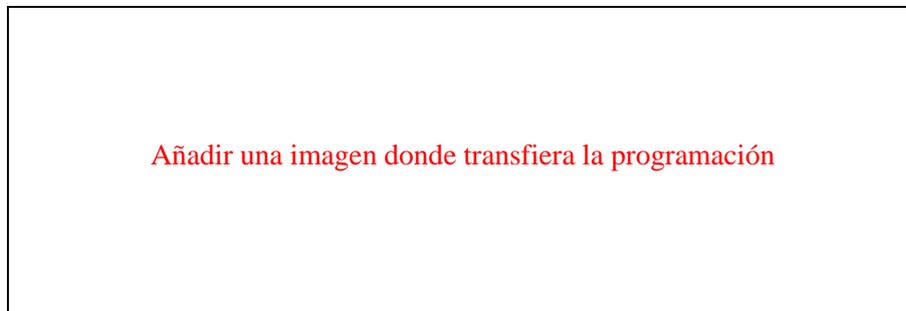
Programación Correcta	24/1/2024 23:57	LOGO!Soft Comfo...	133 KB
Programación erronea 1	4/3/2024 2:32	LOGO!Soft Comfo...	133 KB
Programación erronea 2	4/3/2024 2:35	LOGO!Soft Comfo...	119 KB
Programación erronea 3	4/3/2024 2:37	LOGO!Soft Comfo...	134 KB
Programación erronea 4	4/3/2024 2:45	LOGO!Soft Comfo...	136 KB

**Ilustración 1:** Programaciones en el Software LOGO!Soft Comfort V8.0.

**Nota:** Se debe tener instalado el *software LOGO!Soft Comfort V8.0* para su visualización

- b) Transfiera la “PROGRAMACIÓN ERRÓNEA 3” al autómatas programable.

*(Conectar el cable Ethernet al computador y al autómatas programable, y subir el programa al equipo)*



- c) Accione el sistema y determine su FUNCIONAMIENTO.

*(Valide la operación y determine la anomalía que presenta el sistema)*



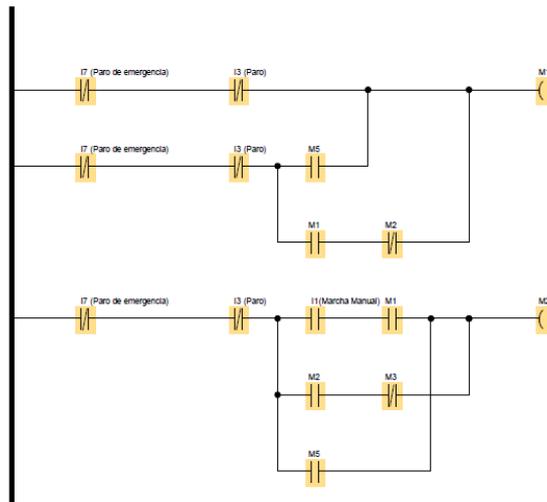
**Nota:** Para cambiar la modalidad del módulo se pulsa S01 “PARO” o S02 “PARO DE EMERGENCIA” para reiniciar el sistema y cambiar la configuración a la otra modalidad del funcionamiento para su comprobación

<b>MODALIDAD</b>	<b>ANOMALÍA PRESENTE</b>

d) Detenga la operación y analice el esquema de la “PROGRAMACIÓN ERRÓNEA 3”.

*(Analice el esquema de contactos KOP del programa subido como “PROGRAMACIÓN ERRÓNEA 3”, y en base a ello genere el Grafcet de primer y segundo nivel con sus respectivas ecuaciones)*

**Nota:** La identificación de entradas y salidas conectadas en el autómatas programable se definieron en la practica 2.



**Ilustración 2:** Programaciones en el Software LOGO! Soft Comfort V8.0.

<b>ECUACIONES PARA LA PROGRAMACIÓN</b>			
<b>MEMORIAS</b>	<b>ECUACIONES</b>	<b>SALIDAS</b>	<b>ECUACIONES</b>
M1		Q1	
M2		Q2	
M3			
M4			
M5			
M6			



GRAFJET DE PRIMER NIVEL	GRAFJET DE PRIMER NIVEL
Añada el esquema	Añada el esquema

- e) En base a la “PROGRAMACIÓN ERRÓNEA 3” y la “Programación correcta”, identificar cuáles son los problemas en el código de programación.

