



**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y ARQUITECTURA**

**CARRERA DE INGENIERÍA MARÍTIMA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**MODALIDAD PROYECTO TÉCNICO**

**TÍTULO:**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO PARA SIMULACIÓN DE  
SISTEMAS AUXILIARES EN EMBARCACIONES UTILIZANDO UN PLC LOGO”**

**AUTOR:**

**Jean Sandro Valencia Vera**

**TUTOR:**

**ING. ALEPH SALVADOR ACEBO ARCENTALES**

**MANTA – ECUADOR**

**2025**

	<b>NOMBRE DEL DOCUMENTO:</b> <b>CERTIFICADO DE TUTOR(A).</b>	<b>CÓDIGO: PAT-04-F-004</b>
	<b>PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO</b> <b>BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>	<b>REVISIÓN: 1</b>
	Página 1 de 1	

## CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto Técnico, bajo la autoría del estudiante VALENCIA VERA JEAN SANDRO, legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Marítima, período académico 2025-2026, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO PARA SIMULACIÓN DE SISTEMAS AUXILIARES EN EMBARCACIONES UTILIZANDO UN PLC LOGO”.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 15 de agosto de 2025.

Lo certifico,



**Aleph Salvador  
Acebo Arcentales**



Ing. Aleph S. Acebo Arcentales, Mg.  
**Docente Tutor**  
**Área: Ingeniería, Industria y Arquitectura**

## **Dedicatoria**

Dedico esta tesis a Dios, por ser luz y guía en cada paso de este camino, y por darme la fortaleza y sabiduría necesarias para perseverar ante cada desafío.

A mi familia, por su inquebrantable apoyo, en especial a mi madre por brindarme paciencia y motivación a lo largo de esta etapa. Sin su respaldo, este logro no habría sido posible.

Finalmente, a mis compañeros a quienes valoran la rigurosidad, el detalle y la búsqueda constante de mejora., por compartir momentos de esfuerzo y alegría, a mis docentes por ser un pilar invaluable e inspiración en esta travesía académica. Cada uno ha contribuido a hacer de esta experiencia algo inolvidable y profundamente enriquecedor. este trabajo es para ustedes.

*Jean Sandro Valencia Vera*

## **Dedicatoria de auditoría**

Agradezco a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí por brindarme la oportunidad de llevar a cabo este proyecto técnico, por ofrecerme el entorno académico y los recursos necesarios para desarrollarlo, y por permitir que mis aportes contribuyan al fortalecimiento del conocimiento en nuestra comunidad.

Agradezco especialmente a la Facultad de Ingeniería Marítima, por fomentar un entorno de aprendizaje riguroso, ético y comprometido con la excelencia profesional. El respaldo institucional, el acceso a laboratorios y el acompañamiento docente han sido fundamentales para la consolidación de este trabajo técnico.

Al Ingeniero Aleph Salvador Acebo Arcentales, mi tutor, por su guía constante, por ayudarme a estructurar cada una de las ideas y datos que conforman este proyecto, y por su paciencia y dedicación en cada momento de duda. Su acompañamiento ha sido fundamental para llegar hasta aquí.

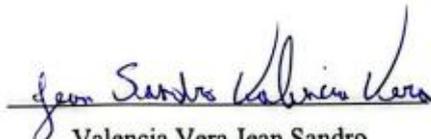
*Jean Sandro Valencia Vera*

## Declaración de autoría

La responsabilidad por los hechos, opiniones, ideas e información vertidas en este proyecto de titulación titulado:

“Diseño e implementación de un módulo didáctico para simulación de sistemas auxiliares en embarcaciones utilizando un PLC LOGO” corresponden exclusivamente al autor, Jean Sandro Valencia Vera, quien declara que el presente trabajo ha sido desarrollado de manera original, respetando los principios éticos, académicos y normativos establecidos por la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

El patrimonio intelectual del trabajo de titulación pertenecerá a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, conforme a lo dispuesto en el Reglamento de Régimen Académico y demás normativas vigentes.

  
Valencia Vera Jean Sandro  
**C.I. 131681255-9**

  
Ing. Aleph Salvador Acebo Arcentales  
**C.I.1309151338**

## **Resumen**

El presente proyecto tiene como objetivo el diseño e implementación de un módulo didáctico para la simulación de sistemas auxiliares en embarcaciones, utilizando un PLC LOGO, esta iniciativa nace con el propósito de fortalecer la formación práctica de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Marítima, quienes ejecutan actividades curriculares en el marco de las asignaturas Controles programables y Máquinas Eléctricas, aplicando los conocimientos adquiridos durante su proceso formativo, y desarrollando habilidades como trabajo en equipo, pensamiento crítico y comunicación efectiva utilizando recursos educativos.

La elección del PLC LOGO se fundamenta en su versatilidad para ambientes educativos y su capacidad de representar procesos reales a bordo.

La programación del módulo se desarrolló mediante el software LOGO! Soft Comfort, el cual permite simular distintos escenarios de operación y fallas, además facilita la comprensión del comportamiento de los sistemas automatizados. Los resultados obtenidos evidencian que el módulo es una herramienta pedagógica eficaz, promoviendo el análisis, el diagnóstico, la solución de fallas, y mejora las competencias de los estudiantes en automatización, en análisis para mantenimiento y operación de sistemas auxiliares en el ámbito marítimo.

***Palabras clave:*** controlado, automatización, implementación, educativo.

## **Abstract**

The present project aims at the design and implementation of a didactic module for the simulation of auxiliary systems in vessels, using a LOGO PLC. This initiative arises with the purpose of strengthening the practical training of students in the Maritime Engineering program, who carry out curricular activities within the framework of the subjects Programmable Controls and Electrical Machines, applying the knowledge acquired during their educational process and developing skills such as teamwork, critical thinking, and effective communication using educational resources.

The choice of the LOGO PLC is based on its versatility for educational environments and its ability to represent real onboard processes.

The programming of the module was developed using LOGO! Soft Comfort software, which allows the simulation of different operating and fault scenarios, and facilitates the understanding of the behavior of automated systems. The results obtained show that the module is an effective pedagogical tool, promoting analysis, diagnosis, fault resolution, and improving students' competencies in automation, maintenance analysis, and operation of auxiliary systems in the maritime field.

**Keywords:** controlled, automation, implementation, educational

# Índice

Certificación del tutor.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Dedicatoria.....	iii
Dedicatoria de auditoría.....	iv
Declaración de autoría .....	v
Resumen .....	vi
Abstract.....	vii
Capítulo I: Problemática.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Justificación.....	1
1.3. Propuesta .....	2
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
Capítulo II: Marco Teórico .....	5
2.1. Electricidad y Automatismo. ....	5
2.1.1. Concepto de Electricidad.....	5
2.1.2. Materiales conductores y aislantes .....	5
2.1.3. Cableado eléctrico: criterios técnicos y selección de conductores .....	6
2.1.4. Simbología Eléctrica.....	8

2.1.5. Automatismo Eléctrico .....	9
2.1.6. Estructura y componentes de las instalaciones de automatismos .....	10
2.1.7. Lógica cableada .....	12
2.1.8. Lógica programable .....	13
2.1.9. Lenguaje de programación. ....	14
2.2. Equipos y elementos básicos de un automatismo.....	15
2.2.1. Relé.....	15
2.2.2. Contactor .....	15
2.2.3. Interruptores reguladores y pulsadores .....	16
2.2.4. Relé térmico.....	18
2.2.5. Interruptor termomagnético (Breaker).....	19
2.2.6. Receptores .....	21
2.3 Controladores Lógicos Programables (PLC).....	23
2.4. Relé Programable .....	28
2.5. Software de programación.....	31
Capitulo III Cálculo y diseño del módulo didáctico.....	33
3.1. Objetivo del diseño modulo didáctico.....	33
3.2. Sistemas auxiliares de embarcaciones .....	34
3.2.1. Sistema de nivel de tanque de combustible .....	35
3.2.2. Sistema de alto nivel de sentinas .....	36
3.2.3. Sistema estabilizador de giro de pala dinámica.....	38

3.2.4. Sistemas de alarmas de falla de luces de navegación .....	39
3.2. Cálculo y selección de componentes eléctricos y electrónicos. ....	39
3.2.1. Cálculo de demanda eléctrica. ....	41
3.2.2. Selección de los conductores .....	42
3.2.3. Cálculo de protecciones eléctricas.....	44
3.3. Esquema eléctrico del Tablero .....	47
3.4 Diseño del tablero .....	48
3.5. Simbología.....	50
3.6. Modelado físico del tablero en SolidWorks .....	52
Capitulo IV: Manual de uso del tablero.....	54
4.1. Objetivos del Manual: .....	55
4.2. Alimentación y Distribución .....	56
4.2.1. Derivación para Fuerza.....	57
4.2.2. Derivación para control .....	58
4.2.3 Neutro .....	60
4.2.4. Tierra .....	61
4.3. Elementos de control y señalización del tablero .....	62
4.3.1. Pulsadores.....	63
4.3.2. Selectores y Switches .....	66
4.3.3. Relés Temporizados .....	69
4.3.4. Contactores .....	72

4.3.5. Finales de carrera.....	76
4.3.6. Baliza indicadora .....	78
4.3.7. Entradas y salidas del logo. ....	80
4.3.8. Pantalla TDE.....	81
4.4. Procedimientos básicos.....	81
4.4.1. Verificación previa a la conexión.....	82
4.4.2. Verificación durante la energización del tablero. ....	83
4.4.3. Procedimiento de desconexión .....	85
Capitulo V: Guía de programación Logo Soft Confort .....	87
5.1. Interfaz del software LOGO! Soft confort .....	87
5.2. Ayuda Contextual .....	88
5.3. Bloques .....	89
5.4. Conexión logo-PC .....	92
5.5. Mostrar en pantalla .....	94
5.6. Ejemplo básico .....	97
Capítulo VI: Guía de Simulación de los sistemas auxiliares.....	99
6.1. Guía simulación del sistema de nivel de combustible .....	99
6.1.1. Analizar el diseño. ....	100
6.1.2. Lógica Cableada .....	101
6.1.3. Programación.....	106
6.1.4. Resultados esperados.....	110

6.2 Guía simulación de sistema de alto nivel de sentinas.....	113
6.2.1. Analizar el diseño. ....	114
6.2.2. Lógica cableada .....	114
6.2.3. Programación.....	122
6.2.4. Resultados esperados.....	124
6.3. Guía de Simulación de sistema estabilizador de giro de pala dinámica.....	127
6.3.1. Analizar del diseño .....	128
6.3.2. Lógica cableada.....	128
6.3.3. Programación.....	131
6.3.4. Resultados esperados.....	133
6.4. Guía de simulación de sistema de alarmas de falla de luces de navegación. ..	136
6.4.1. Analizar el diseño .....	137
6.4.2. Lógica Cableada .....	138
6.4.3. Programación.....	144
6.4.4. Resultados esperados.....	146
Recomendaciones.....	149
Conclusiones.....	150
Bibliografía.....	151
Anexos.....	156
Planos.....	143
Ficha técnica.....	152

Figura 1 Tabla de valores normalizados de cables A.W.G(American Wire Gauge).....	6
Figura 2 Ejemplo de la distribución de componentes en procesos automatizados eléctricos .....	12
Figura 3 Plano de ejemplo de lógica cableada .....	13
Figura 4 Ejemplo de plano de lógica programable.....	14
Figura 5 Lenguajes de programación .....	14
Figura 6 Esquema interno de un relé y su simbología.....	15
Figura 7 Esquema interno y conexión de un contactor .....	16
Figura 8 Relé térmico y su simbología general .....	19
Figura 9 Esquema interno de un interruptor magneto térmico .....	20
Figura 10 Pasos del funcionamiento de un PLC.....	24
Figura 11 Diagrama de estructura de un PLC .....	26
Figura 12 PLC compacto.....	27
Figura 13 PLC modular .....	28
Figura 14 Esquema Tecnológico .....	29
Figura 15 PLC logo v8 con módulos de expansión.....	31
Figura 16Caja de cambios modelada por el Software Solidworks.....	32
Figura 17 Ubicación de la facultad de Ingeniería Marítima .....	34
Figura 18 Mesa de control Centralizada de una embarcación pesquera.....	35
Figura 19ejemplo de llenado de combustible .....	36
<i>Figura 20 Ejemplo de ubicación de la Sentina .....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 21 Esquema de control de alarma de sentina .....</i>	<i>38</i>
Figura 22 Tablero de control del sistema de giro de palas .....	38

Figura 23 Luces de Navegación .....	39
Figura 24 Logo 230 RC .....	40
Figura 25 Pantalla TDE Siemens.....	41
Figura 26 Breaker de 4 amperios 2 polos Siemens .....	45
Figura 27 Breaker de 10 Amperios 3 polos Siemens .....	46
Figura 28 Breaker de 25 Amperios 3 polos siemens .....	47
Figura 29 Esquema Eléctrico tablero.....	48
Figura 30 Diseño Soldiworks del tablero 80*60*20 cm .....	49
Figura 31 Tapa de tablero con orificio frontal.....	50
Figura 32 Tapa del módulo con la simbología .....	52
Figura 33 Ensamblaje total de la tapa.....	53
Figura 34 Vista Isométrica del tablero .....	53
Figura 35 Tablero Para simular sistemas auxiliares mediante un plc logo .....	54
Figura 36 Elementos internos del tablero .....	55
Figura 37 Ubicación de la Alimentación en el tablero .....	56
Figura 38 Breaker 25A del tablero .....	57
Figura 39 Alimentación Fuerza del tablero .....	58
Figura 40 Ubicación Breaker 10 A.....	59
Figura 41 L1 y L2 en el tablero .....	59
Figura 42 Ejemplo conexión simple.....	60
Figura 43Neutro del tablero.....	61
Figura 44 Tierra del tablero .....	61
Figura 45 Bornera Tierra del Tablero.....	62
Figura 46 Ubicación de los pulsadores en el tablero .....	63
Figura 47 Conexión simple pulsador NC .....	64

Figura 48 Conexión simple pulsador NC .....	65
Figura 49 Esquema pulsadores .....	66
Figura 50 Ubicación de los selectores y switches del tablero .....	67
Figura 51 Selectores 2 estados del Tablero .....	67
Figura 52 Switches del tablero .....	68
Figura 53 Conexión simple selector .....	68
Figura 54 Ubicación de los relés temporizadores en el tablero .....	69
Figura 55 Relé retardo a la conexión.....	69
Figura 56 Relé retardo a la desconexión .....	70
Figura 57 Conexión básica de Relé Con retardo a la conexión.....	71
Figura 58 Conexión del Relé después de 5 Segundos .....	72
Figura 59 Contactores SIRIUS 3RT2023-1AN20.....	73
Figura 60 Ubicación de los contactores en el tablero .....	74
Figura 61 Contactos alimentados por L1 y L2 .....	74
Figura 62 Ejemplo conexión simple contactor .....	75
Figura 63 Esquema de circuito eléctrico del contactor con la alimentación del tablero ...	76
Figura 64 Ubicación de los finales de carrera .....	77
Figura 65 Baliza LTA 505 220V .....	78
Figura 66 Terminales de la torre de señalización .....	79
Figura 67 Baliza conectada a una luz verde .....	79
Figura 68 Luz roja y verde encendidas al mismo tiempo.....	80
Figura 69 Entradas Logo 230 RC .....	80
Figura 70 Relés de Salida del Logo.....	81
Figura 71 Pantalla TDE del tablero mostrando la ID del Logo.....	81
Figura 72 Prueba de continuidad de los selectores.....	83

Figura 73 Medición de Tensión entre L1 y L2 .....	85
Figura 74 Interfaz Logo! Soft Confort .....	87
Figura 75 Ejemplo de simulación en .....	91
Figura 76 Conexión Pc - Logo .....	92
Figura 77 ID del Logo Reflejada en la Pantalla TDE.....	93
Figura 78 Conexión del logo .....	94
Figura 79 Guía para texto en pantalla 1 .....	95
Figura 80Guía para texto en pantalla 2.....	96
Figura 81 Guía para texto en pantalla 3.....	96
Figura 82 Mostrando en pantalla TDE la programación .....	97
Figura 83 Programación de bloques ejemplo básico .....	98
Figura 84 Ejemplo Esquema circuito de combustible .....	99
Figura 85 Análisis del esquema de combustible .....	100
Figura 86 guía 1 Entrada del sensor 1 .....	102
Figura 87 guía1 Conexión de todas las entradas al logo .....	103
Figura 88 guía 1 Conexión de la Bomba(contactor).....	104
Figura 89 guía 1 Conexión de la baliza 1 .....	105
Figura 90 Conexión de la luses al logo.....	106
Figura 91 guía 1 programación 1 .....	106
Figura 92 Guía 1 programación 2.....	107
Figura 93 guía 1 programación 3.....	107
Figura 94 guía 1 Programación 4 .....	108
Figura 95guía 1 Mostrar en pantalla.....	109
Figura 96 guía 1 simulación 1. ....	109
Figura 97 Guía 1Resultado 1 .....	110

Figura 98 Guía 1 Resultado 2 .....	111
Figura 99 Guía 1 evaluación tanque lleno .....	111
Figura 100 Guía 1 Tanque Bajo .....	112
Figura 101 Ejemplo de Sistema de Alarmas y control de Sentina .....	113
Figura 102 guía 2 Conexión del sensor y del reset1 .....	115
Figura 103 guía 2 Conexión del sensor y el reset al logo .....	116
Figura 104 Guía 2 Conexión manual de la bomba .....	117
Figura 105 Guía 2 Conexión de entrada I3 .....	118
Figura 106 Guía 2 Conexión Q2 Bomba 1 .....	119
Figura 107 Guía 2 Conexión Q3 bomba 2 .....	120
Figura 108 Guía 2 Conexión Baliza 1 .....	121
Figura 109 Guía 1 Conexión Q1 .....	121
Figura 110 Guía 2 programación 1 .....	122
Figura 111 Guía 2 programación 2 .....	123
Figura 112 Guía 2 programación 3 .....	123
Figura 113 guía 2 simulación .....	124
Figura 114 guía 2 resultado 1 .....	125
Figura 115 guía 2 resultado 2 .....	125
Figura 116 Guía 2 Resultado 3 .....	126
Figura 117 Ejemplo de Simulación de sistema estabilizador de pala dinámica .....	127
Figura 118 Guía 3 Conexión de pulsador I1 y selector I2 .....	129
Figura 119 guía 3 Conexión baliza 1 .....	130
Figura 120 Guía 3 Conexión Q1 y Q2 .....	130
Figura 121 guía 3 programación 1 .....	131
Figura 122 guía 3 programación 2 .....	132

Figura 123	guía 3 programación 3.....	132
Figura 124	Guía 3 Simulación.....	133
Figura 125	Guía 3 Resultado 1 .....	134
Figura 126	Guía 3 resultado 2 .....	134
Figura 127	guía 3 resultado 3 .....	135
Figura 128	Guía 3 resultado 4 .....	135
Figura 129	Guía 3 resultado 5 .....	136
Figura 130	Control luces de navegación .....	137
Figura 131	guía 4 Conexión I1 .....	139
Figura 132	Conexión de los 4 sensores a I 1, I2, I3, I4.....	140
Figura 133	Guía 4 Conexión Baliza .....	141
Figura 134	Guía 4 Conexión Q1.....	142
Figura 135	Conexión Botón Reset L1 al pulsador .....	143
Figura 136	Guía 4, Conexión de la salida del pulsador a I5.....	143
Figura 137	guía 4 programación 1.....	144
Figura 138	guía 4 programación 2.....	145
Figura 139	guía 4 programación 3.....	145
Figura 140	guía 4 programación 4.....	146
Figura 141	Guía 4 resultado 1 .....	147
Figura 142	Guía 4 Resultado 2 .....	147
Figura 143	Guía 4, Resultado 3 .....	148
Tabla 1	Ejemplo de simbología Europea y Americana .....	8
Tabla 2	Simbología general de Interruptores, Pulsadores y Reguladores .....	17
Tabla 3	Tipos de pulsadores .....	18

Tabla 4 Simbología general multifilar de los breakers (disyuntores).....	21
Tabla 5Receptores Eléctricos .....	22
Tabla 6 Código de colores de los LEDs y sus funciones.....	22
Tabla 7 Estructura de un PLC.....	25
Tabla 8 Componentes y estimación de consumo.....	41
Tabla 9 Tabla de conversión para amperios .....	43
Tabla 10 Especificaciones para selección de breaker.....	44
Tabla 11 Verificación Previa a la conexión.....	82
Tabla 12 Verificación del tablero energizado.....	83
Tabla 13 Bloques Logo! Soft Confort .....	89
Ilustración 1 Elaboración del esqueleto de metal del soporte del tablero con soldadura	156
Ilustración 2 Elaboración de los cajones mediante soldadura y corte .....	156
Ilustración 3 Planificación de la ubicación de los elementos en el tablero .....	157
Ilustración 4 Elaboración de los agujeros para los elementos de la puerta del tablero ...	158
Ilustración 5 Armado de los componentes accionables de la tapa del tablero .....	158
Ilustración 6Elaboración de la conexión de los elementos.....	159
Ilustración 7 Soporte del Tablero .....	160
Ilustración 8 Laboratorio de Electricidad, lugar de implementación del módulo. ....	160
Ilustración 9 Implementación del módulo didáctico para simular sistemas auxiliares de embarcaciones. OPERATIVO.....	161

# Capítulo I: Problemática

## 1.1. Antecedentes

Los avances y la evolución tecnológica en la automatización industrial tiene un gran impacto en el sector marítimo, Este avance, aunque demuestre ser prometedor, requiere de ciertos pasos previos antes de su implementación total, reduciendo el contacto humano-maquina e inclusive lograr la navegación sin tripulación, en este sentido también es crucial que la gente de mar reciba la capacitación adecuada no solo en seguridad industrial que es muy importante, sino también para que puedan adaptarse a los cambios, en avances tecnológicos y seguir siendo efectivos en un entorno cada vez más automatizado.

Según (Jensen, 2018) , CEO de Seaintelligence Consulting, exclamó que “La necesidad de automatizar los procesos se vuelve aún más evidente con el tiempo, ya que aunque los costos laborales son bajos en ciertos países, los salarios tienden a aumentar, lo que incentivará la adopción de estas tecnologías” Además de Lars Jensen señala que la digitalización y automatización son tecnologías clave para la industria marítima permitiendo así reducir gastos operativos, mejorar la eficiencia y reducir la probabilidad de errores.

Para ello, es necesario crear un módulo didáctico que evalúe, determine y controle las variables involucradas en todos los sistemas eléctricos de control y fuerza, para el aprendizaje óptimo de jóvenes profesionales. Por ende, es crucial para una buena educación y lograr un buen camino hacia la excelencia académica.

## 1.2. Justificación

Hoy en día, la industria marítima se encuentra inmersa en un mundo donde las tecnologías presentan cambios rápidos en un corto periodo de tiempo, generando transformaciones significativas en nuestro entorno, lo que antes era habitual y manual se está transformando en algo

más automatizado, más sencillo y factible proporcionando mejoras constantes en control y seguridad, posibilitando procesos e información con altos estándares de calidad y eficacia.

El avance de las tecnologías permite ir descubriendo alternativas para mejorar la educación, y una de ellas es implementando técnicas y equipos de práctica con el propósito de darle al estudiante la mayor oportunidad de adquirir conocimientos, utilizando métodos prácticos, que sin duda alguna beneficiarán a la calidad de la siguiente generación de profesionales.

Es oportuno, realizar el diseño y elaboración de un módulo didáctico de automatización para simular sistemas auxiliares marítimos los cuales son de vital importancia porque complementan las funciones principales de una instalación o equipo, asegurando su operatividad, eficiencia y seguridad.

El módulo a desarrollarse será implementado en el taller eléctrico de la carrera de Ingeniería Marítima de la "Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Será beneficioso, debido a que tendrá elementos y herramientas tecnológicas, lo que traerá a una comprensión de los datos más eficiente, permitiendo al estudiante y docente, realizar las simulaciones, pruebas y correcciones necesarias para tener un resultado de con un alto grado de confiabilidad requerido en estudio de la automatización.

### **1.3. Propuesta**

El presente proyecto tiene como finalidad crear un entorno de desarrollo y excelencia académica para los estudiantes de la facultad de Ingeniería, Ingeniería Marítima. Sobre la interacción hombre máquina con sistemas de programación lógica y automatismo en beneficio de obtener un aprendizaje significativo y funcional.

Se planteó como objetivo simular los sistemas auxiliares de embarcaciones a través de un módulo didáctico de manera factible y dinámica, utilizando dispositivos como PLC, contactores y alarma, enlazados con una interfaz gráfica la cual permitirá mediante varios lenguajes de

programación tales como BLOQUE Y LADDER, la formación de los diagramas, tipos y características de las operaciones automatizadas que encontramos en el mercado industrial, semi industrial y servicio del sector marítimo.

La metodología para la elaboración de este proyecto estará basada en los cálculos y selección de las dimensiones de protecciones eléctricas, medidas del tablero y diversos componentes que son necesarios para su implementación.

Además, se incluirá una guía práctica con el fin de que los estudiantes y docentes logren usar los dispositivos de pruebas sin problemas y que aporten a sus conocimientos técnicos.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Diseñar e implementar un módulo didáctico con fines pedagógicos para simular sistemas auxiliares en embarcaciones, utilizando un PLC LOGO, destinado al taller eléctrico de la carrera de Ingeniería Marítima

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Identificar los sistemas auxiliares en las embarcaciones, serán simulados en el tablero.
- Seleccionar y detallar los componentes necesarios, incluyendo el PLC LOGO 230Rc y dimensionamiento de los elementos de control.
- Diseñar y construir el tablero utilizando software especializados como solid works, integrando el PLC LOGO 230Rc, pulsadores y equipos necesarios,
- Programar y validar el funcionamiento del equipo utilizando lenguaje de programación de Bloques, detallando el comportamiento simulado de los procesos operativos.
- Elaborar un manual de usuario y una guía con prácticas diversas

## Capítulo II: Marco Teórico

### 2.1. Electricidad y Automatismo.

#### 2.1.1. Concepto de Electricidad

La electricidad es una forma de energía. está presente en casi todas las actividades del hombre de una sociedad desarrollada, se manifiesta en múltiples formas, como la electricidad estática (cargas que están en reposo), la corriente eléctrica (cargas en movimiento), y el electromagnetismo, tiene aplicaciones esenciales en la vida moderna. Es producida en centrales eléctricas utilizando la transformación de energía primaria (hidráulica, química, térmica, solar, nuclear y eólica) y distribuida mediante redes eléctricas a la población e industrias. (ingeniero marino, 2022)

En la actualidad a diferencia de instalaciones terrestres, los sistemas eléctricos navales deben funcionar de forma independiente, confiable y segura, incluso en entornos hostiles y sin conexión a redes externas utilizando sistemas autónomos de generación como los generadores y almacenamiento como baterías. (Tripler & Gene mosca, 2021)

#### 2.1.2. Materiales conductores y aislantes

Esta distinción responde a las propiedades físicas y químicas de cada material, determina la mayor o menor facilidad con la que se desplazan los electrones y su capacidad para resistir o facilitar el paso de la electricidad.

- **Conductores** Estos materiales se utilizan para transportar la electricidad de un punto hasta otro. De esta manera se puede reducir la cantidad de energía eléctrica perdida durante el transporte, pues un material conductor disipa menos energía que un material aislante. Ejemplos plata y cobre (Tripler & Gene mosca, 2021).

- **Aislantes:** Son materiales perfectos para ciertos trabajos en donde se necesita que los átomos retengan a los electrones en sus orbitas y no permitir que los mismos circulen con libertad. Por ende son malos conductores de energía eléctrica Ej : plástico, vidrio, la madera, el aire seco (Tripler & Gene mosca, 2021)
- **Semiconductores:** Son materiales con ambas propiedades, tanto de retener o permitir el paso de electrones. Con estos materiales se fabrican los componentes electrónicos, ejemplo de ello son los diodos, transistores, circuitos integrados y los microprocesadores. (Tripler & Gene mosca, 2021)

### **2.1.3. Cableado eléctrico: criterios técnicos y selección de conductores**

El cableado eléctrico es el sistema físico que permite la transmisión de energía o señales eléctricas dependiendo directamente de la combinación adecuada de materiales conductores como cobre o aluminio y aislantes que sirven como recubrimiento, el teflón o a goma. Su selección es basada en la relación con el calibre del conductor empleando la numeración AWG (American Wire Gauge) o sección en mm<sup>2</sup>, según la intensidad de corriente, la distancia de transmisión y el tipo de carga con el que se constituya la instalación eléctrica. (ZMS Cable, 2023)

#### **Tabla 1**

*Tabla de valores normalizados de cables A.W.G(American Wire Gauge)*

Número AWG	Diámetro (mm)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Número espiras por cm.	Kg. por Km.	Resistencia (Ohm/Km.)	Capacidad (A)
0000	11,86	107,2			0,158	319
000	10,40	85,3			0,197	240
00	9,226	67,43			0,252	190
0	8,252	53,48			0,317	150
1	7,348	42,41		375	1,40	120
2	6,544	33,63		295	1,50	96
3	5,827	26,67		237	1,63	78
4	5,189	21,15		188	0,80	60
5	4,621	16,77		149	1,01	48
6	4,115	13,30		118	1,27	38
7	3,665	10,55		94	1,70	30
8	3,264	8,36		74	2,03	24
9	2,906	6,63		58,9	2,56	19
10	2,588	5,26		46,8	3,23	15
11	2,305	4,17		32,1	4,07	12
12	2,053	3,31		29,4	5,13	9,5
13	1,828	2,63		23,3	6,49	7,5
14	1,628	2,08	5,6	18,5	8,17	6,0
15	1,450	1,65	6,4	14,7	10,3	4,8
16	1,291	1,31	7,2	11,6	12,9	3,7
17	1,150	1,04	8,4	9,26	16,34	3,2
18	1,024	0,82	9,2	7,3	20,73	2,5
19	0,9116	0,65	10,2	5,79	26,15	2,0
20	0,8118	0,52	11,6	4,61	32,69	1,6
21	0,7230	0,41	12,8	3,64	41,46	1,2
22	0,6438	0,33	14,4	2,89	51,5	0,92
23	0,5733	0,26	16,0	2,29	56,4	0,73
24	0,5106	0,20	18,0	1,82	85,0	0,58
25	0,4547	0,16	20,0	1,44	106,2	0,46
26	0,4049	0,13	22,8	1,14	130,7	0,37
27	0,3606	0,10	25,6	0,91	170,0	0,29

**Nota:** Tabla de valores normalizados de cables A.W.G para la selección de los conductores en función de la capacidad de amperaje que pueden conducir. Extraído de zmscable, 2022, <https://zmscable.es/calibre-cables-norma-awg/>.

Ejemplos de selección del conductor basados en la tabla 1:

- AWG 18–16: señales de entrada, pulsadores, sensores.
- AWG 14–12: salidas hacia actuadores, lámparas, relés.

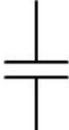
- AWG 10–8: alimentación principal, motores, bombas.

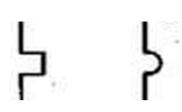
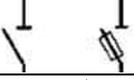
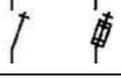
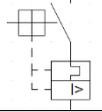
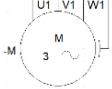
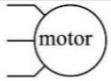
### 2.1.4. Simbología Eléctrica.

La simbología es la representación gráfica normalizada para facilitar la comprensión de cada uno de los componentes de un circuito eléctrico o una instalación eléctrica, con el fin de eliminar ambigüedades. Existen varias normativas estandarizadas de simbología; la Comisión Electrotécnica Internacional (**IEC**)**60617**, Instituto Nacional Estadounidense de estándares (**ANSI**) **Y32.2** y Asociación Española de Normalización-Normas Europeas (**UNE**)- (**EN**) **60617** que regulan los símbolos utilizados en función del contexto técnico y geográfico. (MasterPLC, s.f.)

**Tabla 2**

*Ejemplo de simbología Europea y Americana*

Descripción de los símbolos	Norma Europea (EN) UNE-EN 60617	Norma Americana (ANSI) (ANSI) Y32.2
Contacto de cierre (NA)		
Contacto de apertura (NC)		
Contacto Temporizado a la conexión	 	 
Contacto Temporizado a la desconexión	 	 
Cortacircuitos Fusibles		

Relé de protección		
Bobinas		
Seccionadores		
Disyuntores		
Motores		

**Nota:**Tabla de simbología Europea y Americana utilizada para la fácil comprensión de los componentes en un tablero o instalación eléctrica. Extraído de zmscable, 2022, <https://zmscable.es/calibre-cables-norma-awg/>

**2.1.5. Automatismo Eléctrico**

El automatismo eléctrico se refiere a un sistema de conexiones eléctricas organizadas de manera lógica, ordenada y secuencial, que permite ejecutar órdenes para una función específica sin la necesidad de la intervención humana continua. Este concepto constituye la base de la automatización industrial, debido a que los primeros sistemas automáticos operaban mediante dispositivos eléctricos que respondían a condiciones preestablecidas del proceso. (Lars, 2018)

En la historia de la automatización, la primera manera de automatizar fue el automatismo mecánico, luego el automatismo eléctrico, automatismo neumático e hidráulico y el ultimo es el automatismo con control electrónico (García, 2022)

Según (García, 2022)un automatismo reemplaza la presencia del ser humano en tareas repetitivas como son: escaleras eléctricas, regado automático etc.

Según su esencia estos pueden ser:

- **Mecánicos:** poleas, levas, engranajes helicoidales y mecanismos de transmisión por cadena
- **Hidráulicos:** bombas de presión, actuadores hidráulicos y válvulas.
- **Neumáticos:** uso de aire comprimido, cilindros neumáticos y unidades de tratamiento de aire.
- **Electrónicos:** sensores digitales y analógicos, microcontroladores, interfaces HMI y dispositivos de comunicación serial.
- **Eléctricos:** interruptores magnetotérmicos, temporizadores, contactores auxiliares y fuentes de alimentación reguladas. (Escuela postgrado industrial, 2019)

#### 2.1.6. Estructura y componentes de las instalaciones de automatismos

Según (Espinoza C. C., 2024) no existen empresas a gran escala y nivel industrial que no dispongan de automatización en algunos de sus procesos o sistemas, y para su implementación requiere de elevadas inversiones para permitir la mejora continua. En base a un criterio técnico y económico se formulan las siguientes preguntas; ¿Por qué automatizar?, ¿Dónde automatizar?, ¿Cuándo automatizar? Y ¿Para qué automatizar? Dando como resultado un estudio para la implementación

Espinoza C. C. (2024) define en su estudio sobre automatismos eléctricos industriales, un proceso de instalación eléctrica con automatismos está compuesto por...

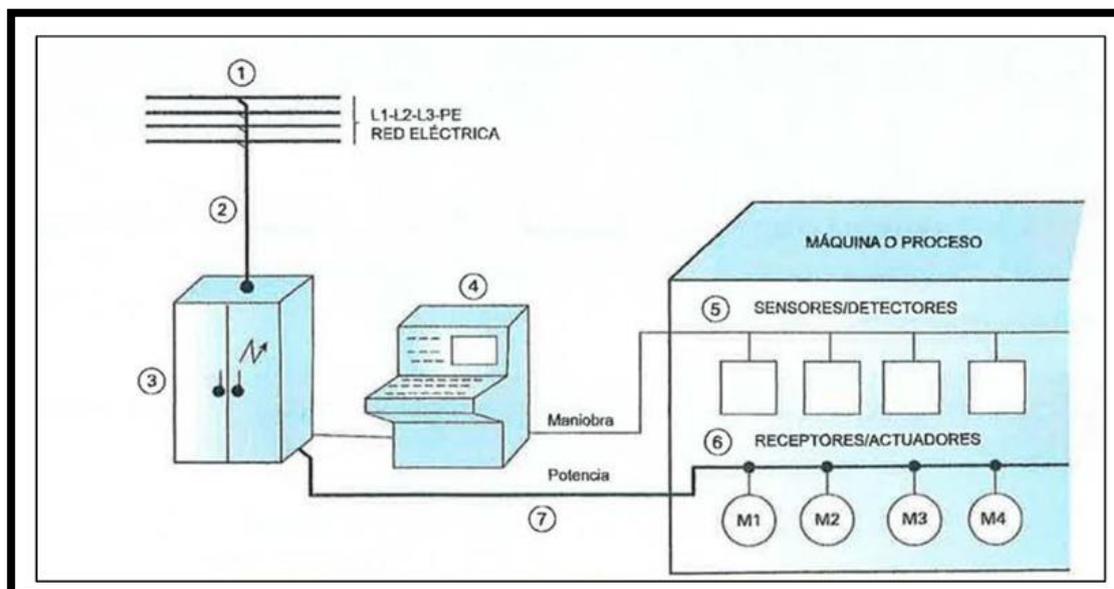
- **1. Red eléctrica:** Es el encargado de llevar la energía eléctrica:
  - a) Sub estación de transformador trifásico. responsable de ajustar los niveles de tensión.
  - b) Sub tableros industriales de distribución. que canalizan la energía hacia diversos circuitos y cargas.

- **2 y 7. Conductores eléctricos:** Son los encargados de llevar la corriente eléctrica de diferentes cantidades de amperaje según el proceso de consumo
- **3. El tipo de voltaje** que se distribuye a la empresa dependerá del transformador: 220V - 3Ø, 380V - 3Ø, y 440V - 3Ø.
- **4. Cuadro general de baja tensión (CGBT),** contienen los dispositivos de protección necesarios para salvaguardar los equipos y mantener la seguridad de la instalación. Circuitos de mando y control: Son los planos básicos para el diseño de los circuitos eléctricos de control industrial.
- **5. Sensores y detectores:** Los sensores son los encargados de captar las variables físicas, y luego pasarlas a variables eléctricas (resistencia, voltajes, corriente, frecuencia...etc.).
- **6. Receptores y actuadores:** Receptor es el encargado de recepcionar la variable, el actuador es el que hace el movimiento según el proceso de señal que le mande el circuito de control. (Espinoza C. C., 2024)

En la siguiente imagen se puede visualizar algunos elementos ya mencionados:

## Figura 1

*Ejemplo de la distribución de componentes en procesos automatizados eléctricos*



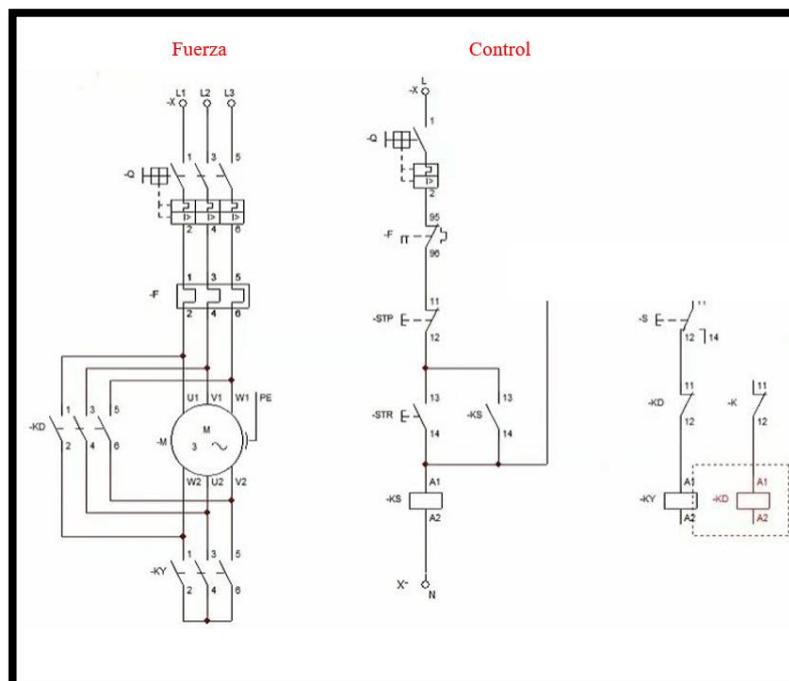
**Nota:** Ejemplo de la distribución de componentes que conforman un proceso de automatización eléctrica en la industria. Extraído de (Espinoza C. C., 2024)

### 2.1.7. Lógica cableada

Se divide en 2 partes: La primera es el circuito de control o mando, que se encarga del control de las acciones que se deseen realizar, y otra llamada circuito de fuerza o potencia, que se encarga de dar el funcionamiento de dispositivos como motores, luminarias o bombas. (García, 2022)

**Figura 2**

*Plano de ejemplo de lógica cableada*



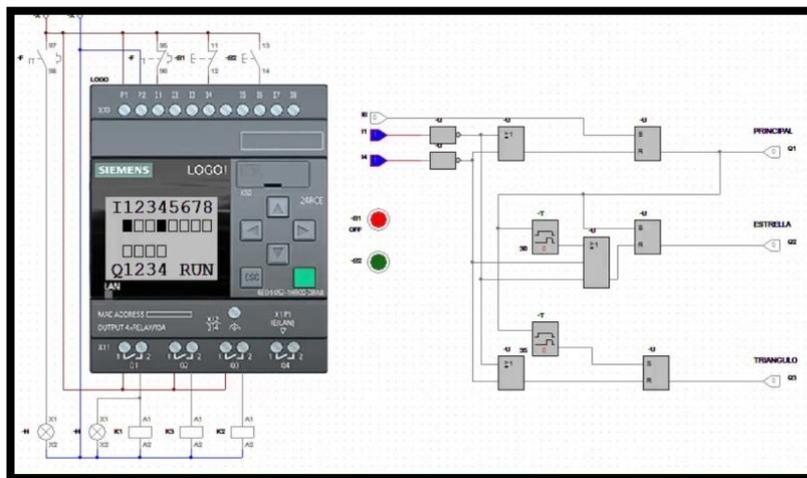
**Nota:** Elaboración de esquemas de fuerza y control de un arranque directo con protecciones en ambas partes. Elaboración propia

### 2.1.8. Lógica programable

Este automatismo utiliza equipos con programas integrados cargados en un dispositivo electrónico, como un PLC, que gestiona valores de entrada como señales, y reduciendo la dependencia de conexiones físicas entre componentes eléctricos. (García, 2022)

**Figura 3**

*Ejemplo de plano de lógica programable*



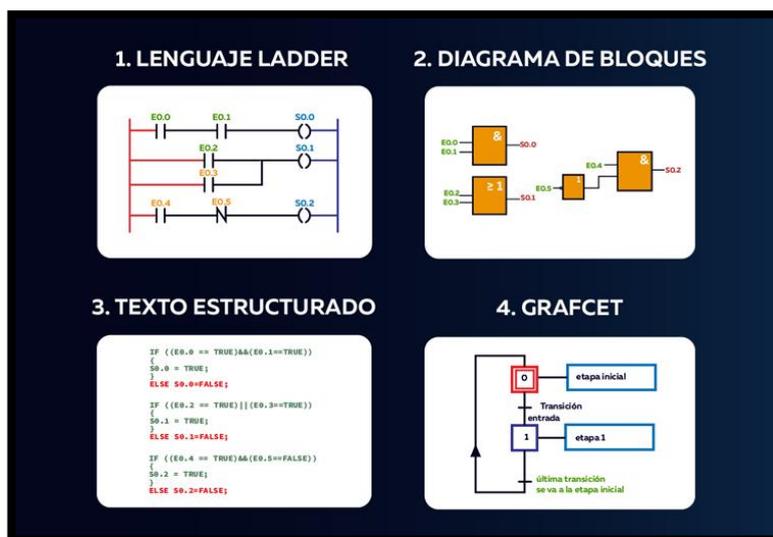
**Nota:** Esquema de control de un proceso automatizado utilizando un plc logo. Elaboración propia

### 2.1.9. Lenguaje de programación.

De manera gráfica en la siguiente figura se muestra los 4 tipos de lenguajes de programación para un PLC. El uso de cada uno, dependerá del programador. La más utilizada en tiempos actuales es el lenguaje LADDER., pero utilizaremos el diagrama de bloques como lenguaje base para la programación de los sistemas auxiliares.

**Figura 4**

*Lenguajes de programación*



**Nota:** Lenguajes de programación mas utilizados pr diferentes marcas como Siemens, Rokwell. Entre otras. Extraído de Ingenierizando, 2023. <https://www.ingenierizando.com/.electronica/receptor-electrico/>

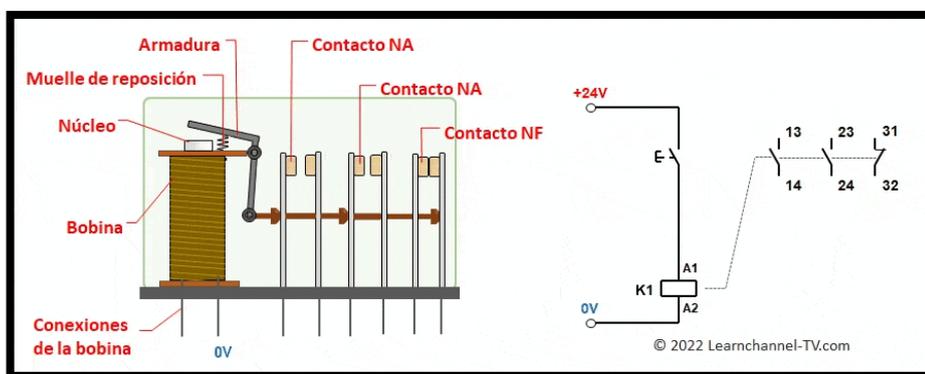
## 2.2. Equipos y elementos básicos de un automatismo

### 2.2.1. Relé

El relé es un dispositivo que por su tamaño y función no deja de ser eficiente a la hora de crear sistemas de automatismo. Realiza la tarea de cortar o abrir el circuito AC al energizar su bobina con corriente DC desempeñando funciones de protección, ajuste automático y conversión de circuito. La elección del tipo de relé dependerá del voltaje de trabajo y cantidad de corriente para determinar el dimensionamiento de lo que se desee controlar. (Learnchannel-TV, 2022)

#### Figura 5

*Esquema interno de un relé y su simbología*



**Nota:**Esquema interno de un relé y sus partes que lo componen además de su simbología y contactos Extraído de LearnchannelTV, 2022, <https://learnchannel-tv.com/es/electroneumatica/rele-como-funciona/>

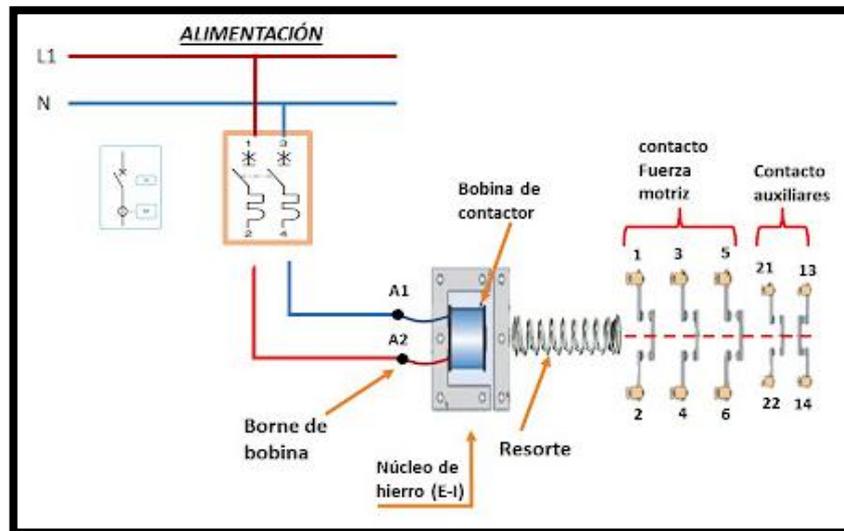
### 2.2.2. Contactor

El contactor es un dispositivo diseñado para abrir y cerrar el circuito de potencia al energizar su bobina, a diferencia del relé, el contactor esta diseñado para trabajar con corrientes

elevadas por ende lo hace óptimo para realizar maniobras industriales con seguridad. (ARG, 2021)

## Figura 6

*Esquema interno y conexión de un contactor*



**Nota:** Esquema interno de un contactor y sus partes que lo componen Extraído de BibliotecaArg, 2021, <https://bibliotecaelectricaarg.blogspot.com/2021/08/CONTACTOR%20%20Que%20es%20y%20como%20funciona.html>

### 2.2.3. Interruptores reguladores y pulsadores

Son aquellos dispositivos que son accionados directamente por el operador para dar paso a la corriente eléctrica, varían en función de voltaje y corriente destacando por su simbología y la aplicación que se desee obtener, algunas de sus definiciones básicas pueden ser: (FácilElectro, 2018)

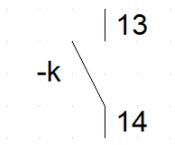
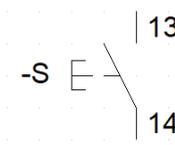
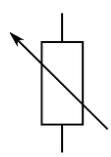
- **Pulsadores** son dispositivos de control de accionamiento manual cuya función basada en su propio nombre indica que operan mediante una pulsación y dada su estructura interna, no conserva la posición de enclavamiento al momento de dejar de hacer presión en él debido a un resorte que trabaja devolviéndolo a su estado original. Se identifican visualmente por medio de colores estándar que varían

dependiendo de la orden o función a las que se les fue asignado siendo el color verde arranque en la mayoría de trabajos y rojo para funciones de paro o emergencia.

- **Interruptores** son dispositivos que permiten no solo interrumpir si no también desviar el paso de la corriente eléctrica del sistema que se desea automatizar.
- **Reguladores** son dispositivos que tienen como función controlar y mantener constante los niveles de corriente eléctrica que se transmite a través de los conductores protegiendo los dispositivos eléctricos sensibles ante anomalías energéticas como caídas de voltaje o fluctuaciones.