*(Realizar un cuadro comparativo entre ambas programaciones detallando las diferencias entre ambas y encontrando los errores pertinentes)*

PROGRAMACIÓN ERRÓNEA 3	PROGRAMACIÓN CORRECTA

- f) Finalizado la práctica, verifiqué que el módulo este desenergizado y efectué la limpieza de la zona de trabajo.

**5. OBSERVACIONES**

- a) ¿Cuál es la importancia de las ecuaciones de programación?

.....  
 .....

- b) ¿Cuál es el error que provoca el cambio de función en los sensores?

.....  
 .....

- c) ¿En qué afecta el cambio de función de los sensores?

.....  
 .....



d) ¿Qué medidas correctivas podría implementarse después de identificar este error de programación?

.....  
.....

**6. CONCLUSIONES**

*(Describir en forma lógica las conclusiones a las que llego con la realización de la práctica)*

.....  
.....

**7. RECOMENDACIÓN**

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

.....  
.....

\_\_\_\_\_  
Ing. Félix Antonio García Mora

**DOCENTE DE LA ASIGNATURA**

\_\_\_\_\_  
Sr/Srta.....

**AYUDANTE DE CÁTEDRA**

**ANEXOS**

*(Coloque fotografías que respalden la realización de la práctica)*





## GUÍA DE LABORATORIO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

### Práctica N° 14

**TEMA:** “SIMULACIÓN DE FALLA EN EL SISTEMA AUTOMÁTICO,  
MEDIANTE LA PROGRAMACIÓN ERRÓNEA 4”

#### 1. DATOS GENERALES

NOMBRE	CÓDIGO	% DE PARTICIPACIÓN

Grupo N° .....

FECHA DE REALIZACIÓN: .....

FECHA DE REALIZACIÓN: .....

#### 2. OBJETIVOS

##### 2.1. Objetivo general

Adiestrar al estudiante, en la identificación de fallas de programación en base al cambio de función de pulsadores S2 “Automático” y S02 “paro de emergencia”.

##### 2.2. Objetivos específicos

- Analizar las ecuaciones de programación, y hallar los errores presentes.
- Examinar la operatividad del módulo, validando la falla identificada.

#### 3. OBSERVACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE INSTRUMENTOS Y EQUIPOS.

### 3.1. *Equipos de protección personal*

- Mandil
- Guantes aislantes
- Gafas de seguridad
- Calzado de seguridad
- Protectores auditivos

### 3.2. *Herramientas y equipos*

- Módulo de banda transportadora
- Multímetro de pinza
- Destornillador plano y estrella.

### 3.3. *Materiales*

- Guía de laboratorio.
- Diagramas eléctricos
- Guía de identificación de conexiones
- Lápiz
- Computador
- Softwar LOGO!Soft Comfort V8.0
- Cable ETHERNET

Incluya una fotografía de los materiales utilizados en la práctica.

## 4. INSTRUCCIONES

Para simular y diagnosticar la falla de la *programación 4* es necesario realizar previamente la **PRÁCTICA 2**, denominada “Familiarización del módulo mediante el sistema de control



automático”, donde se comprende la operatividad habitual del módulo. Las pautas a tener en cuenta antes de la práctica son:

- ✚ Revisión de equipos de protección personal (EPP).
- ✚ Adquisición de guías de identificación y esquemas de conexión del módulo.
- ✚ Verificación del estado inicial del módulo.
- ✚ Energizar el módulo.
- ✚ Activar el interruptor automático QA2
- ✚ Con ayuda del selector de tres posiciones (SF01) configurar en 2. Y verifique que la lámpara H4 “Automático” se encienda.