**Tabla 3**

*Simbología general de Interruptores, Pulsadores y Reguladores*

Elemento	Simbología
<b>Interruptor</b>	
<b>Pulsador</b>	
<b>Reguladores (Resistencia Variable)</b>	

**Nota:** Simbología general de interruptores u dispositivos utilizados en automatización industrial.

Extraído de BibliotecaArg, 2021, <https://bibliotecaelectricaarg.blogspot.com/2021/08/CONTADOR%20%20Que%20es%20y%20como%20funciona.html>.

También es importante mencionar los tipos de pulsadores

**Tabla 4**

*Tipos de pulsadores*

- **Pulsador de Marcha**
- **Pulsador de paro**
- **Pulsador de paro de emergencia**
- **Interruptor de dos posiciones (basculante, de palanca o rotativo)**
- **Interruptor de tres posiciones**
- **Interruptor de llave**
- **Potenciómetro manual**
- **Interruptor/pulsador de palanca**
- **Pulsador de pedal**

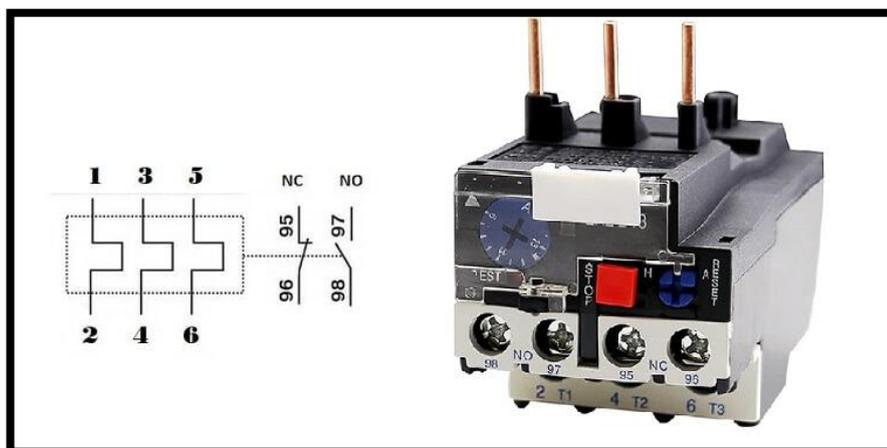
**Nota:** Tipos de pulsadores diseñados para diferentes funciones y usos. Extraído de Learn channel TV, 2022, <https://learnchannel-tv.com/es/electroneumatica/rele-como-funciona/>

#### **2.2.4. Relé térmico**

Es un dispositivo que se utiliza para proteger los equipos como las máquinas eléctricas rotativas(motores) de sobrecarga de corriente, proceso por el cual abre el circuito cuando percibe un valor de temperatura muy por encima de su valor nominal evitando daños al equipo conectado.

**Figura 7**

*Relé térmico*



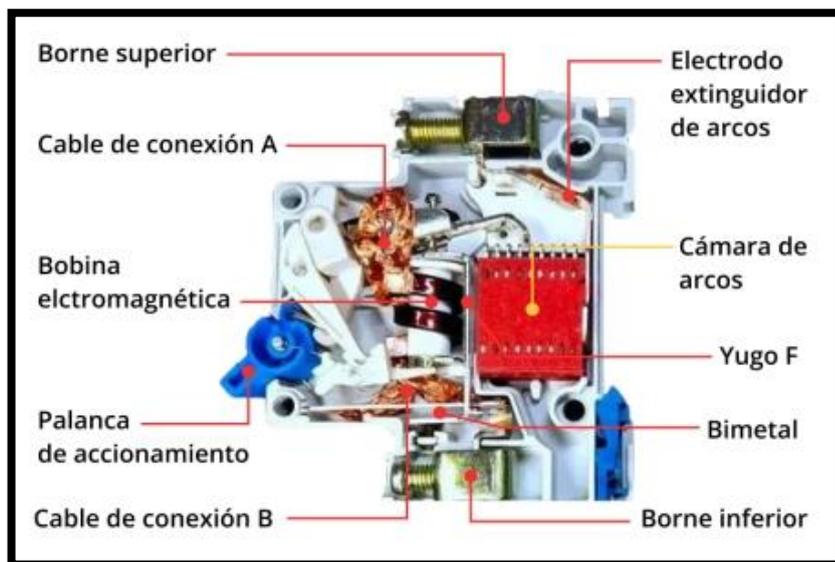
**Nota:** Relé térmico y simbología general de sus contactos. Extraído de LearnchannelTV, 2022, <https://learnchannel-tv.com/es/electroneumatica/rele-como-funciona/>

### **2.2.5. Interruptor termomagnético (Breaker)**

El interruptor termomagnético también conocido como disyuntor o breaker es un dispositivo de protección que opera mediante la dilatación y deformación de un bimetálico, cuando el calor generado supere el valor nominal se produce un efecto joule por una sobrecarga prolongada activando el mecanismo de disparo, abriendo el circuito y protegiendo el equipo. (Electrovera, 2021)

## Figura 8

### *Interruptor magneto térmico*



**Nota:** Esquema interno de un Breaker señalando cada una de sus partes. Extraído de Grupo Navarro, 2023, <https://gruponavarro.pe/blog/el-interruptor-termomagnetico/>.

#### 2.3.5.1. Características de un interruptor termomagnético

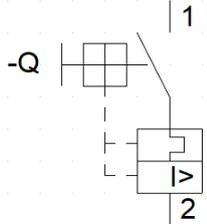
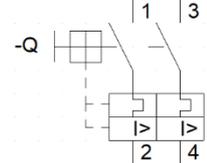
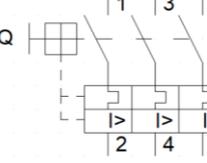
Electrovera.(2024) define algunos parámetros y características relacionado a los interruptores termomagnéticos

- **Número de polos:** Es el número de conductores que puede abrir simultáneamente. Pueden ser unipolares, bipolares, tripolares, tetrapolares.
- **Intensidad nominal:** el valor de corriente que circula por el interruptor bajo condiciones normales de operación. Los calibres estándar son: 6 – 10 – 16 – 20 – 25 – 32 – 40 – 50 – 63 – 80 – 100 y 125A.
- **Tensión nominal:** tensión que va a circular por él en condiciones normales.
- **Poder de corte:** la capacidad máxima de corriente que puede interrumpir el

dispositivo sin sufrir daños, considerando la tensión y frecuencia nominal.

**Tabla 5**

*Breakers (disyuntores)*

Elemento	Función	Simbología
<p><b>Breakers de un polo</b></p>	<p>Usados en circuitos de iluminación y tomacorrientes.</p>	
<p><b>Breakers de dos polos</b></p>	<p>Ideales para electrodomésticos que requieren mayor potencia, como estufas y secadoras.</p>	
<p><b>Breakers de tres polos</b></p>	<p>Utilizados en sistemas trifásicos, adecuados para maquinaria industrial.</p>	

**Nota:** Simbología general multifilar de los breakers de 1 o más polos. Extraído de Electrovera, 2021, <https://www.electrovera.com/noticia/todo-lo-que-necesitas-saber-sobre-breakers-electricos/>.

### 2.2.6. Receptores

Son considerados elementos de salida y su principal función es ejecutar una tarea específica dentro del circuito, dependiendo del tipo de transformación de la energía eléctrica que se le suministra a otro tipo de energía como luz, calor, sonido, movimiento y sonido, varían según el voltaje y corriente de trabajo. Ejemplos comunes incluyen motores, lámparas, resistencias y

zumbadores. (Disetec, 2024)

**Tabla 6**

*Receptores Eléctricos*

Bombillas	Motor eléctrico	Zumbador	Resistor
			
Produce luz	Genera movimiento	Proporciona ruido	Produce calor

**Nota:** Los receptores eléctricos convierten directamente la energía eléctrica en formas útiles como luz, calor o movimiento (ej. motores, lámparas, estufas). Extraído de Tecnología e Informática, 2022, <https://2022tecnologiainformatica10.blogspot.com/2017/07/los-receptores.html>.

### 2.3.6.1 Diodo Emisor de Luz (LED)

Son receptores de iluminación que se utilizan como indicadores visuales de estado para la presencia de tensión, activación de salidas o alarmas. Eficientes por su bajo consumo, larga vida útil y por su amplia gama de colores. (Ingenierizando, 2023)

**Tabla 7**

*Código de colores de los LEDs y sus funciones*

Color		Función	Ejemplo de Utilización
Rojo		Alarma, falla, parada de emergencia	Indicación de una parada de la maquina provocada por algún aparato de protección

Amarillo(ambar)		Advertencia, condición anómala pero no crítica	Alguna magnitud que se aproxime al valor límite establecido.
Verde		Estado normal, funcionamiento correcto	Máquina dispuesta para funcionar
Blanco		Presencia de tensión, encendido general	Elección de velocidad o de sentido de giro de un motor
Azul		Función especial no prevista por los colores anteriores	Selección de sistema externo o alternativo

**Nota:** La tabla presenta los colores más comunes de LEDs y su función principal en sistemas eléctricos y electrónicos. Extraído de Ingeniero marino, 2022, <https://ingenieromarino.com/sistema-de-sentinas-del-buque/>

### 2.3 Controladores Lógicos Programables (PLC)

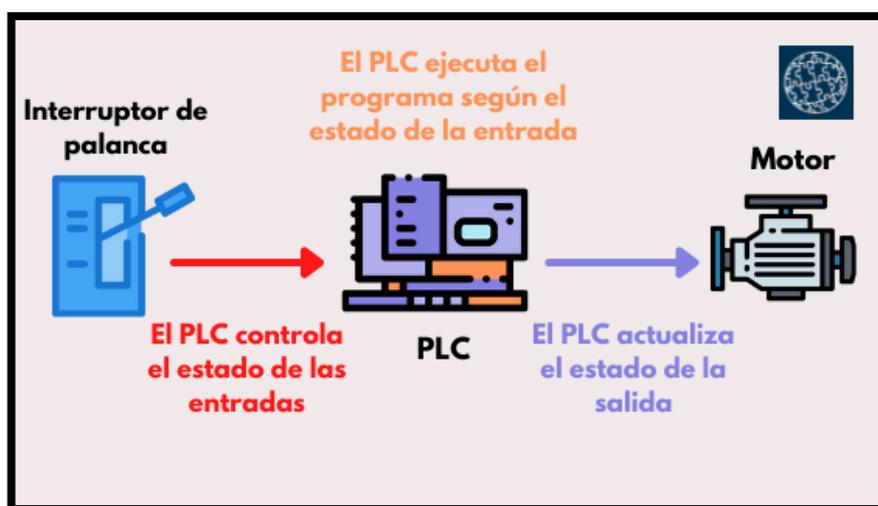
De acuerdo con (Siemens AG, s.f.) un controlador lógico programable (PLC) es un conjunto de elementos y dispositivos integrados que conforman una unidad de control, considerándolo como el cerebro de un sistema automatizado. Son esenciales en sectores como la industria naval, manufactura, energía, transporte y automatización de maquinaria. Su función se basa en el procesamiento digital de las señales de entrada, como pulsadores, sensores o dispositivos de monitoreo, y mediante la ejecución de un programa lógico, genera señales de salida que activan actuadores, receptores u otro tipo de componentes eléctricos, ofreciendo mayor flexibilidad, precisión, seguridad y capacidad de diagnóstico, por ende, se opta por el reemplazo sistemas tradicionales basados en relés y contactores.

(Siemens AG, s.f.) indica que el diseño y dimensionamiento del PLC variará por el tipo de proceso industrial y la cantidad y tipo de señales que reciban las entradas/salidas, abarcando una amplia gama de aplicaciones, por ejemplo:

- Instalaciones de aire acondicionado
- Calefacción y almacenamiento
- Maquinado y retiro de virutas
- Plantas depuradoras de residuos
- Sistemas de seguridad
- Sistemas de tratamientos térmicos
- Procesos de grava, arena y cemento
- Energías Renovables

### Figura 9

*Pasos del funcionamiento de un PLC*



**Nota:** Esquema que muestra ciclo es fundamental para entender cómo el PLC interpreta señales,

ejecuta decisiones lógicas y controla sistemas en tiempo real. Extraído de Sicma21, 2020, <https://www.sicma21.com/que-es-un-plc/>

### 2.3.1. Estructura de un PLC

El PLC surgió como respuesta a la necesidad de modernizar una era industrial, donde casi todo tipo de proceso era compuesto por una lógica cableada compleja, relés, contactores y temporizadores físicos. Varios grupos de ingenieros se vieron en la tarea de buscar evolucionar este tipo de controladores, por ende, se optó por un tipo de arquitectura modular y digital, diseñada para adaptarse a distintos procesos mediante programación lógica flexible.

Su estructura se basa en los componentes mencionados en la tabla 8

**Tabla 8**

*Estructura de un PLC*

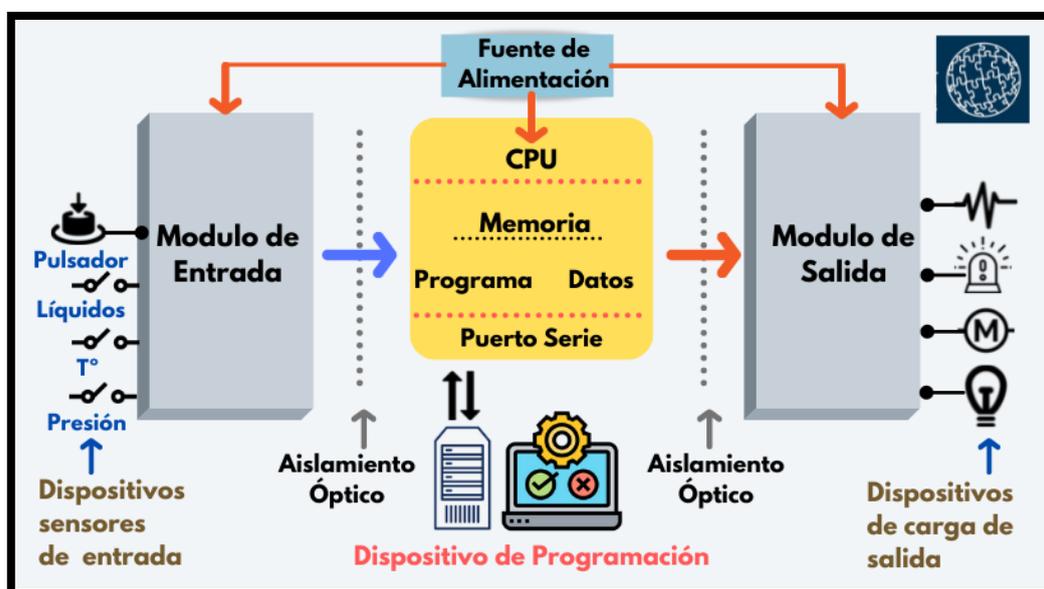
<b>Componente</b>	<b>Función principal</b>
CPU(Unidad Central)	Ejecuta el programa lógico, procesa entradas y genera salidas.
Memoria	Almacena el programa del usuario y datos del proceso.
Módulos de Entrada	Reciben señales del entorno (sensores, pulsadores).
Módulos de Salida	Envían señales a actuadores, relés, motores, indicadores.
Fuente de alimentación	Suministra energía estable a todos los módulos.
Interfaz de programación	Permite cargar, editar y monitorear el programa lógico.
Buses internos	Conectan CPU, memoria y módulos entre sí.

**Nota:** La presente tabla resume los elementos más representativos del sistema, organizados según su función, características técnicas y aplicación didáctica. Extraído de Fabricacionindustrial, 2021, <https://fabricacionindustrial.com/plc-siemens-fundamentos-y-aplicaciones/>

De una mejor manera gráfica de entender la estructura del PLC.

**Figura 10**

*Estructura de un PLC*



**Nota:** El diagrama muestra la estructura básica de un PLC, destacando sus componentes físicos y su función dentro del ciclo de control automático. Extraído de Sicma21, 2021, <https://www.sicma21.com/que-es-un-plc/>

### 2.3.2. Tipos de PLC

Su clasificación permite seleccionar el tipo de PLC más adecuado según el nivel de complejidad del proceso, el entorno operativo y los requisitos de expansión futura.

### 2.3.2.1. Compacto

Un PLC compacto destaca por su configuración “todo para uno” refiriéndose a la integración de todos los elementos esenciales CPU, módulos de entrada/salida, fuente de alimentación, etc, encapsulados en una única caja limitando la expansión modular y haciéndolo práctico para aplicaciones simples con requerimientos de espacio limitado.

#### Figura 11

*PLC compacto*



**Nota:** Se muestra un PLC compacto integra en una sola unidad la CPU, fuente de alimentación y módulos de entrada/salida. Extraído de Electronicboard, 2022. [https://www.electronicboard.es/que-tipos-de-plc-hay-electronica/#1\\_PLC\\_compacto](https://www.electronicboard.es/que-tipos-de-plc-hay-electronica/#1_PLC_compacto)

### 2.3.2.1. Modular

(Siemens AG, s.f.) define al PLC modular como un sistema de automatización que permite el ensamblaje mediante un conjunto de módulos independientes con la finalidad de expandir o personalizar, convirtiéndolo en una respuesta idónea para entornos industriales complejos, ofreciendo la posibilidad de actualización conforme evolucionen las condiciones operativas en el futuro.

## Figura 12

PLC modular



**Nota:** La imagen muestra un PLC modular instalado sobre riel DIN, compuesto por una unidad central (CPU) y varios módulos de entrada/salida conectados lateralmente. Extraído de Electronicboard, 2022. [https://www.electronicboard.es/que-tipos-de-plc-hay-electronicboard/#1\\_PLC\\_compacto](https://www.electronicboard.es/que-tipos-de-plc-hay-electronicboard/#1_PLC_compacto).

### 2.4. Relé Programable

El relé programable es un dispositivo que contribuye a la realización de tareas básicas mediante la implementación de secuencias lógicas configurable. Su función permite la reducción

El LOGO V8 es un módulo lógico inteligente desarrollado por Siemens para la automatización de tareas sencillas y medianas. Según el catálogo oficial de Siemens, se trata de un PLC tipo compacto de tamaño reducido que lo vuelve un elemento versátil y fácil de instalar. Destacando por su función que permite implementar operaciones de control de procesos mediante programación gráfica, (Siemens AG, 2019)

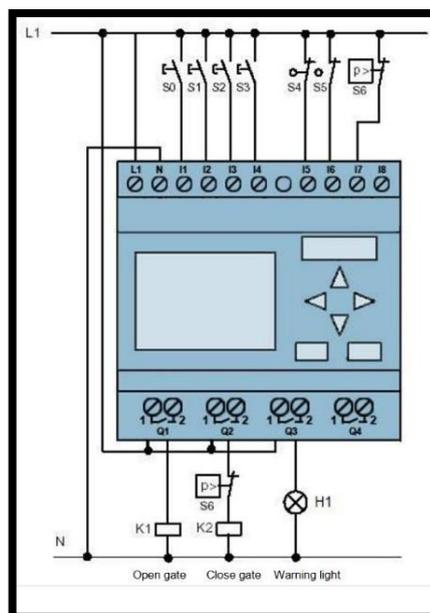
El catálogo oficial de Siemens (Siemens AG, 2019) menciona las siguientes funciones:

- Controles de pulsador en el dispositivo
- Fuente de alimentación

- Conexión por tarjeta micro SD
- Panel de mando
- Display retroiluminado
- Interfaz para colocar módulos de ampliación
- Interfaz para visualizar textos en pantalla
- Interfaz para la conexión a ethernet
- Entradas y salidas de acuerdo al dispositivo conectado al controlador

**Figura 13**

*Esquema Tecnológico*



**Nota:** La imagen presentada ilustra visualmente el concepto técnico descrito, facilitando la comprensión de la estructura, funcionamiento o conexión de los elementos involucrados.

Extraído de Electron icboard, 2022. [https://www.electronicboard.e s/que-tipos-de-plc-hay-electronica/#1\\_PLC\\_compacto](https://www.electronicboard.e s/que-tipos-de-plc-hay-electronica/#1_PLC_compacto).

### 2.4.1. Estructura lógica interna y mapa de entradas/salidas en LOGO! V8

El catálogo de Siemens (Siemens AG, 2019) indica las siguientes conexiones que soporta el LOGO! V8 para crear programas independientemente del número de módulos conectados:

**Entradas digitales (I1–I24):** reciben señales de sensores, pulsadores o contactos externos.

**Entradas analógicas (AI1–AI8):** permiten leer variables como temperatura, nivel o voltaje.

**Salidas digitales (Q1–Q20):** activan actuadores como relés, contactores o luces.

**Salidas analógicas (AQ1–AQ8):** controlan dispositivos proporcionales como variadores o válvulas.

**Marcas internas (M1–M64):** variables auxiliares para lógica de control, como arranque, retroiluminación o mensajes.

- M8: marca de arranque.
- M25: marca de retroiluminación (display integrado al PLC LOGO!), blanca.
- M26: marca de retroiluminación: LOGO! TDE blanco
- M27: marca del juego de caracteres para textos de mensajes
- M28: marca de retroiluminación: display integrado en el LOGO!, ámbar
- M29: marca de retroiluminación: display integrado en el LOGOI, roja
- M30: marca de retroiluminación: LOGO! TDE ámbar
- M31: marca de retroiluminación: LOGO! TDE rojo

**Bloques de marcas analógicas:** AM1 a AM64 para el almacenamiento de datos analógicos.

**Bits de registro de desplazamiento:** S1.1 a 54.8 (32 bits de registro de desplazamiento)

**4 teclas de cursor**

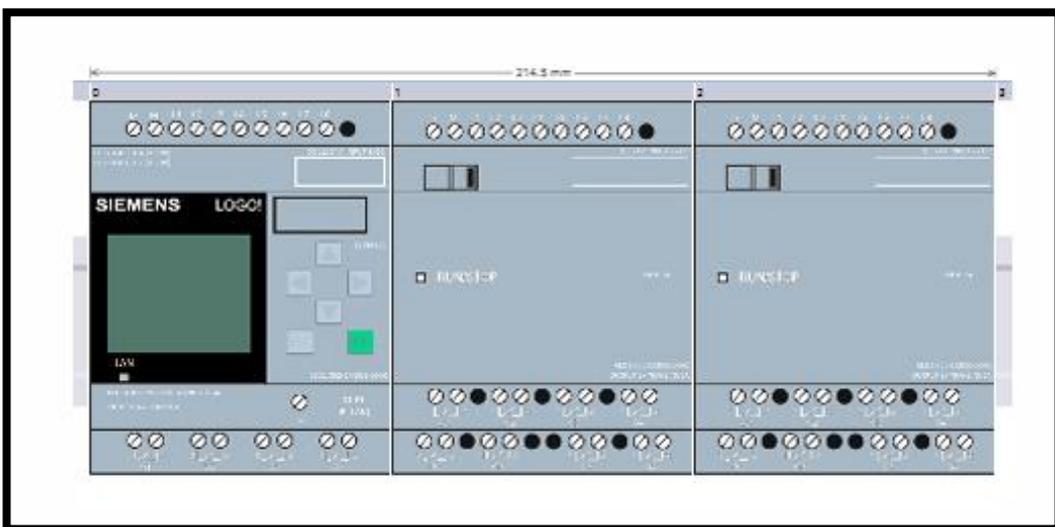
**Salidas no conectadas:** X1 a X64

**Pantalla retroiluminada y panel de mando:** para visualización de textos, variables y navegación local.

**Tarjeta micro SD:** para guardar programas, respaldos y sincronización de datos.

#### **Figura 14**

*PLC logo v8 con módulos de expansión*



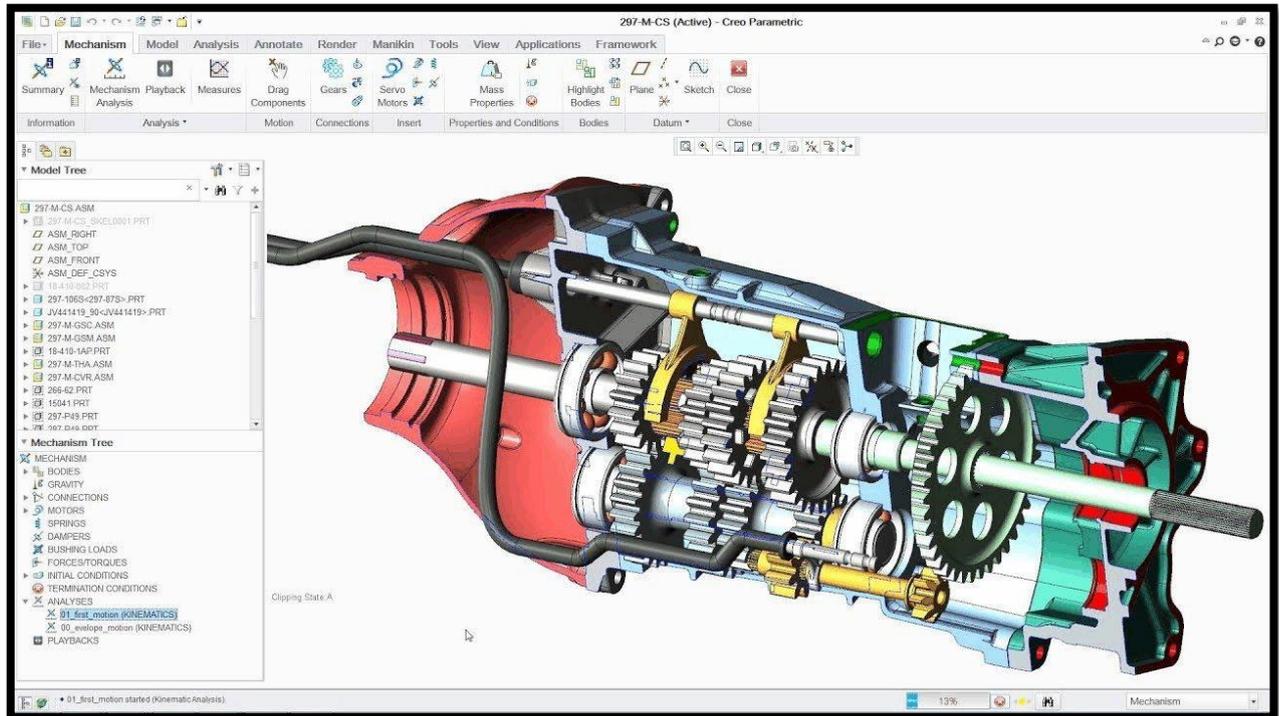
**Nota:** La imagen muestra un PLC LOGO V8 de Siemens con módulos de expansión conectados lateralmente sobre riel DIN. Extraído de Catálogo Siemens, 2019. <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:3ebdbea1-16bd-48ef-98a7-7d1bcbab94dc/logo8basicointermedio.pdf>.

### **2.5. Software de programación**

El software es la parte lógica de un sistema informático que permite ejecutar tareas específicas mediante conjuntos de instrucciones organizadas. Su propósito es controlar dispositivos, gestionar procesos técnicos y facilitar la interacción entre el usuario y el sistema. Existen distintos tipos de software que cumplen funciones concretas, como el diseño tridimensional y la simulación de automatismos. (García, 2022)

**Figura 15**

*Caja de cambios modelada por el Software Solidworks*



**Nota:** La imagen muestra una caja de cambios modelada mediante el software SolidWorks.

Extraído de, (Páez Pazmiño, 2020)

## **Capítulo III Cálculo y diseño del módulo didáctico**

### **3.1. Objetivo del diseño modulo didáctico.**

El módulo didáctico tiene como finalidad brindar una herramienta práctica para simular y enseñar automatismos eléctricos navales, integrando conceptos de electricidad, cableado y programación con LOGO V8.

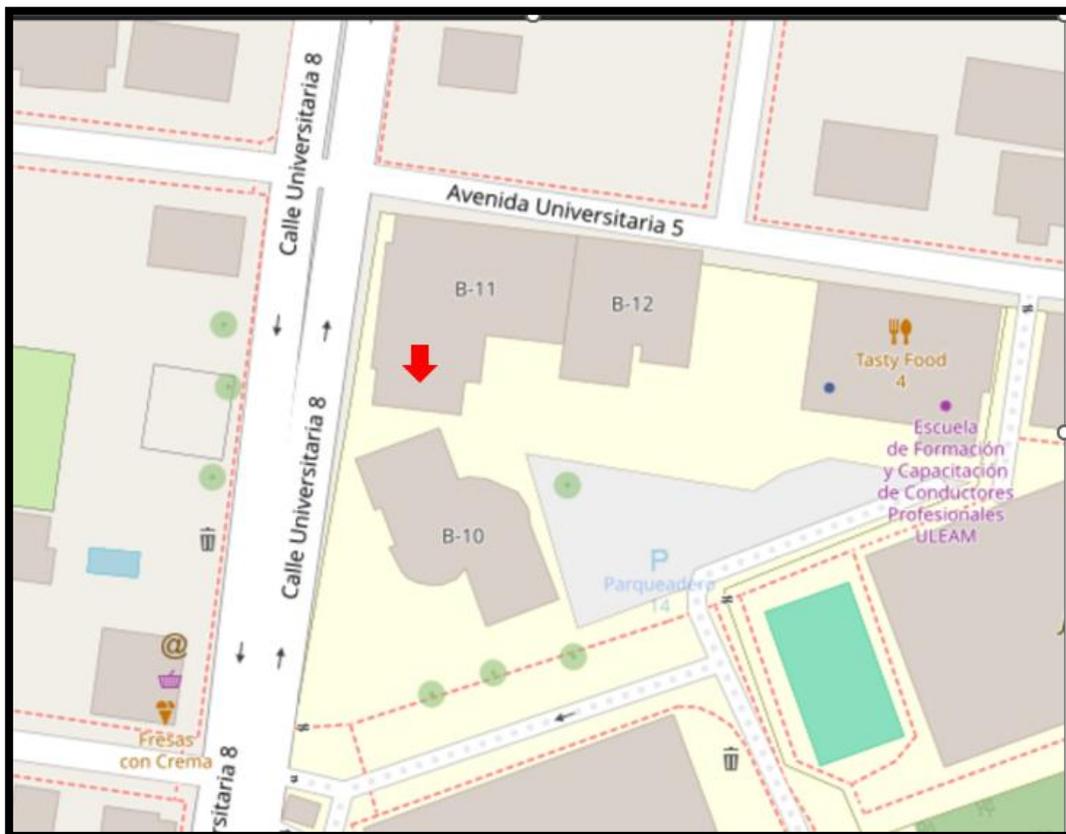
Tras la elaboración del diseño se plantean los siguientes logros:

- Facilitar el aprendizaje de automatismos navales mediante simulación realista.
- Integrar simbología eléctrica, cableado físico y programación lógica.
- Evaluar habilidades en instalación, diseño y resolución de fallas.

Ubicación exacta del lugar de implementación del módulo detallada en el croquis:

**Figura 16**

*Ubicación de la facultad de Ingeniería Marítima*



**Nota:** La imagen muestra la ubicación física de la Facultad de Ingeniería Marítima, perteneciente a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM). Figura Propia.

Para la elaboración del diseño del tablero se elaboró una investigación de campo a varias embarcaciones y se tomó como referencia real la función de los sistemas auxiliares que se desea simular.

### **3.2. Sistemas auxiliares de embarcaciones**

Las embarcaciones, además de los sistemas principales de propulsión y navegación, dependen de una serie de sistemas auxiliares que garantizan condiciones seguras, funcionales y eficientes durante la operación marítima. Esta definición se utiliza para referirse a otros

mecanismos igualmente importantes. Estos sistemas abarcan áreas clave como bombeo de fluidos, ventilación forzada, sistemas de alarma, iluminación, refrigeración, control de temperatura y monitoreo de condiciones internas. (Espinoza R. V., 2020)

### **Figura 17**

*Mesa de control*



**Nota** La figura muestra una consola ubicada en el control room (sala de control) centralizada instalada en la cabina de mando de una embarcación pesquera, Figura Propia.

**Control Room** es una habitación equipada con tecnología avanzada que permite a los operadores monitorear procesos, recibir alertas, tomar decisiones rápidas y coordinar respuestas ante eventos o emergencias. Su diseño integra pantallas, software de supervisión, consolas de comunicación y sistemas de respaldo energético (Páez Pazmiño, 2020)

#### **3.2.1. Sistema de nivel de tanque de combustible**

Se denomina sistema de niveles del tanque de combustible al conjunto de dispositivos, señales y lógicas de control encargados de monitorear en tiempo real el volumen de combustible en un depósito. (Espinoza C. C., 2024)

Un sistema típico incluye:

Transmisores de nivel, comparadores y bloques lógicos para distinguir rangos predefinidos (bajo, normal, alto), y actuadores (bombas, válvulas, alarmas) que garantizan la provisión óptima, evitan el sobrellenado y la operación en vacío.

### **Figura 18**

*Ejemplo de llenado de combustible*



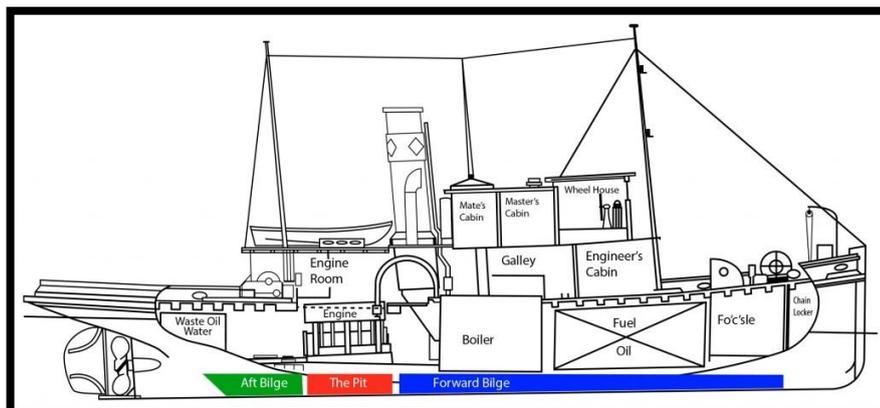
**Fuente:** Figura propia

### **3.2.2. Sistema de alto nivel de sentinas**

La sentina es el lugar más profundo del interior de una embarcación e inmediatamente superior a la quilla, la cual es la pieza que se utiliza para asentar el armazón. Su objetivo es evitar la contaminación al acumular en su gran mayoría líquidos formados por residuos procedentes del agua de mar, aguas para limpieza, combustibles y aceites generados por el buque durante sus propias operaciones de navegación, reparación y mantenimiento, por eso está calificado como residuo peligroso según CER (clasificación Estadística de Residuos). (ingeniero marino, 2022)

## Figura 19

*Ejemplo de ubicación de la Sentina*



**Nota:** La imagen muestra la ubicación típica de la sentina en una embarcación, situada en el punto más bajo del casco, Extraído de, Ingeniero Marino, 2022, <https://ingenieromarino.com/sistema-de-sentinas-del-buque/>

Un sistema típico incluye:

- **Sensores de nivel** que detectan la acumulación de líquidos en la sentina.
- **Bombas de achique** encargadas de extraer el contenido hacia el separador.
- **Cámaras de separación** donde se realiza la separación del aceite y el agua mediante procesos físicos.
- **Alarmas de contenido oleoso** que se activan cuando los niveles de aceite exceden el límite permitido (normalmente 15 ppm). (ingeniero marino, 2022)

**Figura 20**

*Esquema de control de alarma de sentina*



**Nota:** La figura representa un esquema de control de alarma de sentina, donde sensores de nivel detectan la acumulación de líquidos en la parte baja del casco. Figura propia.

### 3.2.3. Sistema estabilizador de giro de pala dinámica.

El estabilizador de giro de palas es un sistema que ajusta el giro de las palas móviles instaladas bajo la línea de flotación según la magnitud y frecuencia del movimiento del buque, también conocidas como fins o aletas estabilizadoras. El sistema incluye sensores de aceleración, giroscopios, actuadores rotativos y controladores programables. (Espinoza R. V., 2020)

**Figura 21**

*Tablero de control del sistema de Rotación de palas*



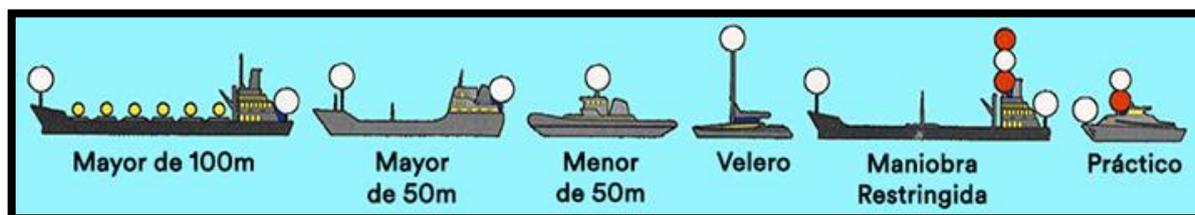
**Nota:** La imagen muestra un sistema estabilizador de giro de pala dinámica, diseñado para mantener el ángulo de ataque de la pala, izquierda babor(rojo), Derecha estribor(Verde). Figura propia.

### 3.2.4. Sistemas de alarmas de falla de luces de navegación

Este sistema de control permite detectar automáticamente la pérdida de funcionamiento de las luces reglamentarias de una embarcación (proa, popa, babor, estribor, tope, fondeo), activando una señal visual y/o sonora para alertar a la tripulación. La falla de una luz puede comprometer la interpretación visual por parte de otras embarcaciones durante maniobras como atraque, desatraque, viraje, fondeo o navegación en canales angostos u operaciones nocturnas, por lo que la detección temprana y la respuesta inmediata son críticas (Garcia, 2016)

**Figura 22**

*Luces de Navegación*



**Nota:** La figura muestra la ubicación de las luces de navegación en función de la longitud de la embarcación Extraído de Instituto superior de Navegación, 2024, <https://www.isndf.com.ar/reglamento-internacional-para-prevenir-abordajes-ii/>.

### 3.2. Cálculo y selección de componentes eléctricos y electrónicos.

Se optó por integrar el controlador programable LOGO 230RC, debido a su capacidad para manejar entradas digitales, realizar funciones temporizadas y lógicas condicionales. De igual manera, se incorporó la pantalla LOGO TDE, la cual permite visualizar en tiempo real el estado

de entradas y salidas del funcionamiento simulado. Esta combinación de elementos fue seleccionada por su compatibilidad y facilidad de programación con LOGO **Soft Comfort**, destacando por su versatilidad para aplicaciones didácticas en automatismos navales.

### Figura 23

*Logo 230 RC*



**Nota:** La imagen muestra el módulo lógico programable Siemens LOGO! 230 RC, diseñado para tareas de automatización compactas. Extraído de Catálogo Siemens, 2019. <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:3ebdbea1-16bd-48ef-98a7-7d1bcbab94dc/logo8basicointermedio>.

**Figura 24**

*Pantalla TDE Siemens*



**Nota:** La imagen muestra la pantalla TDE Siemens LOGO, utilizada como interfaz externa para monitoreo y operación de sistemas automatizados. Extraído de Catálogo Siemens, 2019. <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:3ebdbea1-16bd-48ef-98a7-7d1bcbab94dc/logo8basicointermedio>.

### 3.2.1. Cálculo de demanda eléctrica.

El cálculo de demanda eléctrica permite dimensionar adecuadamente los conductores y sistemas de protección del módulo, según el consumo estimado de cada componente. Para la simulación de los sistemas se plantearon los siguientes elementos para el tablero.

**Tabla 9**

*Componentes y estimación de consumo*

Dispositivo	Tensión nominal	Cantidad	Consumo estimado c/u en W	Consumo total aproximado
PLC LOGO! V8.4 230 RC	220V (DC)	1	3.5W	3.5W

Pantalla LOGO! TDE.	24 V (DC)	1	2.5W	2.5W
Relés Temporizados	220V (DC)	2	1W	2W
Finales de Carrera	220 V (DC)	2	0.5W	1W
Contactores	220 V (AC)	2	5W	10W
Pulsadores NA/NC	220 V (DC)	4	0.3W	1.2W
Lámparas incandescentes o LEDS	220 V (AC)	4	7W	28W
Baliza sonora tricolor	220 V(AC)	1	5-7W	6W

Total, de Consumo 220V: **52 W**

Total, de Consumo 24V: **2.5 W**

Aplicando margen de seguridad de (x1.5)

220V: **75W**

24V: **4w**

Este cálculo sirve de base para la selección de conductores adecuados (AWG) por línea y el dimensionamiento de protección eléctrica (breaker para AC, fusibles o interruptores para DC).

### 3.2.2. Selección de los conductores

Para la selección utilizaremos la fórmula de corriente eléctrica para para transformar el total de los valores de potencia(W) de los consumos 220V y 24V a corriente en amperios(A). Así podremos seleccionar el calibre del cable al utilizar la tabla de calibres normalizados AWG.

#### Ecuación 1

*Formula de Corriente eléctrica*

$$I = \frac{P}{V}$$

Donde:

- I = corriente en amperios (A)
- P = potencia en vatios (W)
- V = tensión en voltios (V)

**Tabla 10**

*Tabla de conversión para amperios*

Tensión	Potencia	Amperios	Numero de Calibre AWG
24 V	4 W	0.16 A	AWG 18
220 V	75 W	0.34 A	AWG 12

Se seleccionó cable para el circuito de control 24V 18 AWG THHN con aislamiento termoplástico, para minimizar interferencias en señales de bajo voltaje, ideal para nuestra fuente de la logo TDE.

Para alimentación de cargas 220V, se empleó cable de potencia 12 AWG THHN, con aislamiento termoplástico resistente a 90°C.

Desde el punto de vista técnico, los cálculos de demanda eléctrica corrigieron las corrientes máximas esperadas a aproximadamente 0.16A en 24v y 0.34A en 220v, incluyendo un factor de seguridad del 1.5.

Estos valores permitirían el uso de calibres menores según la tabla de la Figura1 (AWG 20 para señal y AWG 16 para potencia), pero se optó por calibres de mayor tamaño por los siguientes motivos:

- Robustez y resistencia mecánica
- Distinguir visualmente funciones (alimentación vs señal)
- Estéticamente equilibrados con el tamaño y distribución física del módulo
- Con margen suficiente para futuras ampliaciones o sobrecargas breves

### 3.2.3. Cálculo de protecciones eléctricas

Para la protección del tablero se utilizarán breakers de marca siemens que no superen la capacidad térmica del conductor, ni debe ser tan ajustado que dispare por corriente de operación.

**Tabla 11**

*Especificaciones para selección de breaker*

Cable	Amperios	Capacidad térmica del conductor	Especificaciones para escoger el breaker adecuado.
AWG 18 THHN	0.16 A	7 A	Menor a 7 A
AWG 12 THHN	0.34 A	15 A	Menor a 15 A
Alimentación tablero 220v trifásica	0.65 A	32 A	Menor a 32 A tripolar

#### 3.3.3.1. Selección de breaker

El breaker seleccionado para la protección del circuito de señal y control es un breaker Siemens de **4 amperios, 2 polos**, curva C, diseñado para montaje en riel DIN. Este modelo se encuentra disponible en el catálogo técnico oficial de Siemens, bajo la referencia **5SL4204-7**.

## Figura 25

*Breaker de 4 amperios 2 polos Siemens*



**Nota:** La imagen muestra un breaker Siemens de 4 amperios y 2 polos, diseñado para proteger circuitos bifásicos contra sobrecargas y cortocircuitos. Extraído de Catálogo Siemens, 2019.

[https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:3ebddea1-16bd-48ef-98a7-](https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:3ebddea1-16bd-48ef-98a7-7d1bcbab94dc/logo8basicointermedio)

[7d1bcbab94dc/logo8basicointermedio](https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:3ebddea1-16bd-48ef-98a7-7d1bcbab94dc/logo8basicointermedio).

La ficha técnica del breaker seleccionado se incluye en el Anexo 1

El breaker para la protección del circuito de potencia L1 Y L2 es el Siemens modelo **5SY4310-7**, de **10 amperios, 3 polos**, curva C, con capacidad de interrupción de 10 kA y montaje en riel DIN. Disponible en el catálogo de siemens.

## Figura 26

*Breaker de 10 Amperios 3 polos Siemens*



**Nota:** La imagen muestra un breaker Siemens de 10 amperios y 3 polos, diseñado para proteger circuitos trifásicos en sistemas industriales o auxiliares. Extraído de Catálogo Siemens, 2019.

<https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:3ebd4e1-16bd-48ef-98a77d1bcbab94dc>

/logo8basicointermedio.

La ficha técnica del breaker seleccionado se incluye en el Anexo 2.

Por último, como protección general del módulo es el Breaker Siemens modelo **5SY4325-7**, de, **25 amperios 3 polos, curva C**, con capacidad de interrupción de 10 kA y montaje en riel DIN.

## Figura 27

*Breaker de 25 Amperios 3 polos siemens*



**Nota:** La imagen muestra un breaker Siemens de 25 amperios y 3 polos, diseñado para proteger circuitos trifásicos en sistemas industriales o auxiliares. Extraído de Catálogo Siemens, 2019. <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:3ebdbea1-16bd-48ef-98a77d1bcba b94dc /logo8basicointermedio>.

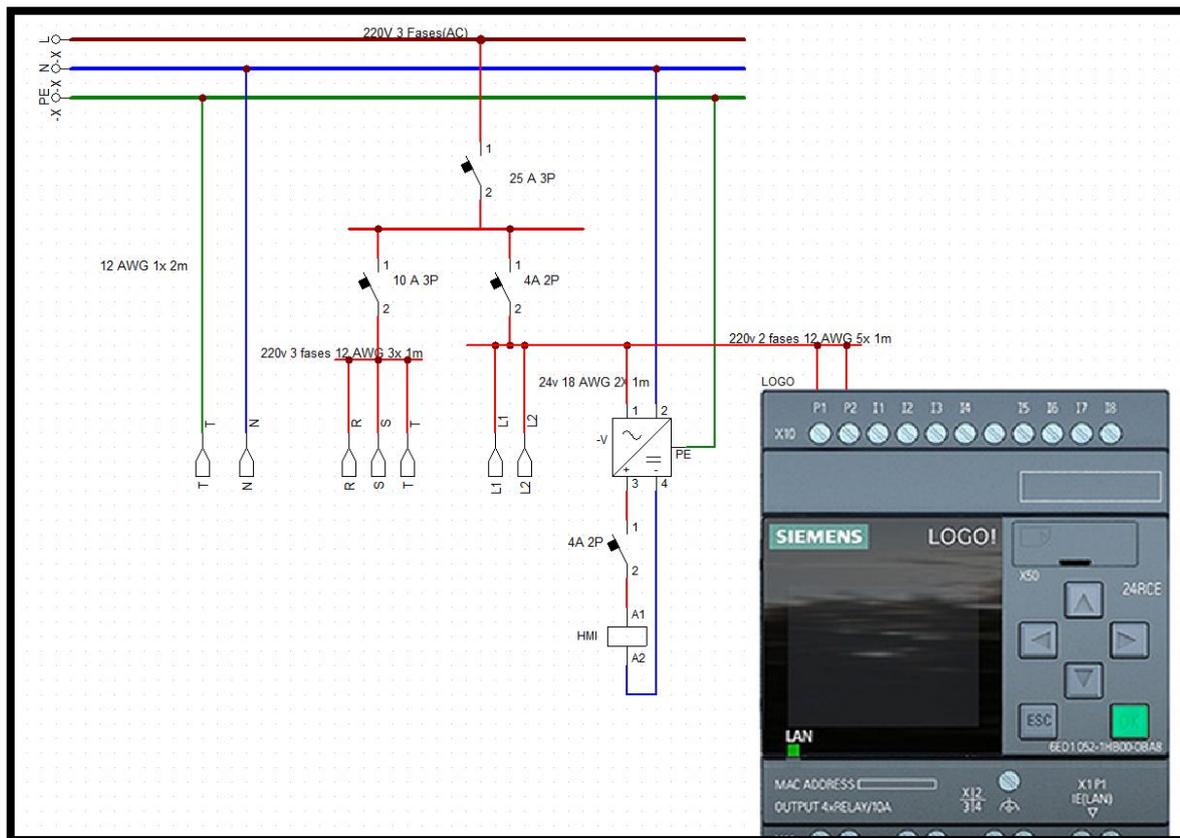
La ficha técnica del breaker seleccionado se incluye en el Anexo 3

### 3.3. Esquema eléctrico del Tablero

Utilizando el software Cade Simu se puede dibujar el esquema eléctrico del tablero implementando las protecciones y calibres de cable ya calculados.

**Figura 28**

*Esquema Eléctrico tablero*



**Nota:** La imagen representa el esquema eléctrico de un tablero de control, detallando la disposición de componentes como protecciones, Figura Propia.

### 3.4 Diseño del tablero

El diseño físico del módulo didáctico fue elaborado mediante el software Solidworks, la integración de esta herramienta permitió anticipar ajustes, validar la ergonomía del montaje y generar planos técnicos para el ensamblaje físico posterior.

El módulo didáctico fue diseñado con dimensiones externas de **80 cm** de alto, **60 cm** de ancho, y **20 cm** de profundidad. Analizando los siguientes factores para su diseño:

- Cantidad y tipo de componentes (PLC, relés, fuente, borneras, etc.).

- Distribución funcional (zonas de entrada, control, salida).
- Accesibilidad didáctica (visibilidad, ergonomía, espacio para etiquetas).
- Espacio para canaletas y cableado ordenado.
- Posibilidad de ampliación (dejando espacio libre en rieles y barras).