Para **IDENTIFICAR LOS ERRORES EN LA PORGRAMACIÓN** la práctica de laboratorio se desarrollara mediante el cumplimiento secuencial de los siguientes pasos:

- a) Adquiera el archivo denominado “PROGRAMACIÓN ERRÓNEA 4”

 Programación Correcta	24/1/2024 23:57	LOGO!Soft Comfo...	133 KB
 Programación erronea 1	4/3/2024 2:32	LOGO!Soft Comfo...	133 KB
 Programación erronea 2	4/3/2024 2:35	LOGO!Soft Comfo...	119 KB
 Programación erronea 3	4/3/2024 2:37	LOGO!Soft Comfo...	134 KB
 Programación erronea 4	4/3/2024 2:45	LOGO!Soft Comfo...	136 KB

**Ilustración 1:** Programaciones en el Software LOGO!Soft Comfort V8.0.

**Nota:** Se debe tener instalado el *sotware LOGO!Soft Comfort V8.0* para su visualización

- b) Transfiera la “PROGRAMACIÓN ERRÓNEA 4” al autómata programable.

(Conectar el cable Ethernet al computador y al autómata programable, y subir el programa al equipo).

Añadir una imagen donde transfiera la programación



c) Accione el sistema y determine su FUNCIONAMIENTO.

(Valide la operación y determine la anomalía que presenta el sistema)

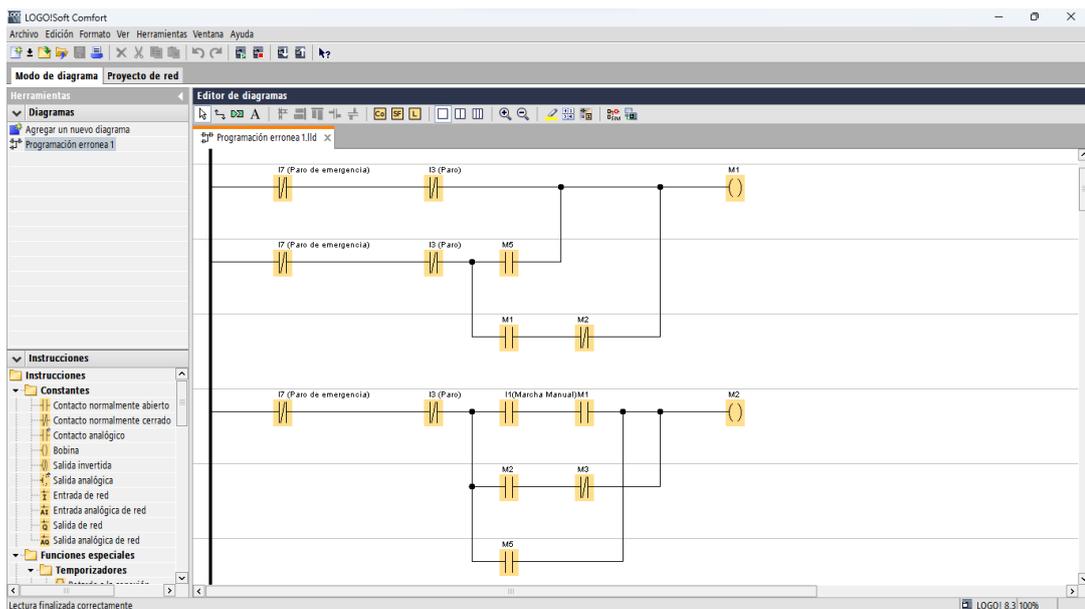
**Nota:** Para cambiar la modalidad del módulo se pulsa S01 “PARO” o S02 “PARO DE EMERGENCIA” para reiniciar el sistema y cambiar la configuración a la otra modalidad del funcionamiento para su comprobación

MODALIDAD	ANOMALÍA PRESENTE

d) Detenga la operación y analice el esquema de la “PROGRAMACIÓN ERRÓNEA 4”.