### **Figura 29**

*Diseño Soldiworks del tablero 80\*60\*20 cm*

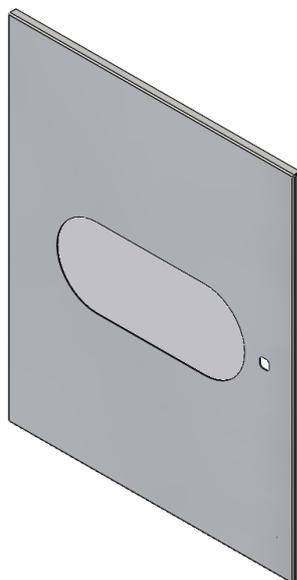


**Nota:** Figura propia.

Para el diseño de la tapa se plantea un orificio frontal en la tapa, cubierto con acrílico transparente, que permite visualizar el accionamiento de los componentes durante la simulación, fortaleciendo la comprensión operativa y el análisis didáctico.

### Figura 30

Tapa de tablero con orificio frontal



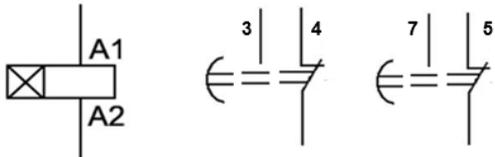
Nota: Figura propia

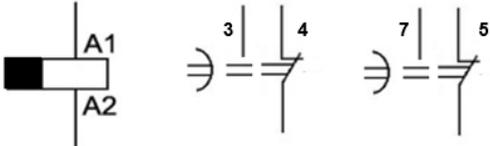
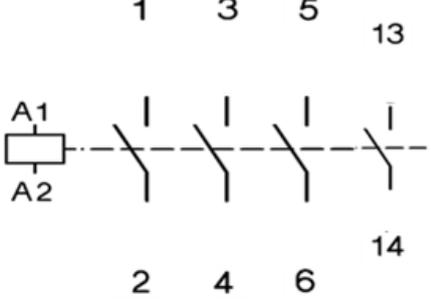
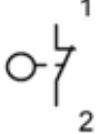
### 3.5. Simbología

La simbología que se utilizará referencia esquemática del tablero será la UNE- EN 60617(Asociación Española de Normalización-Normas Europeas) especificada en el marco teórico.

Tabla 12

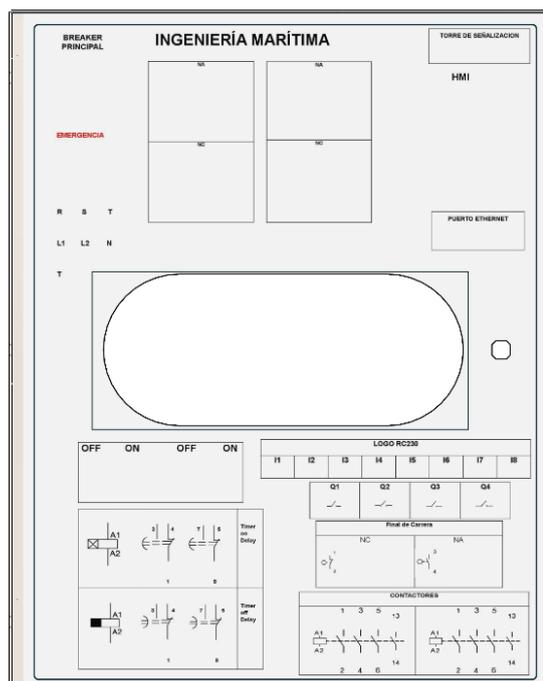
Tabla de simbología del tablero

Elemento	Simbología
Relé Temporizado a la conexión	

<p>Relé Temporizado a la desconexión</p>	
<p>Contactor</p>	
<p>Contactos de Salida del LOGO</p>	<p><b>Q1</b></p> 
<p>Finales de carrera</p>	

**Figura 31**

*Tapa del módulo con la simbología*



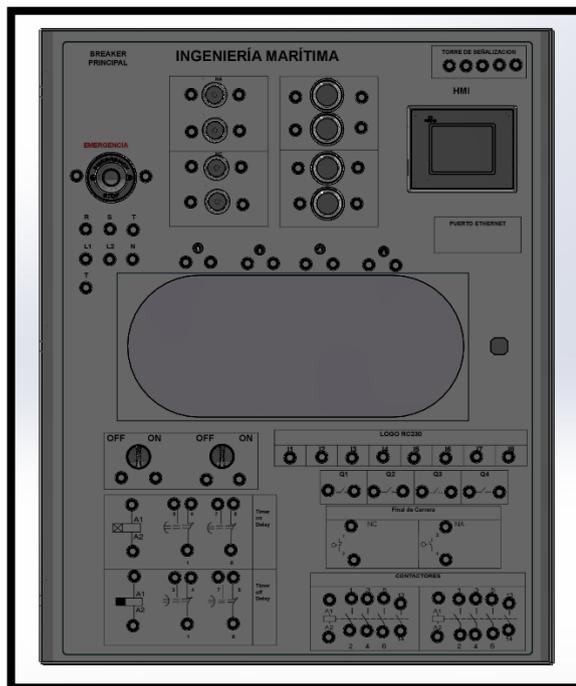
**Nota:** Figura propia

### 3.6. Modelado físico del tablero en SolidWorks

Mediante el software SolidWorks es posible modelar en detalle el acabado final del tablero eléctrico, integrando tanto los aspectos geométricos como los estéticos del diseño. Se aproxima con precisión al resultado físico final del módulo ensamblado.

**Figura 32**

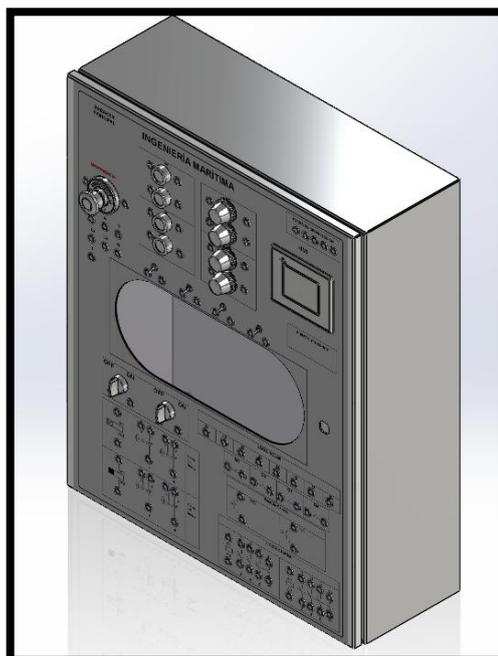
*Ensamblaje total de la tapa*



**Nota:** Diseño de la tapa. Figura propia.

**Figura 33**

*Vista Isométrica del tablero*



**Nota:** Figura Propia

## Capítulo IV: Manual de uso del tablero

Este capítulo está orientado a estudiantes, docentes y técnicos que deseen interactuar con el módulo en entornos académicos o de formación profesional.

El presente manual tiene como finalidad guiar al usuario en el uso y operación del tablero didáctico diseñado para la simulación de sistemas auxiliares en embarcaciones, utilizando un PLC LOGO como unidad de control central.

### Figura 34

*Tablero Para simular sistemas auxiliares mediante un plc logo*



**Nota:** Figura Propia

**Figura 35**

*Elementos internos del tablero*



**Nota:** Figura Propia

#### **4.1. Objetivos del Manual:**

- Facilitar la comprensión funcional del tablero, sus componentes y su lógica de operación.
- Establecer procedimientos seguros de conexión, encendido y simulación.

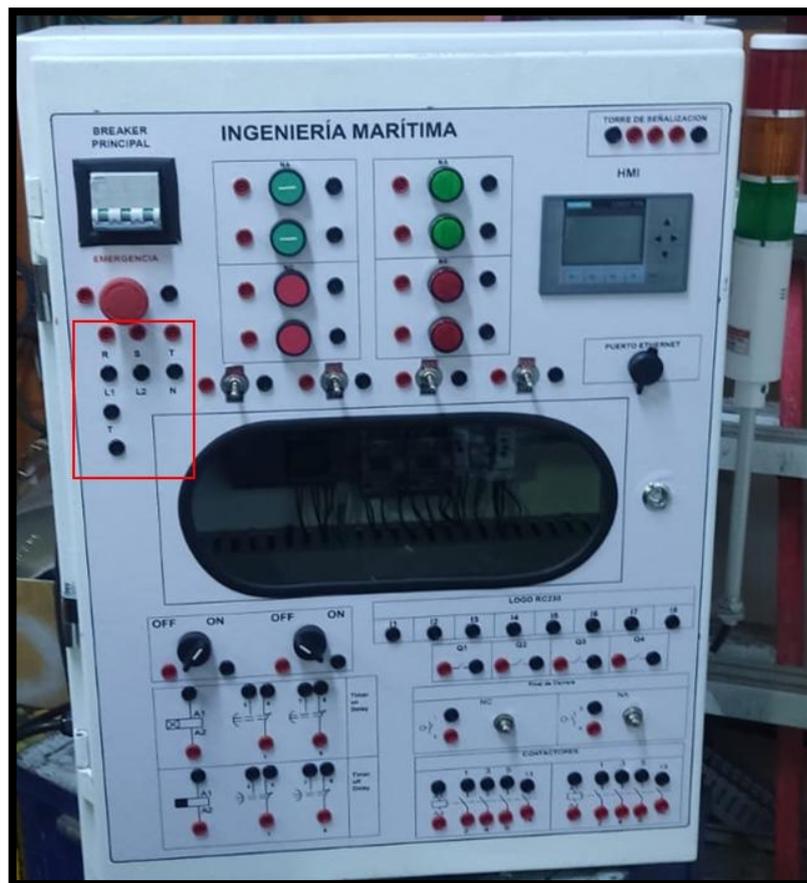
- Promover el uso pedagógico del módulo, como herramienta de enseñanza en automatización naval e industrial.
- Documentar el diseño técnico del sistema, permitiendo su réplica, mejora o adaptación en futuros proyectos.

## 4.2. Alimentación y Distribución

El tablero didáctico cuenta con un sistema de alimentación diseñado para simular condiciones reales de operación, permitiendo el manejo de señales de fuerza y control desde una fuente común, pero con rutas diferenciadas y protegidas.

**Figura 36**

*Ubicación de la Alimentación en el tablero*



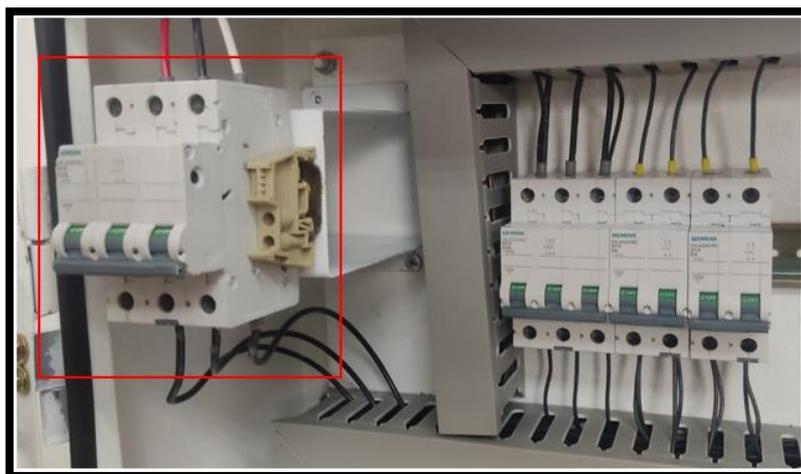
**Nota:** Figura Propia

#### 4.2.1. Derivación para Fuerza.

Se ha instalado un interruptor termomagnético ya calculado en el capítulo 3, de **25A, 3 polos (3P)** como protección principal del sistema. Este breaker recibe alimentación trifásica y distribuye tres líneas de salida:

**Figura 37**

*Breaker 25A del tablero*



**Nota:** Figura Propia.

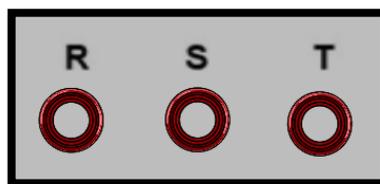
R (Línea 1)

S (Línea 2)

T (Línea 3)

## Figura 38

*Alimentación Fuerza del tablero*



**Nota:** Figura Propia

**Importante:** Estas líneas están disponibles como salida de fuerza para alimentar motores u otros dispositivos de alto consumo. Se recomienda utilizar únicamente para los contactos de fuerza del contactor.

Se puede alimentar motores de hasta aproximadamente **2.5 HP**.

**PRECAUCIÓN:** Retirar un Jack banana macho con carga activa, puede generar un arco eléctrico que dañe al conector y cause lesiones al operador.

### 4.2.2. Derivación para control

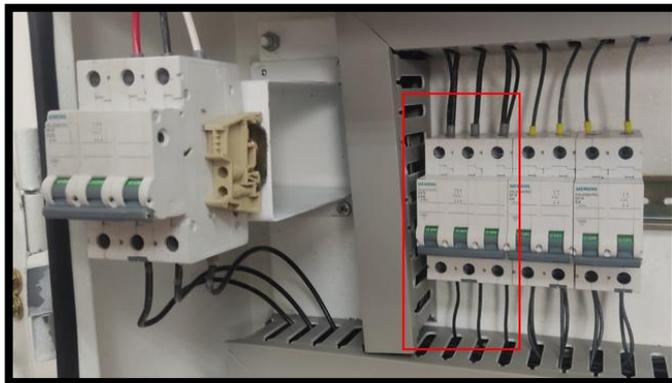
Del conjunto trifásico, se hace puente las líneas **R** y **T** para conformar una alimentación bifásica de 220V AC. Fueron hechas exclusivamente para alimentar sistema de control del tablero, como bobinas de contactores, luces, relés y también servirá para alimentar la baliza.

El lado y el lado 220v de la fuente, estarán protegidos por un interruptor termomagnético de **10A 3polos**.

Los breakers bifásicos de 4A protegen la pantalla y todo el sistema de 24V.

### Figura 39

*Ubicación Breaker 10 A*



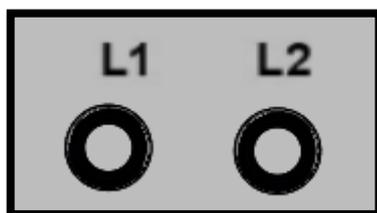
**Nota:** Figura Propia.

R = L1 Para energizar.

T = L2 Para cerrar el circuito.

### Figura 40

*L1 y L2 en el tablero*

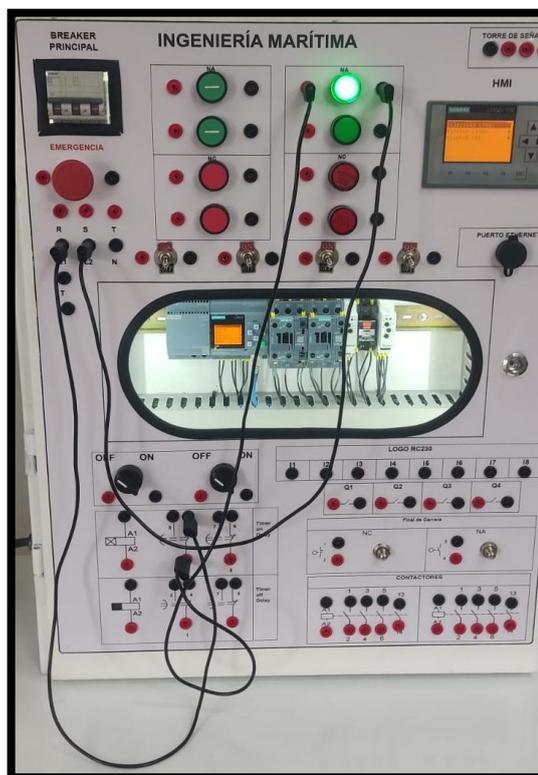


**Nota:** Figura Propia

Se conecta L1 para alimentar la entrada de un pulsador o cualquier elemento conmutable del tablero, la salida debe ir a un elemento que sirva como carga para no crear un corto circuito al cerrar el sistema, como se muestra en la figura.

**Figura 41**

*Ejemplo conexión simple*



**Fuente:** Figura Propia.

**PRECAUCIÓN:** Retirar un Jack banana macho con carga activa, puede generar un arco eléctrico que dañe al conector y cause lesiones al operador.

### 4.2.3 Neutro

El neutro llega al tablero por diseño del sistema de distribución, pero no se utiliza funcionalmente. ya que todas las cargas operan a 220V entre fases. Esta decisión técnica evita la mezcla de tensiones y simplifica la protección selectiva

## Figura 42

*Neutro del tablero*



Nota: Figura Propia.

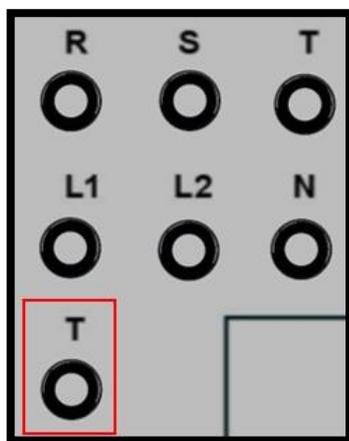
### 4.2.4. Tierra

La tierra entra como derivación exclusiva de protección. Disponible para conexión en el tablero, permite aterrizar equipos móviles o externos durante pruebas. Si se conecta una fuente auxiliar con carcasa metálica, puede aterrizarse aquí.

Utiliza un Jack banana hembra color **NEGRO** para diferenciarlo de la alimentación T.

## Figura 43

*Tierra del tablero*



**Fuente:** Figura Propia.

## Figura 44

### *Bornera Tierra del Tablero*



**Nota:** Figura Propia.

### **PRECAUCIÓN**

- No usar Tierra como retorno de fase, puede generar potenciales peligrosos y provocar disparo inmediato de las protecciones.
- No conectar L1 o L2 y cerrar circuito con Tierra, puede provocar un disparo inmediato de las protecciones y daños a los equipos sensibles dentro del tablero.

### **4.3. Elementos de control y señalización del tablero**

Cada elemento ha sido seleccionado por su aplicación en entornos reales y su capacidad de integración en circuitos de fuerza y control.

Para su uso, únicamente utilizaremos la alimentación L1 y L2.

### 4.3.1. Pulsadores

**Figura 45**

*Ubicación de los pulsadores en el tablero*

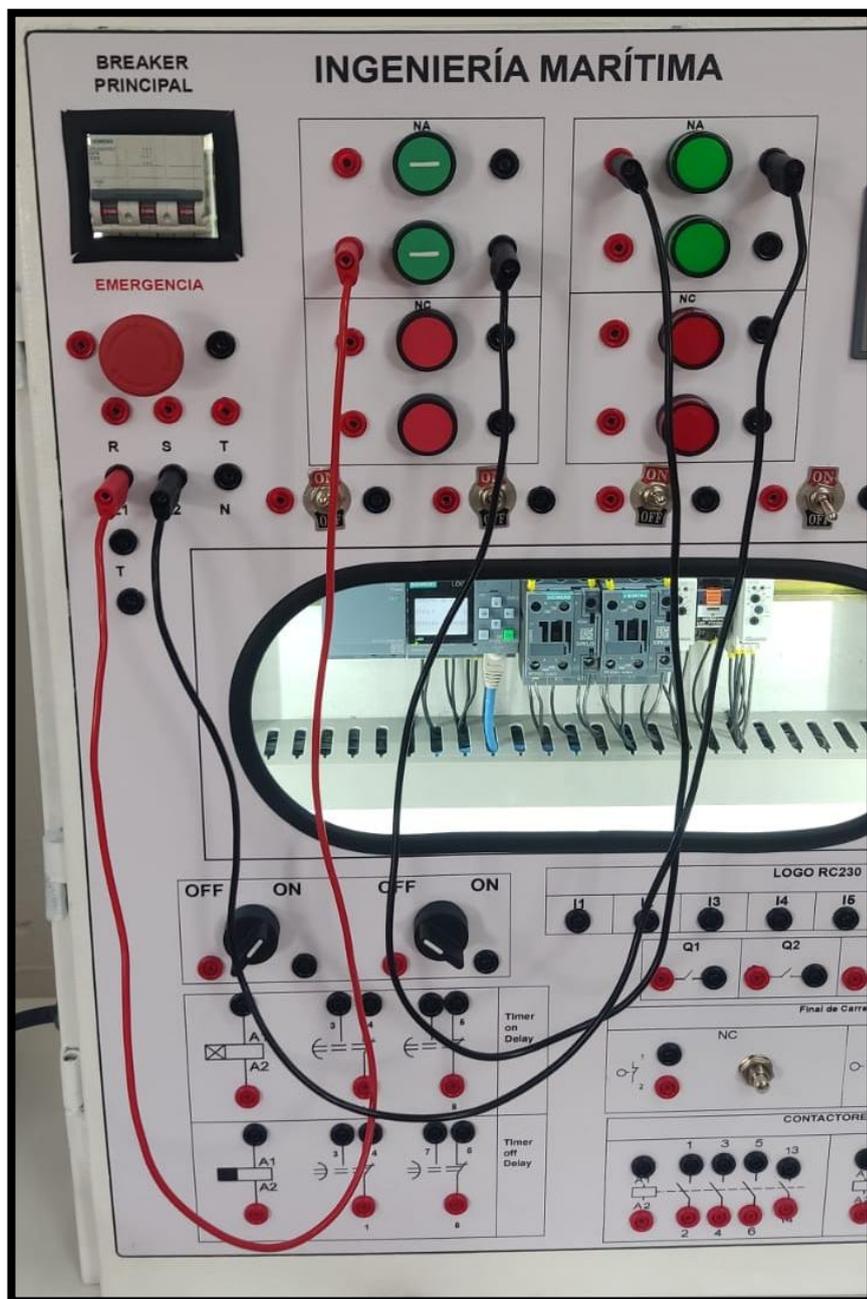


**Fuente:** Figura Propia

**Normalmente abierto (NA):** Permite el cierre momentáneo de circuitos de control al ser presionado.

**Figura 46**

*Conexión simple pulsador NC*

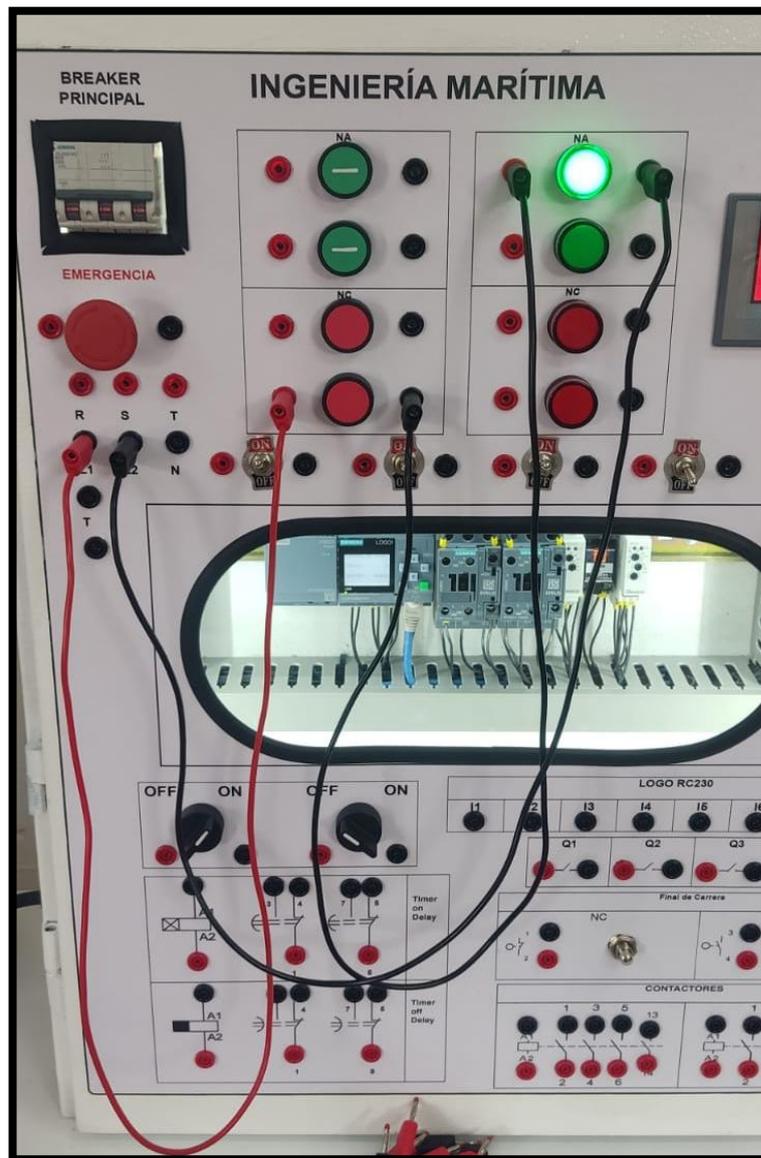


**Nota:** Figura Propia.

**Pulsador normalmente cerrado (NC):** Abre el circuito eléctrico al ser presionado.

**Figura 47**

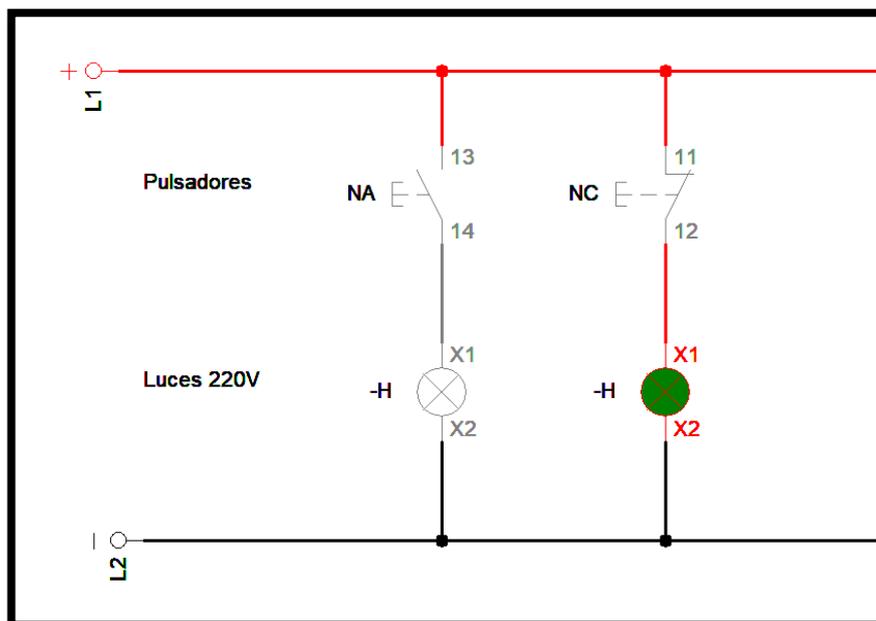
*Conexión simple pulsador NC*



**Nota:** Figura Propia.

**Figura 48**

*Esquema eléctrico implementando pulsadores*



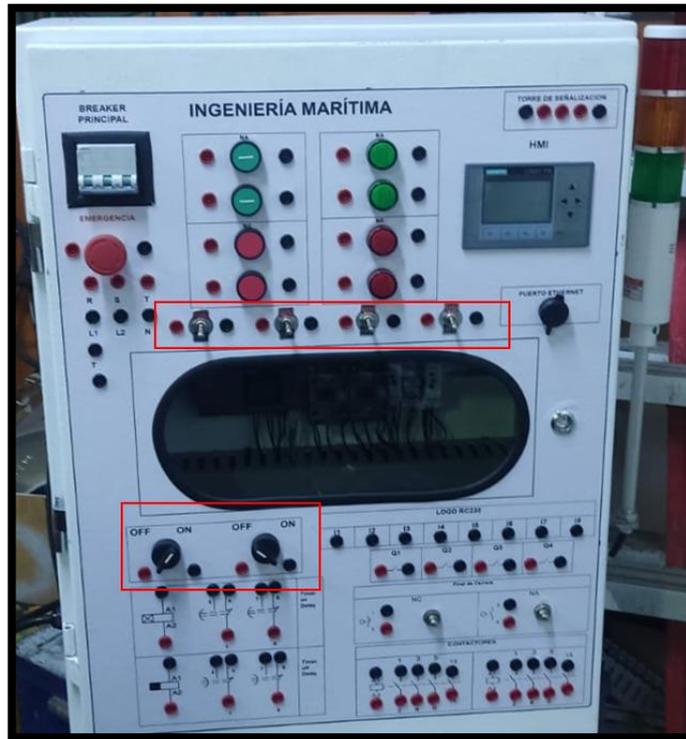
**Nota:** Figura Propia

#### 4.3.2. Selectores y Switches

Elementos que se utilizan para simular entradas de señal de sensores o algún estado. A diferencia del pulsador, conservan su posición para ahorrar espacio en conexiones de enclavamiento.

**Figura 49**

*Ubicación de los selectores y switches del tablero*



Nota: Figura Propia

**Selector de dos posiciones:** Permite elegir entre dos estados lógicos y su posición se mantiene hasta ser modificada. ejemplo: automático/manual, encendido/apagado.

**Switch de palanca:** Actúa como interruptor permanente, utilizado para habilitar o bloquear funciones específicas del sistema.

**Figura 50**

*Selectores 2 estados del Tablero*



Nota: Figura Propia

**Figura 51**

*Switches del tablero*



**Nota:** Figura Propia

**Figura 52**

*Conexión simple selector*



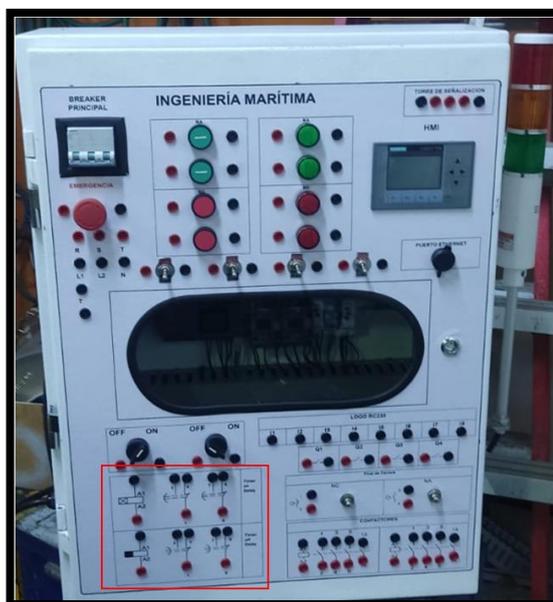
**Nota:** Figura Propia.

### 4.3.3. Relés Temporizados

Permiten simular secuencias y condiciones temporales en sistemas automatizados.

**Figura 53**

*Ubicación de los relés temporizadores en el tablero*

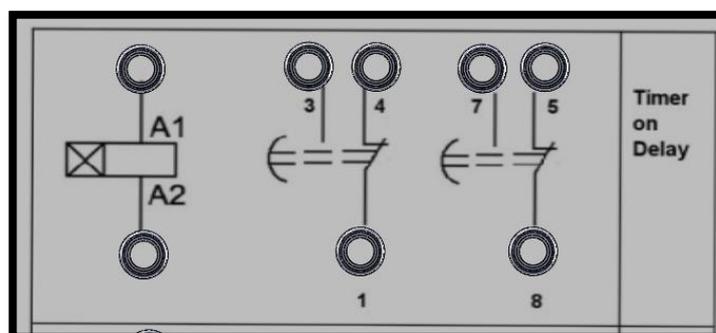


Fuente: Figura Propia

**Relé temporizado a la conexión (TON):** Activa su salida tras un retardo programado desde el momento de energización.

**Figura 54**

*Relé retardo a la conexión*

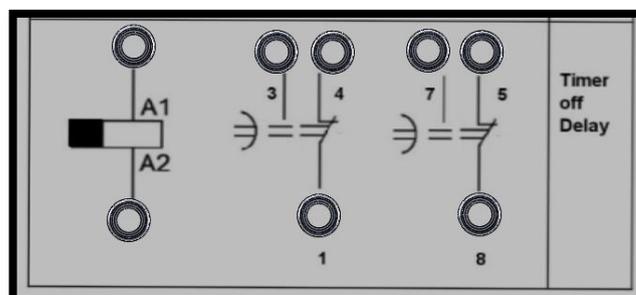


**Nota:** Figura propia

**Relé temporizado a la desconexión (TOFF):** Mantiene la salida activa durante un tiempo determinado tras la pérdida de señal o energización de la bobina A1-A2.

**Figura 55**

*Relé retardo a la desconexión*



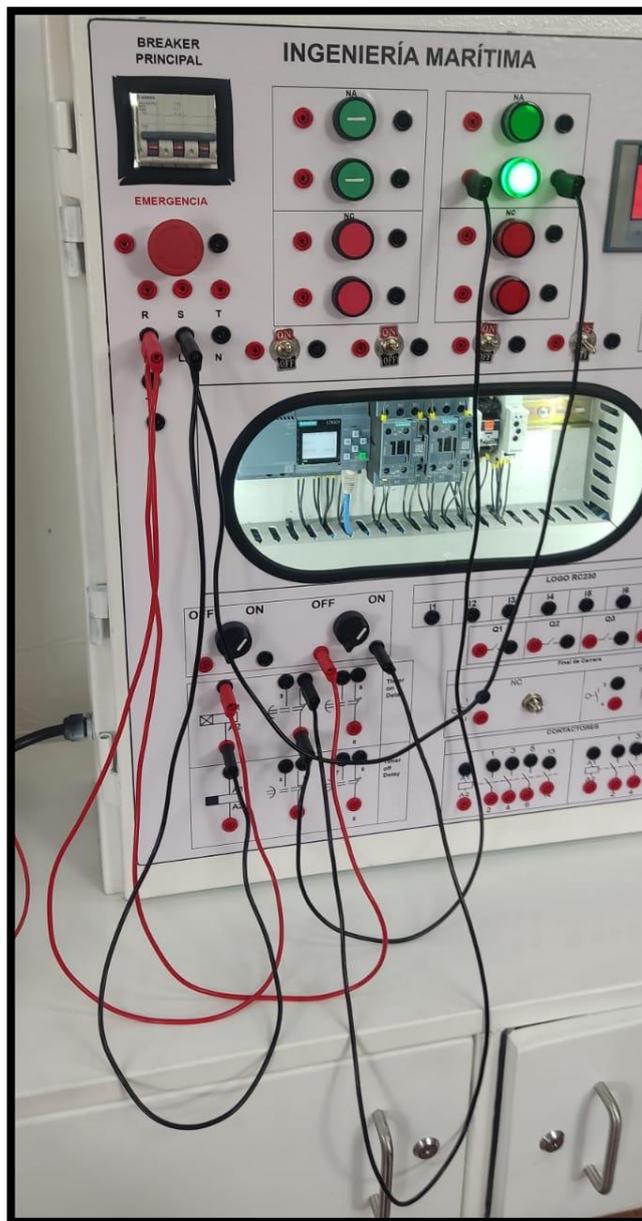
**Nota:** Figura Propia

Al energizar la bobina se activa el temporizador interno predeterminado a **5 segundos** donde **1** es la entrada a la alimentación, **3** y **4** son los estados NA y NC.

La alimentación o salida dependiendo de donde lo conecte cambiara de estado una vez haya transcurrido el tiempo.

**Figura 56**

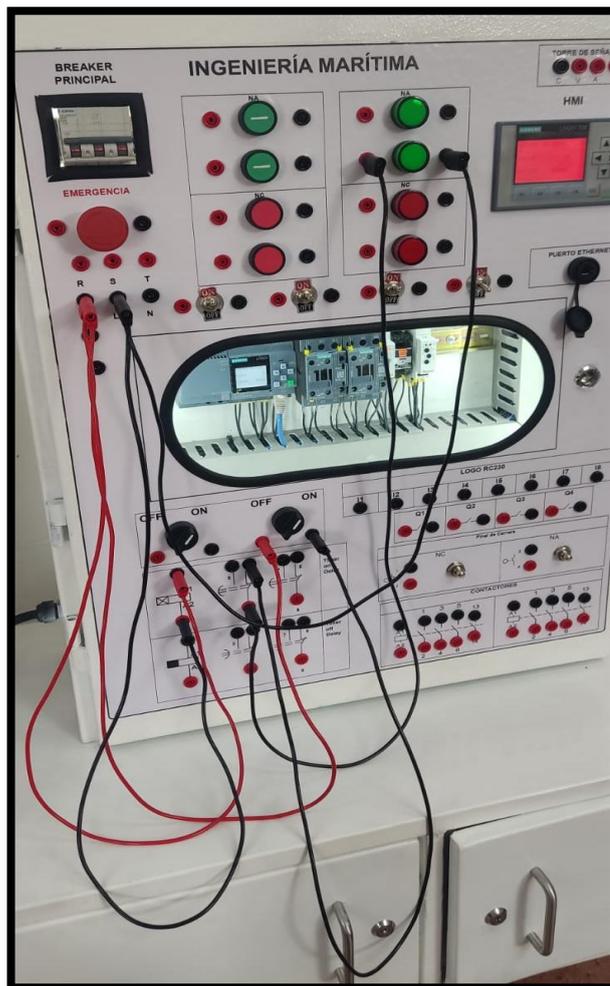
*Conexión básica de Relé Con retardo a la conexión*



**Nota:** Figura Propia.

**Figura 57**

*Conexión del Relé después de 5 Segundos*



**Nota:** Figura propia.

#### **4.3.4. Contactores**

Contadores de potencia: Utilizados para conmutar cargas de fuerza de hasta motores de **3HP**. Incluyen contactos auxiliares para retroalimentación o enclavamiento.

**Figura 58**

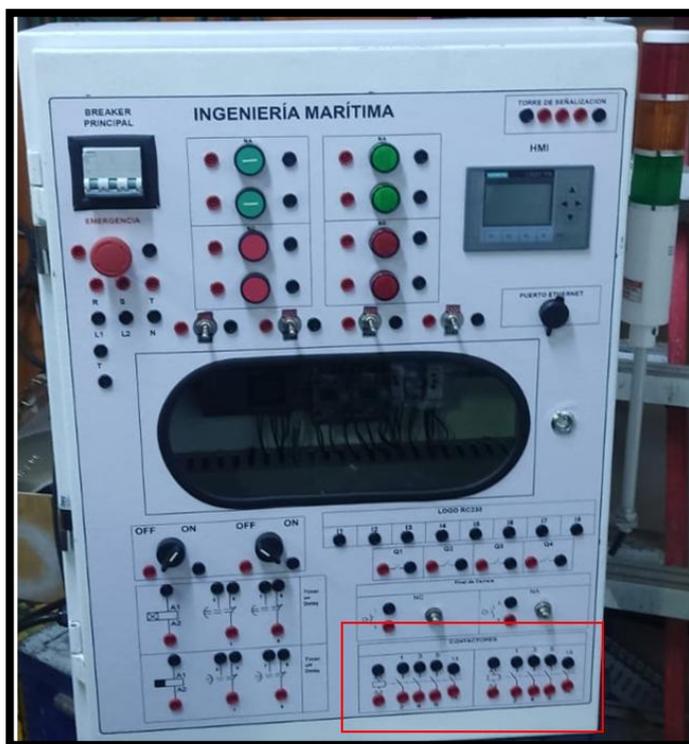
*Contactores SIRIUS 3RT2023-1AN20*



**Nota:** Figura Propia.

**Figura 59**

*Ubicación de los contactores en el tablero*



**Nota:** Figura Propia

Su activación se realiza mediante bobina alimentada L1 entrada y L2 la salida, sus auxiliares también trabajan con la misma alimentación.

**Figura 60**

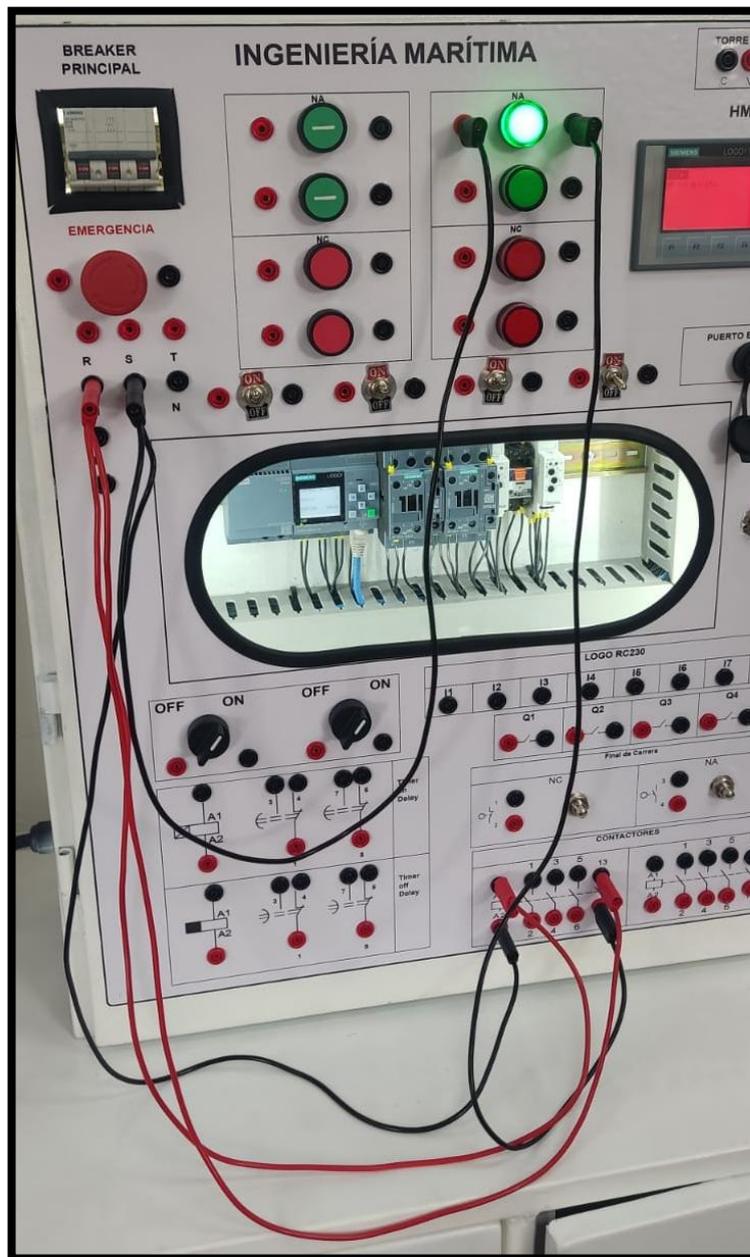
*Contactos alimentados por L1 y L2*



**Nota:** Figura Propia

**Figura 61**

*Ejemplo conexión simple contactor*

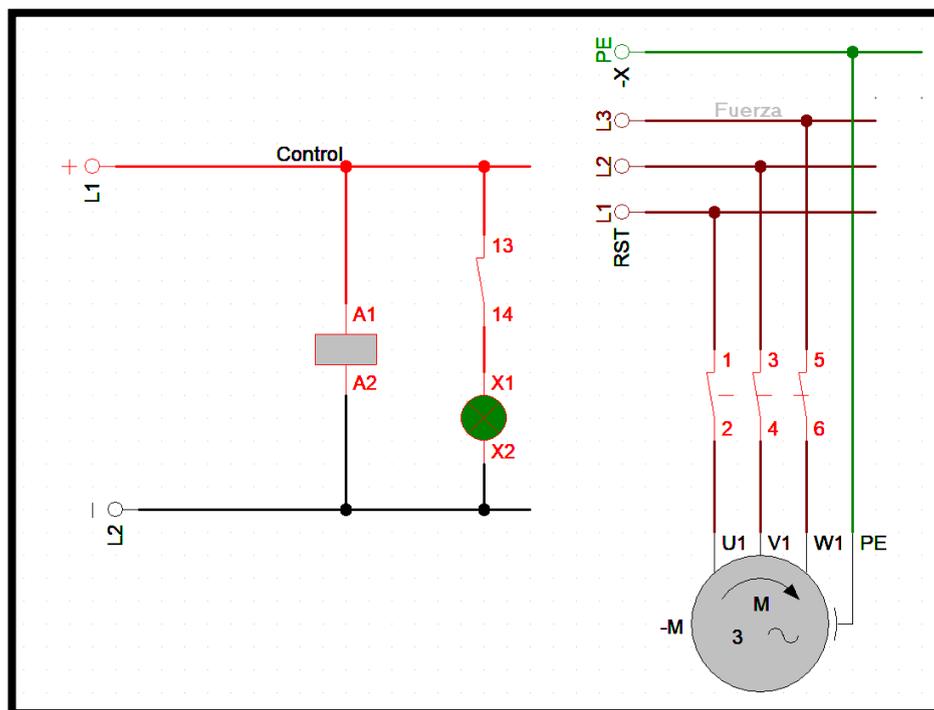


**Nota:** Figura Propia

Tomando como referencia la figura 63, conectaremos L1 hacia la entrada de la bobina del contactor A1 y L2 a la salida A2 para cerrar el circuito. Dando como resultado el esquema de la siguiente figura.

**Figura 62**

*Esquema de circuito eléctrico del contactor con la alimentación del tablero*



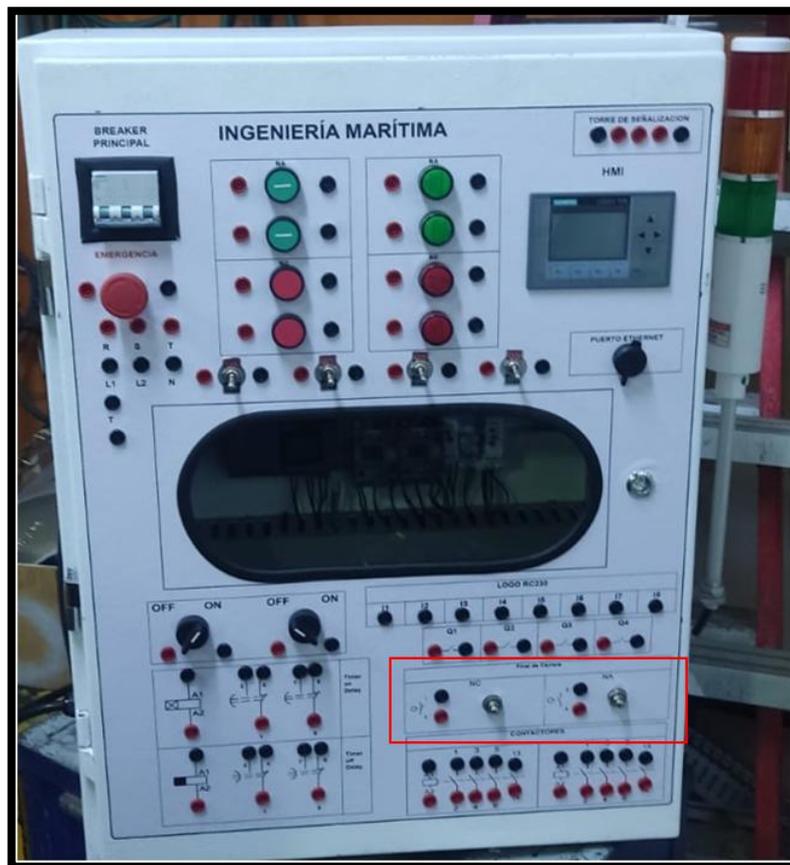
**Nota:** Figura Propia

#### 4.3.5. Finales de carrera.

El final de carrera es un dispositivo electromecánico que actúa como sensor de posición discreta, su activación permite abrir o cerrar el circuito, su uso es similar a los pulsadores, una entrada para L1 y la salida para una carga cerrando circuito con L2.

### Figura 63

*Ubicación de los finales de carrera*



**Nota:** Figura Propia.

#### 4.3.6. Baliza indicadora

**Figura 64**

*Baliza LTA 505 220V*



**Nota:** Figura Propia

La baliza consta de 5 terminales

- C= Común, que es la alimentación de la baliza
- V= Luz Verde
- A= Luz Amarilla
- R=Luz Roja

- Z= Zumbador(alarma)

**Figura 65**

*Terminales de la torre de señalización*



**Nota:** Figura Propia

Su funcionamiento se basa en conectar C(Común) que ya está energizado, a la luz que se desee utilizar o al zumbador.

**Figura 66**

*Baliza conectada a una luz verde*

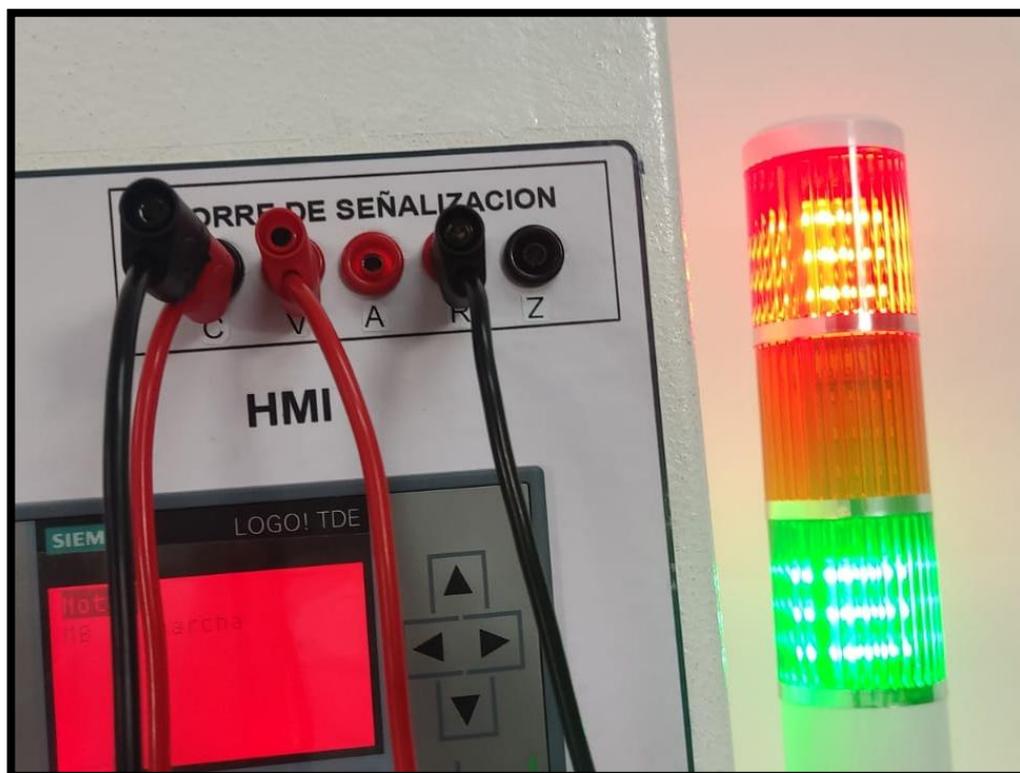


**Nota:** Figura Propia.

También se pueden conectar múltiples luces a la vez.