(Analice el esquema de contactos KOP del programa subido como “PROGRAMACIÓN ERRÓNEA 4”, y en base a ello genere el Grafcet de primer y segundo nivel con sus respectivas ecuaciones)

**Nota:** La identificación de entradas y salidas conectadas en el autómata programable se definieron en la practica 2.



**Ilustración 2:** Programaciones en el Software LOGO! Soft Comfort V8.0.



ECUACIONES PARA LA PROGRAMACIÓN			
MEMORIAS	ECUACIONES	SALIDAS	ECUACIONES
M1		Q1	
M2		Q2	
M3			
M4			
M5			
M6			

GRAFICET DE PRIMER NIVEL	GRAFICET DE PRIMER NIVEL
Añada el esquema	Añada el esquema

- e) En base a la “PROGRAMACIÓN ERRÓNEA 4” y la “Programación correcta”, identificar cuáles son los problemas en el código de programación.

*(Realizar un cuadro comparativo entre ambas programaciones detallando las diferencias entre ambas y encontrando los errores pertinentes)*

PROGRAMACIÓN ERRÓNEA 4	PROGRAMACIÓN CORRECTA

- f) Finalizado la práctica, verifiqué que el módulo este desenergizado y efectué la limpieza de la zona de trabajo.

**5. OBSERVACIONES**

- a) ¿Cuál es la importancia de las ecuaciones de programación?

.....  
 .....



b) ¿Cuál es el error que provoca el cambio de función de pulsadores S2 y S02?

.....  
.....

c) ¿En qué afecta el cambio de función de pulsadores S2 y S02?

.....  
.....

d) ¿Qué medidas correctivas podría implementarse después de identificar este error de programación?

.....  
.....

## 6. CONCLUSIONES

*(Describir en forma lógica las conclusiones a las que llego con la realización de la práctica)*

.....  
.....

## 7. RECOMENDACIÓN

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

.....  
.....

\_\_\_\_\_  
Ing. Félix Antonio García Mora

**DOCENTE DE LA ASIGNATURA**

\_\_\_\_\_  
Sr/Srta.....

**AYUDANTE DE CÁTEDRA**

## ANEXOS

*(Coloque fotografías que respalden la realización de la práctica)*





**epoch**

**Dirección de Bibliotecas y  
Recursos del Aprendizaje**

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

**REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA**

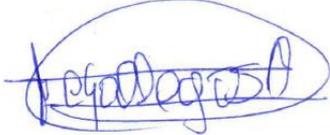
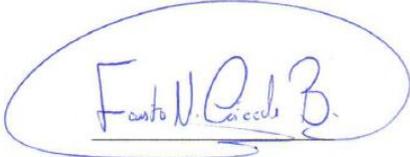
**Fecha de entrega:** 11/06/2024

<b>INFORMACIÓN DEL AUTORES:</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> CHÁVEZ MELÉNDREZ BRAYAN ALEXANDER QUISPILO CASTAÑEDA BRAYAN ALEXANDER
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> MECÁNICA
<b>Carrera:</b> MANTENIMIENTO INDUSTRIAL
<b>Título a optar:</b> INGENIERO EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL
<b>f. Analista de Biblioteca responsable:</b> 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:** 11/06/2024

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> CHÁVEZ MELÉNDREZ BRAYAN ALEXANDER QUISPILLO CASTAÑEDA BRAYAN ALEXANDER
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> MECÁNICA
<b>Carrera:</b> MANTENIMIENTO INDUSTRIAL
<b>Título a optar:</b> INGENIERO EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL
 <b>Ing. César Marcelo Gallegos Londoño</b> <b>Director del Trabajo de Titulación</b>  <b>Fausto Ulpiano Caicedo Benavides</b> <b>Asesor del Trabajo de Titulación</b>