**Figura 67**

*Luz roja y verde encendidas al mismo tiempo.*



**Nota:** Figura Propia.

#### **4.3.7. Entradas y salidas del logo.**

El tablero dispone de 8 entradas(I) para detectar señales de control, para ello utilizar L1 como fuente de energía.

**Figura 68**

*Entradas Logo 230 RC*



**Nota:** Figura Propia

Con solo conectar L1 directamente a la entrada del logo o también utilizando switches que

permitan controlar el paso de la energía, el logo detectará la entrada como valida en su programación.

**Figura 69**

*Relés de Salida del Logo*



**Nota:** Figura Propia.

#### 4.3.8. Pantalla TDE.

Pantalla TDE disponible y un puerto ethernet para comunicación directa con el logo. Facilitando la conexión sin necesidad de abrir el tablero.

**Figura 70**

*Pantalla TDE del tablero mostrando la ID del Logo*



**Nota:** Figura Propia.

#### 4.4. Procedimientos básicos

Esta sección describe los pasos esenciales para la puesta en marcha y verificación, para una

operación y parada segura del tablero didáctico. Cada procedimiento está diseñado para facilitar el aprendizaje, asegurar la integridad del sistema.

#### 4.4.1. Verificación previa a la conexión

La verificación previa a la conexión permite asegurar la integridad del sistema, prevenir fallas por cableado incorrecto y garantizar la trazabilidad de cada componente.

Antes de energizar el tablero, se debe realizar una inspección sistemática para garantizar la seguridad y trazabilidad del sistema. Los pasos esenciales se resumen en la siguiente tabla:

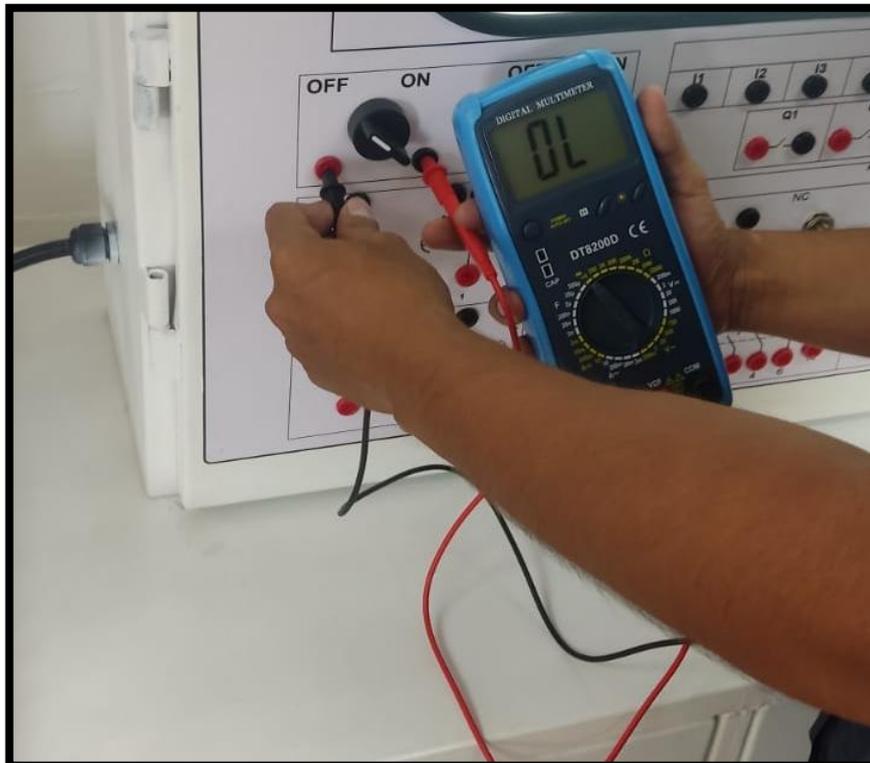
**Tabla 13**

*Verificación Previa a la conexión*

<b>Elemento a Verificar</b>	<b>Metodología</b>	<b>Instrumento/Criterio</b>	<b>Resultado esperado</b>
Cableado General	Inspección Visual	Ojo Técnico/ Checklist	Sin cables sueltos ni pelados
Continuidad L1 y L2	Prueba de continuidad	Multímetro	Bip Sonoro/ Lectura=0 ohmios
Tierra Física (PE)	Prueba de continuidad Jack banana T(tierra) a tablero	Multímetro	Bip Sonoro/ Lectura=0 ohmios
Breakers dedicados	Posición de interruptor	Observación directa	Todos en OFF
Pulsadores y selectores	Posición mecánica	Observación / tacto	Todos en reposo / seguro

**Figura 71**

*Prueba de continuidad de los selectores*



**Nota:** Figura Propia.

#### **4.4.2. Verificación durante la energización del tablero.**

La energización del tablero se realiza siguiendo una secuencia segura y trazable, que permite validar la presencia de tensión, el estado inicial del sistema y la correcta distribución de energía

**Tabla 14**

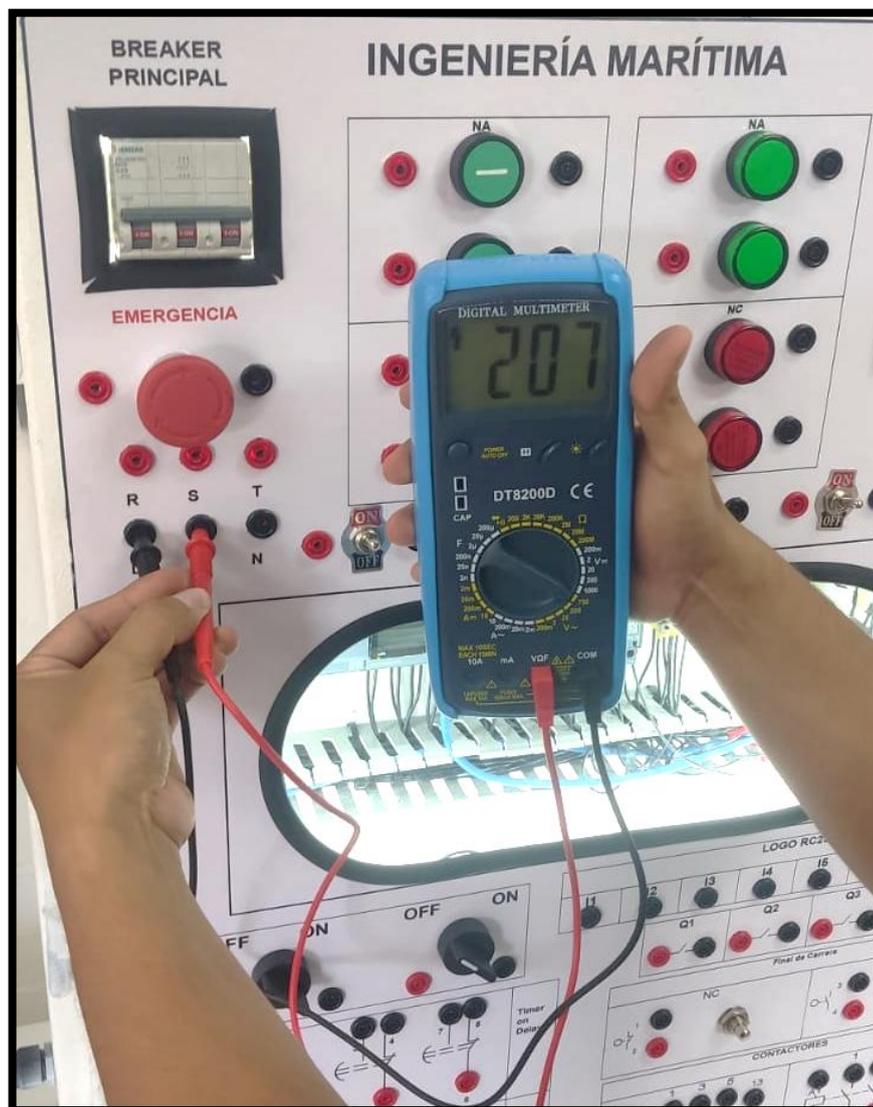
*Verificación del tablero energizado*

<b>Elemento a Verificar</b>	<b>Metodología</b>	<b>Resultado esperado</b>
Cierre de interruptor (Breaker Principal)	Manual / observación	Cambio firme a ON, sin chispas
Medición de tensión L1 y	Multímetro en	Lectura estable (ej. 220 V AC)

L2	voltímetro	
Activación de selector y switches	Observación mecánica	Modo seguro (manual) activado
Estado de baliza	Observación visual	Apagada en estado inicial
Pulsadores y selectores	Posición mecánica	Todos en reposo / seguro
Relé temporizado	Cronómetro + observación	Tiempo coincide con parámetro
Contactador	Activación	Mantiene estado hasta interrupción
Pulsadores NA/NC	Activación manual	Cambio de estado inmediato

**Figura 72**

*Medición de Tensión entre L1 y L2*



**Nota:** Figura Propia.

#### **4.4.3. Procedimiento de desconexión**

- Al desconectar el tablero el plc logo guarda la programación.
- Por seguridad eléctrica, los jacks banana macho deben retirarse únicamente cuando el sistema esté completamente desenergizado. Esto evita riesgos de arco eléctrico y contacto directo con tensión.



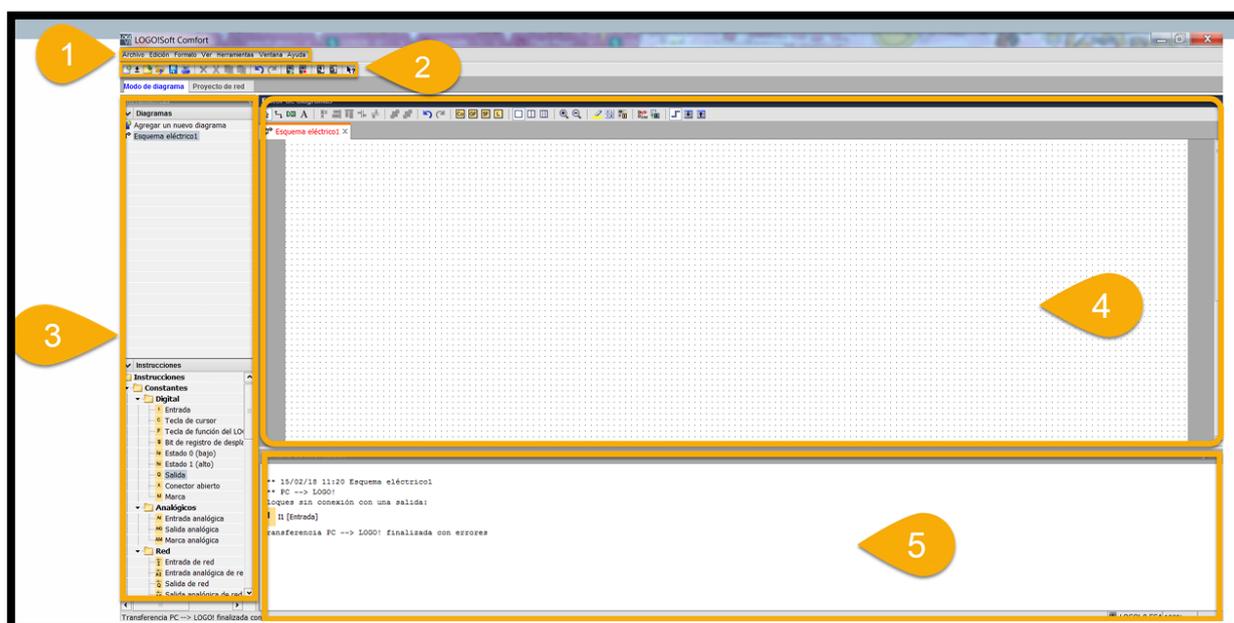
## Capítulo V: Guía de programación Logo Soft Comfort

Este capítulo es dedicado al funcionamiento básico el software de programación LOGO! Soft Comfort, el cual permite el diseño lógico, la simulación y la transferencia de algoritmos secuenciales al PLC, integrando elementos visuales, temporizadores, mensajes en pantalla y condiciones de operación específicas para sistemas navales.

### 5.1. Interfaz del software LOGO! Soft confort

**Figura 73**

*Interfaz Logo! Soft Confort*



**Nota:** Figura propia

1. **Barra de menú:** Contiene todas las funciones del programa y opciones clasificadas. Los comandos correspondientes están dentro de cada categoría
2. **Barra de herramientas:** Íconos rápidos para simular, guardar, transferir y depurar el programa.
3. **Árbol de funciones:** Muestra los bloques disponibles clasificados por tipo, listos para

insertar. Estos se desglosan por: Funciones constantes, Funciones básicas, Funciones especiales, Funciones de registro de datos y UDF

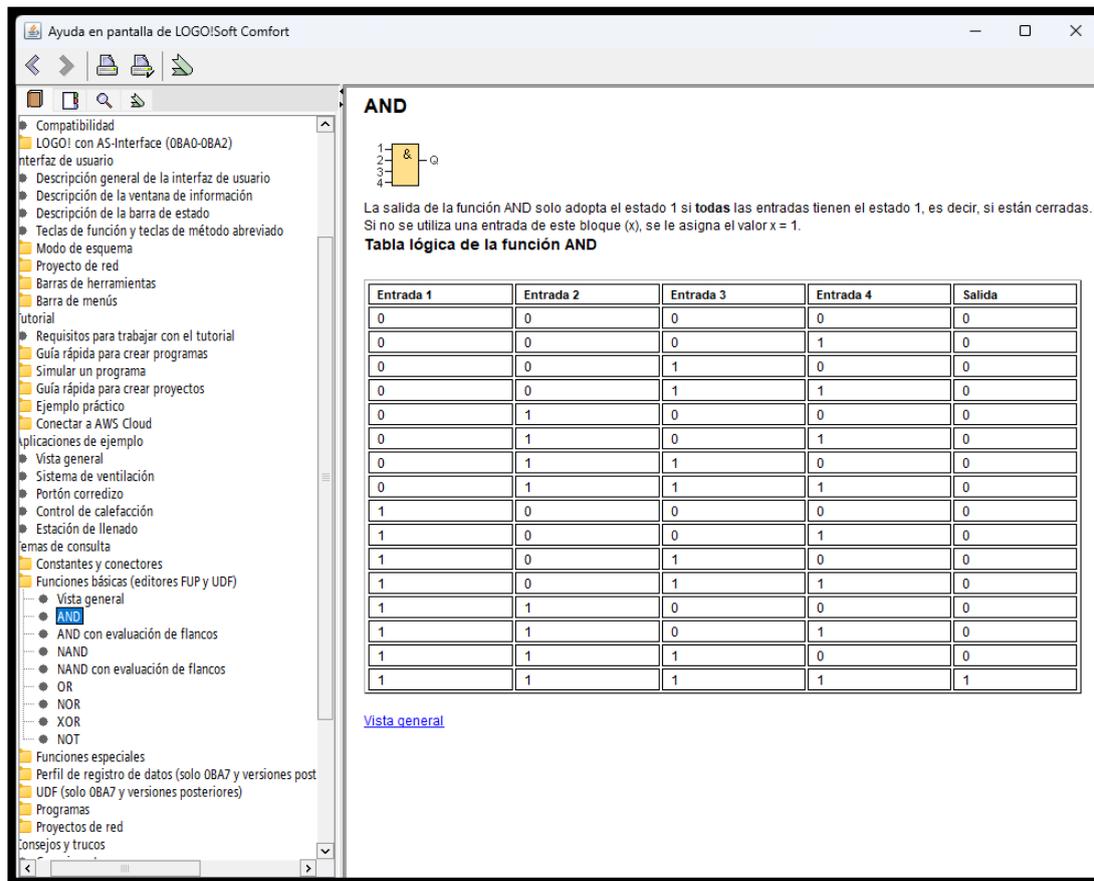
4. **Editor de diagramas:** Espacio gráfico donde se construye y organiza la lógica de programación.
5. **Ventana de información:** Panel que muestra propiedades del bloque seleccionado y mensajes del sistema sobre el estado de procesamiento actual.

## **5.2. Ayuda Contextual**

Existirán veces en donde no conozcamos con exactitud la función de un bloque, para estas circunstancias podemos acudir a la Ayuda Contextual pulsando F1.

**Figura 74**

*Cuadro de ayuda logosoft*



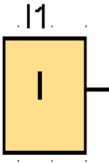
**Nota:** Figura Propia

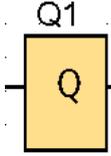
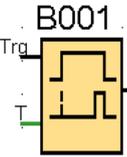
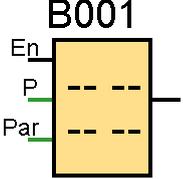
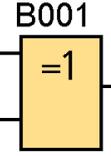
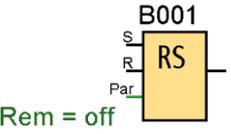
### 5.3. Bloques

Bloques de logo! soft confort que se utilizarán para la programación del tablero.

**Tabla 15**

*Bloques Logo! Soft Confort*

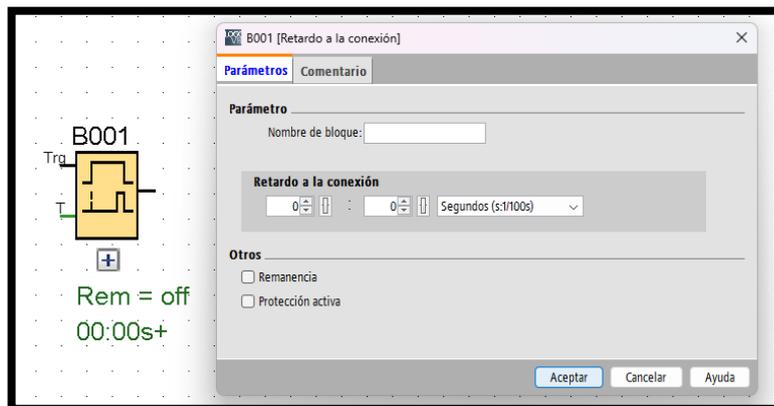
Tipo	Función	Bloque
Entrada	Detecta el estado de un sensor, pulsador o interruptor	

Salida	Controla un actuador, como baliza, relé, ventilador o mensaje visual	
Relé temporizado a la conexión	Activa la salida después de que la entrada permanezca en "1" durante el tiempo programado	
Texto de Aviso	Bloque que ayuda a organizar los valores que se deseen mostrar en la pantalla del logo o la TDE	
Marca	Sirve para seleccionar el color de la pantalla del logo o TDE al recibir una señal positiva.	
XOR	La salida es válida si se recibe solo 1 de las 2 señales, si las 2 entradas están activas la salida se niega	
Relé auto enclavador	La entrada S encenderá la salida y la entrada R niega a la entrada S desactivandola.	

Doble clic en el bloque desplegara el menú de propiedades

**Figura 75**

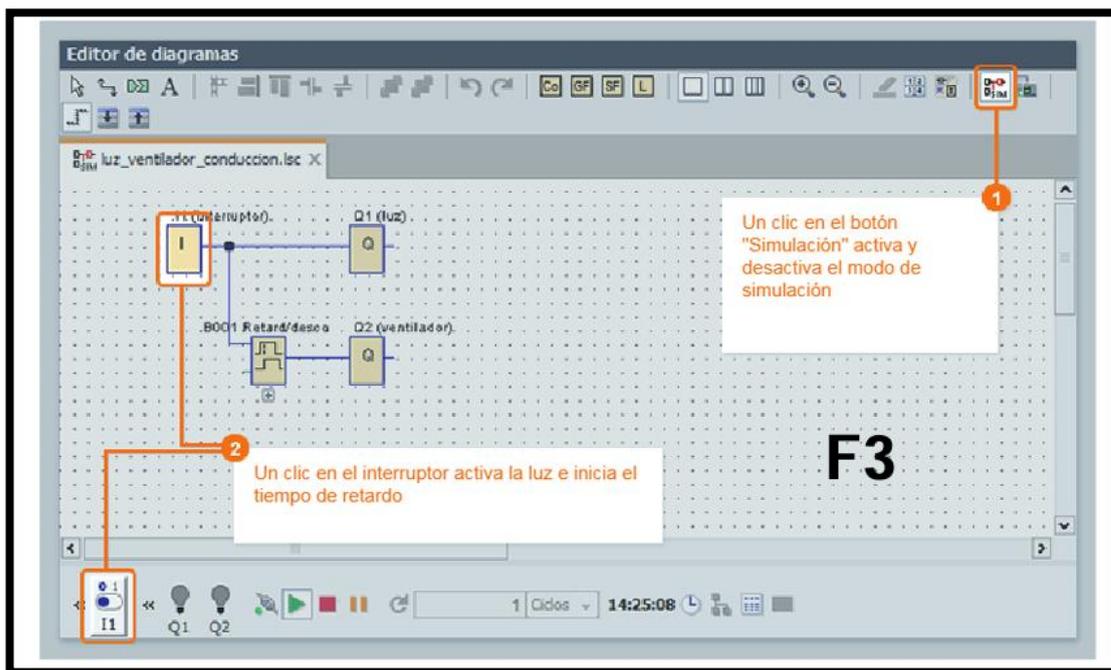
*Ventana de propiedades del bloque seleccionado*



**Nota:** Figura Propia

**Figura 76**

*Ejemplo de simulación en*



**Nota:** Figura Propia

Presionar F3 para la simulación del programa o usar la opción 1 especificada en la figura 36

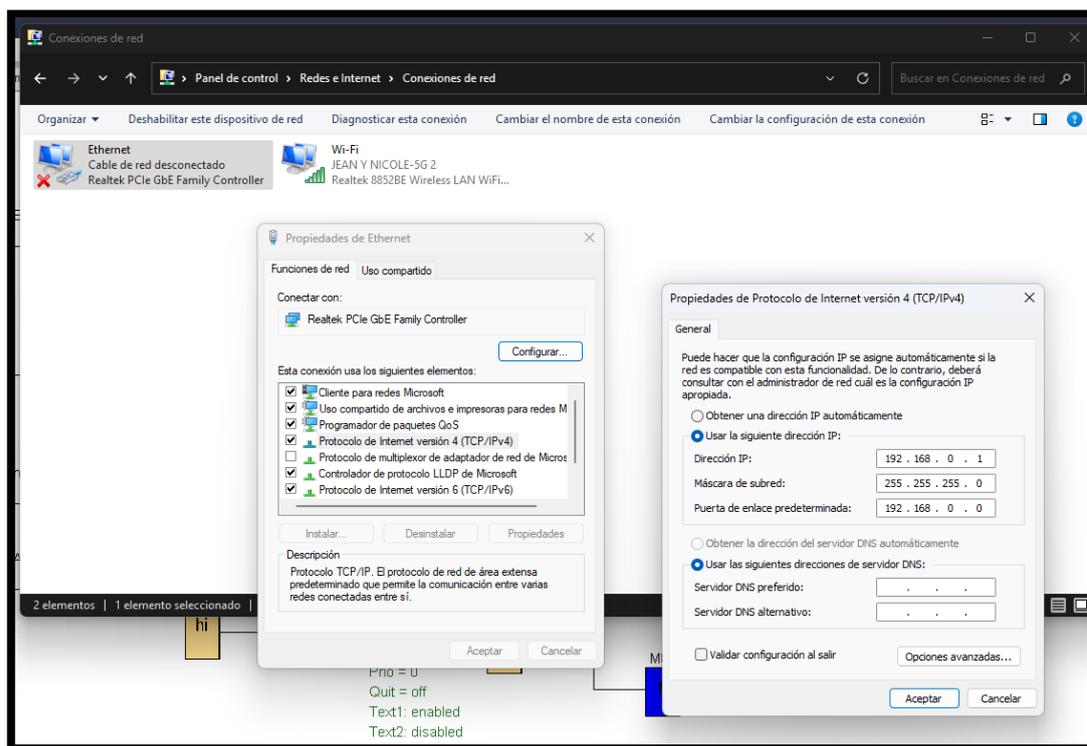
## 5.4. Conexión logo-PC

Para conectar un ordenador al plc logo se utiliza un cable ethernet para poder cargar o probar un programa. A continuación, se describen los siguientes pasos para la conexión Pc- Logo

1. Abre panel de control y busca la opción de conectarse a red
2. Con Wifi Desactivado ve a la opción de ethernet y selecciona protocolo de internet version 4(TCP/IPv4)
3. Selecciona la opción propiedades encontraras 3 casillas que corresponden al ID de la computadora, mascara de subred y puerta de enlace

**Figura 77**

*Conexión Pc - Logo*



**Nota:** Figura Propia.

4. Colocamos la misma dirección ID del logo pero con un número diferente al final. (se puede obtener desde la pantalla TDE).

## Figura 78

*ID del Logo Reflejada en la Pantalla TDE*

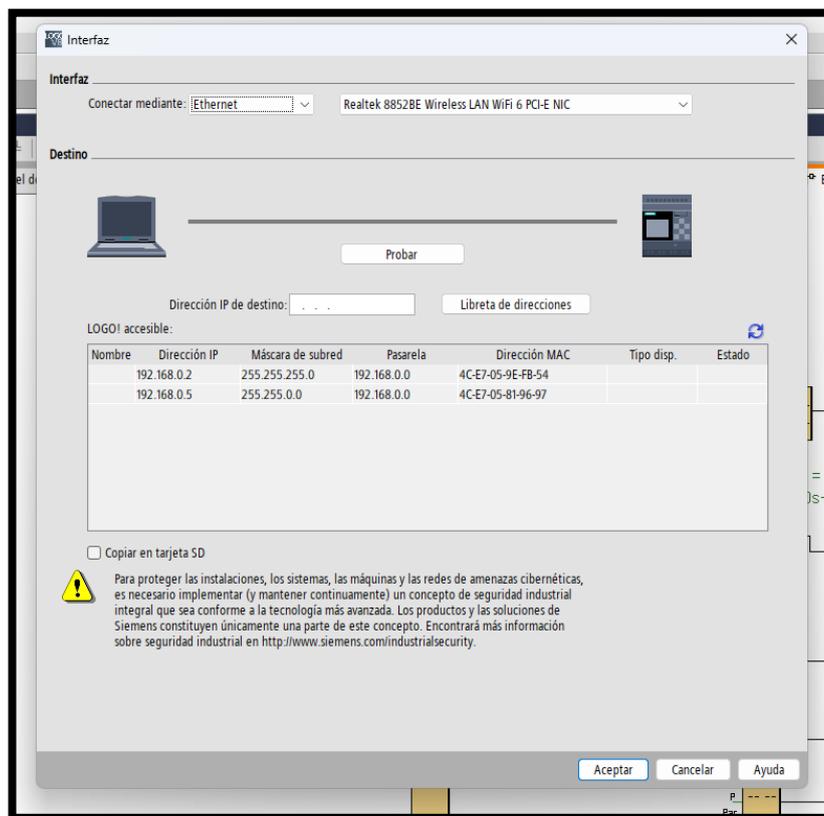


**Nota:** Figura Propia.

5. Volvemos al programa y buscamos la conexión del logo, aparecerá la ID del logo automáticamente, la segunda corresponde a la TDE

**Figura 79**

*Conexión del logo*



**Nota:** Figura propia.

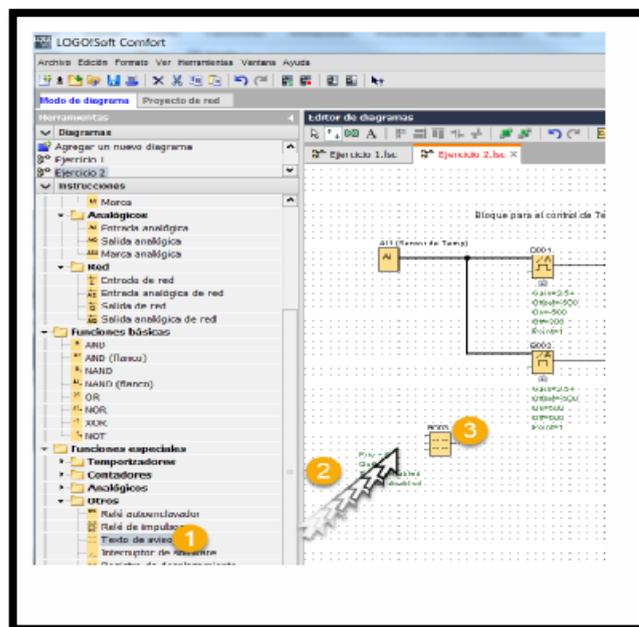
### 5.5. Mostrar en pantalla

Para mostrar en la pantalla del logo o una pantalla TDE se utiliza el bloque de texto de aviso y se siguen los siguientes pasos.

1. En el menú de árbol de funciones selecciona Texto de aviso.
2. Arrastra el bloque a tu editor de programas.
3. Da doble clic en el bloque

**Figura 80**

*Guía para texto en pantalla 1*



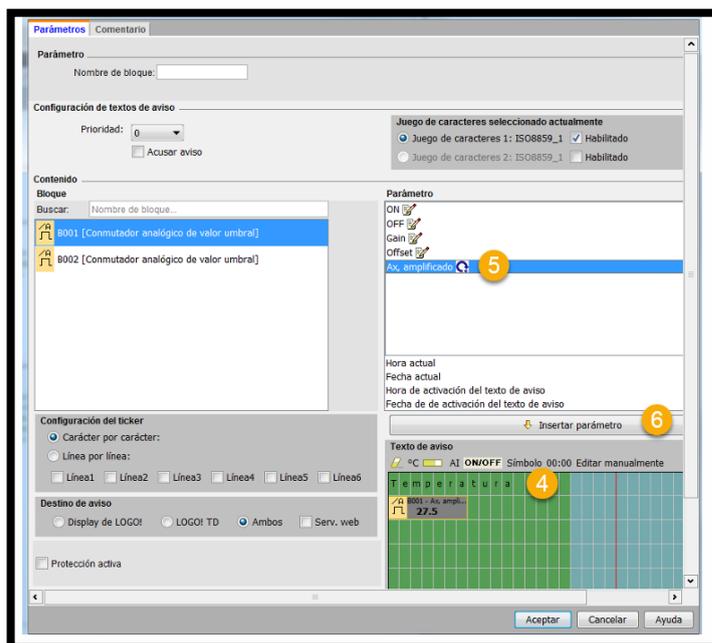
**Nota:** Figura propia

4. Escribe el texto Temperatura (Dependerá del bloque que se desee mostrar)
5. Selecciona la variable que deseas mostrar en pantalla
6. Da clic en Insertar parámetro

Simulamos la programación

**Figura 81**

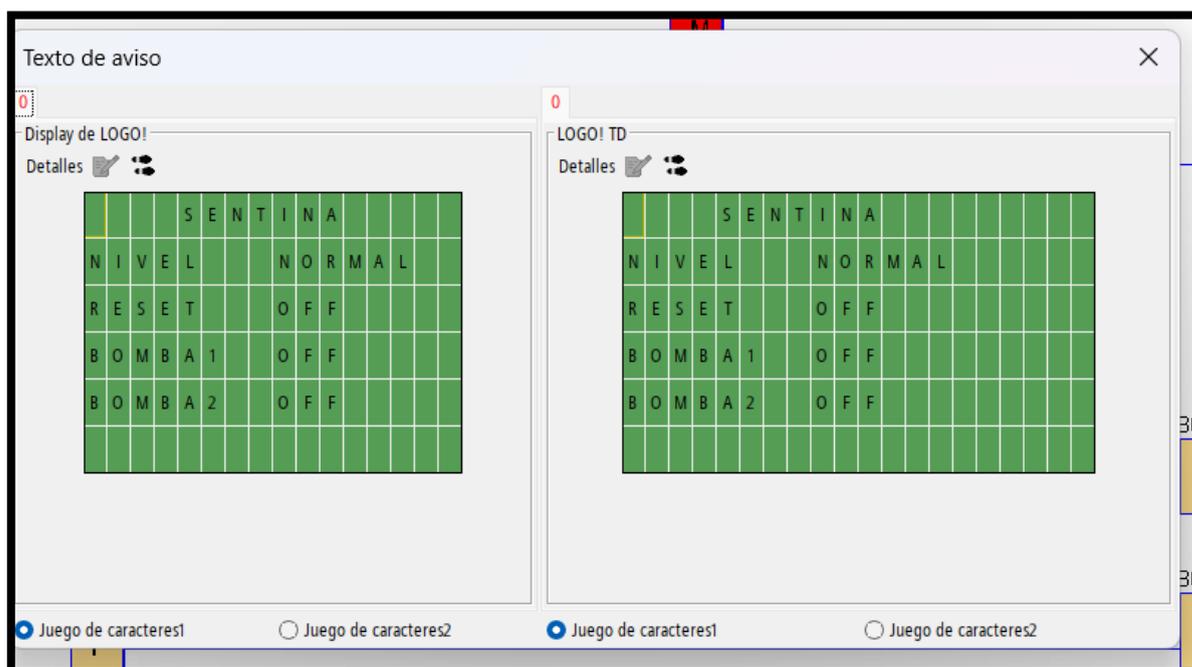
*Guía para texto en pantalla 2*



**Nota:** Figura propia

**Figura 82**

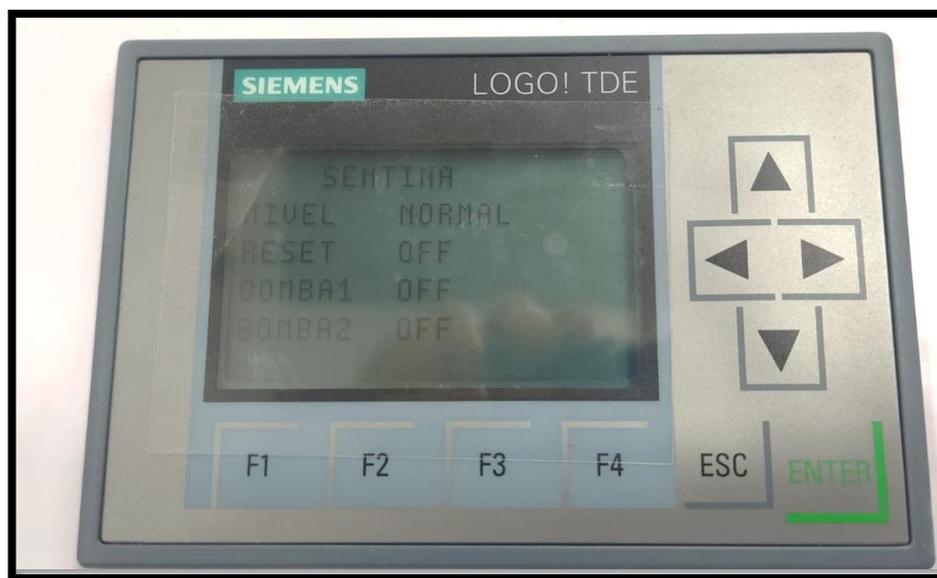
*Guía para texto en pantalla 3*



**Nota:** Figura propia.

### **Figura 83**

*Mostrando en pantalla TDE la programación*



**Nota:** Figura Propia

### **5.6. Ejemplo básico**

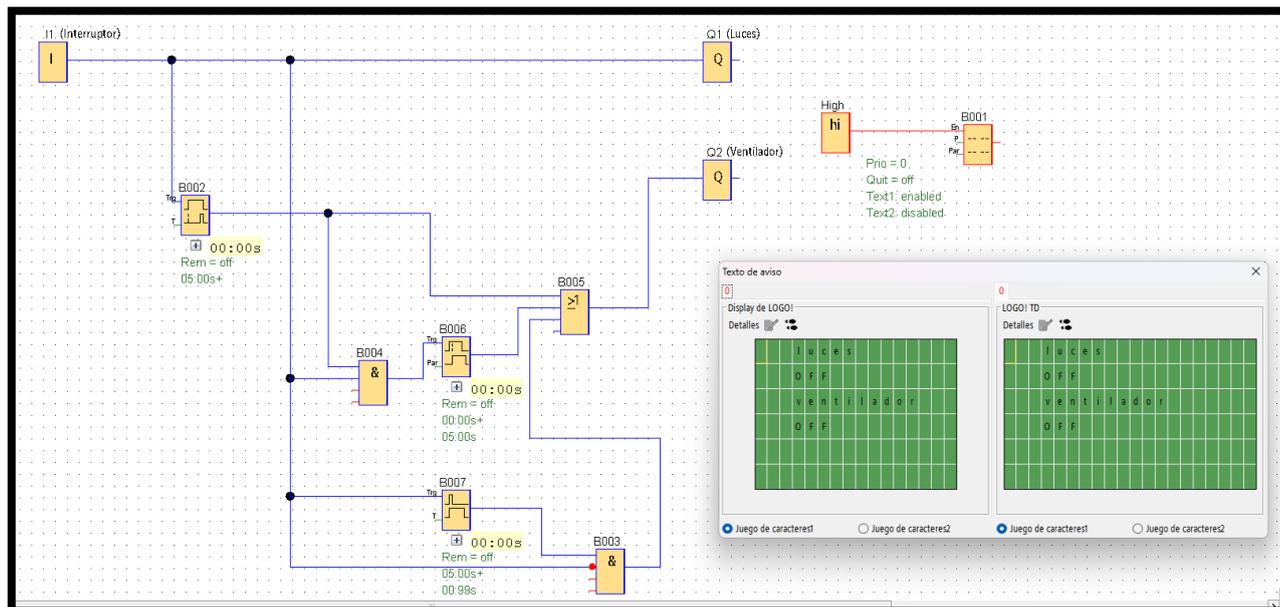
Automatización luces y ventilador:

Se desea instalar un control de luces y ventilador en el cuarto de baño.

- El ventilador debe ponerse en marcha con retardo después de encenderse la luz.
- Al desconectar la luz, el ventilador sigue funcionando y se desconecta pasado un tiempo.

**Figura 84**

*Programación de bloques ejemplo básico*



**Nota:** Figura Propia

## Capítulo VI: Guía de Simulación de los sistemas auxiliares

Para reforzar la comprensión operativa y técnica de los sistemas auxiliares abordados en esta tesis, se plantea una guía de simulación individual para cada sistema.

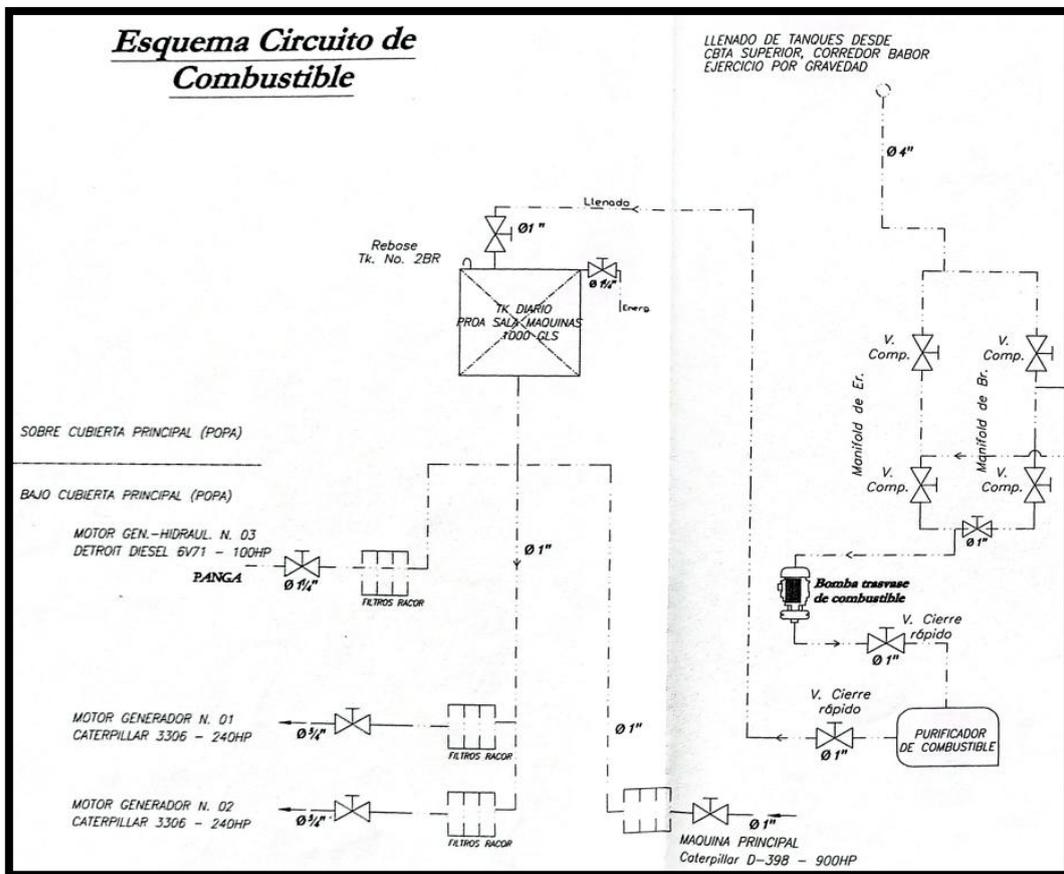
Para el aprendizaje, se presenta al estudiante una situación técnica que podría enfrentar como profesional en una empresa de servicios navales.

### 6.1. Guía simulación del sistema de nivel de combustible

La embarcación pesquera “EL REY” de la empresa “ULEAM.S.A” para la mejora operativa desea implementar la automatización del proceso de llenado del tanque diario de combustible No. 2 BR correspondiente a la sala de máquinas. Utilice el siguiente flujograma de combustible para observar cómo está compuesto el sistema

**Figura 85**

*Ejemplo Esquema circuito de combustible*



**Nota:** Figura Propia.

Para ello, se requiere que el sistema cumpla con las siguientes funciones técnicas:

- El sistema debe detectar el nivel actual del tanque, Alto, Medio, Bajo. Con su respectiva luz.
- Controlar el llenado mediante lógica, si el sensor detecta que está bajo el nivel, encenderá la bomba de combustible.
- Garantizar el corte automático del flujo una vez alcanzado el nivel máximo permitido.

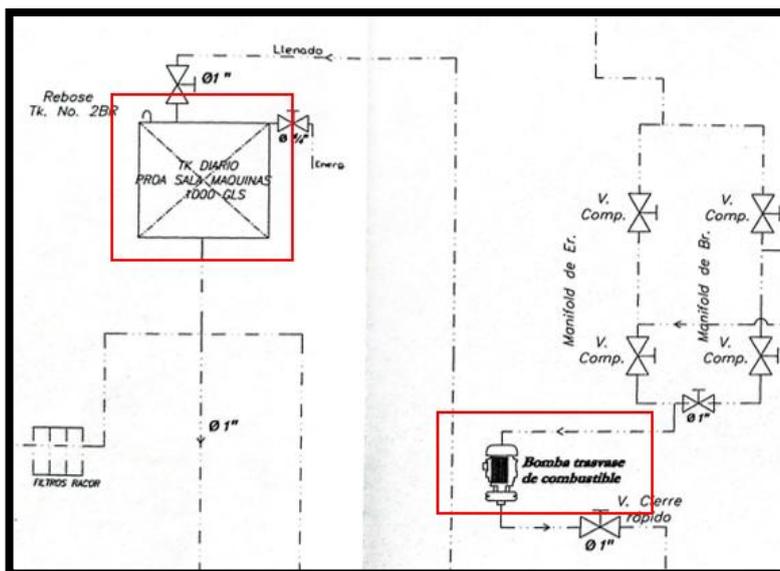
### 6.1.1. Analizar el diseño.

Identificar cuantos elementos vamos a automatizar, tanto entradas como salidas.

Según el flujograma, solo tendríamos un tanque diario de combustible No. 2 BR y una bomba de combustible.

### Figura 86

*Análisis del esquema de combustible*



**Nota:** Figura Propia

En base a los requisitos previstos por la empresa, se opta por las siguientes entradas de los sensores del tanque:

- I1: Sensor de Nivel Bajo
- I2: Sensor de Nivel Medio
- I3: Sensor de Nivel Alto

Para las salidas como la bomba y las luces que miden el nivel tanque.

- Q1: Bomba de Combustible.
- Q2: Luz de tanque Bajo.
- Q3: Luz de tanque medio.
- Q4: Luz de tanque Lleno.

Cómo primer ejercicio de esta guía, se plantea al estudiante:

*¿Hacemos primero la lógica o el programa?*

Primero la lógica, luego el programa. Por motivo de adaptar el diseño a recursos reales (por ejemplo, si no hay sensor, usar pulsadores).

### **6.1.2. Lógica Cableada**

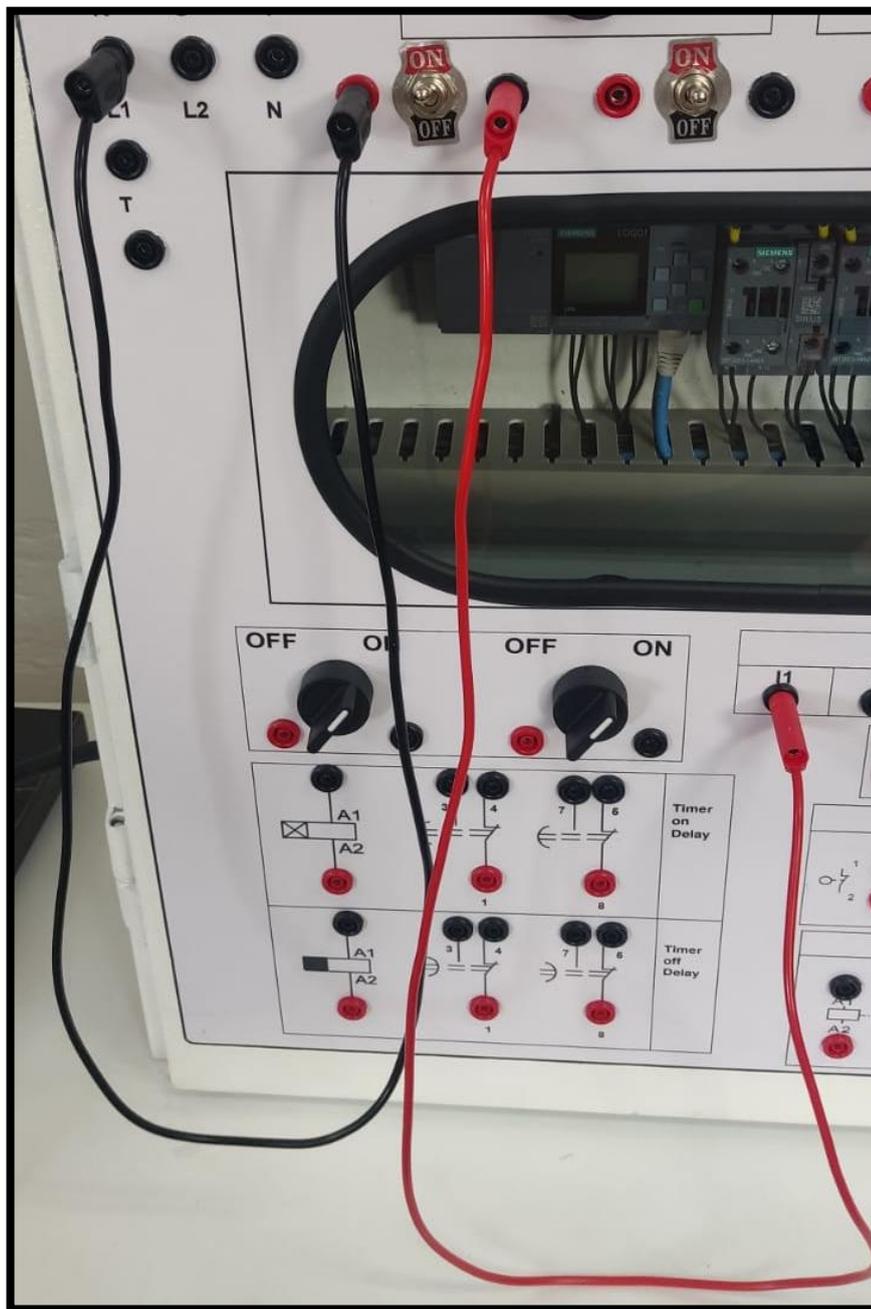
Con el tablero desconectado, armar la lógica cableada, la cual consiste en utilizar los switches del tablero para simular los sensores nivel bajo, sensor nivel medio, sensor de nivel alto, bomba, y las luces de cada nivel.

#### **Entradas:**

Se utiliza L1 para cada una a de las entradas de los switches y las salidas directamente a cada entrada del logo para simular las señales de sensores.

**Figura 87**

*Guía 1 Entrada del sensor 1*

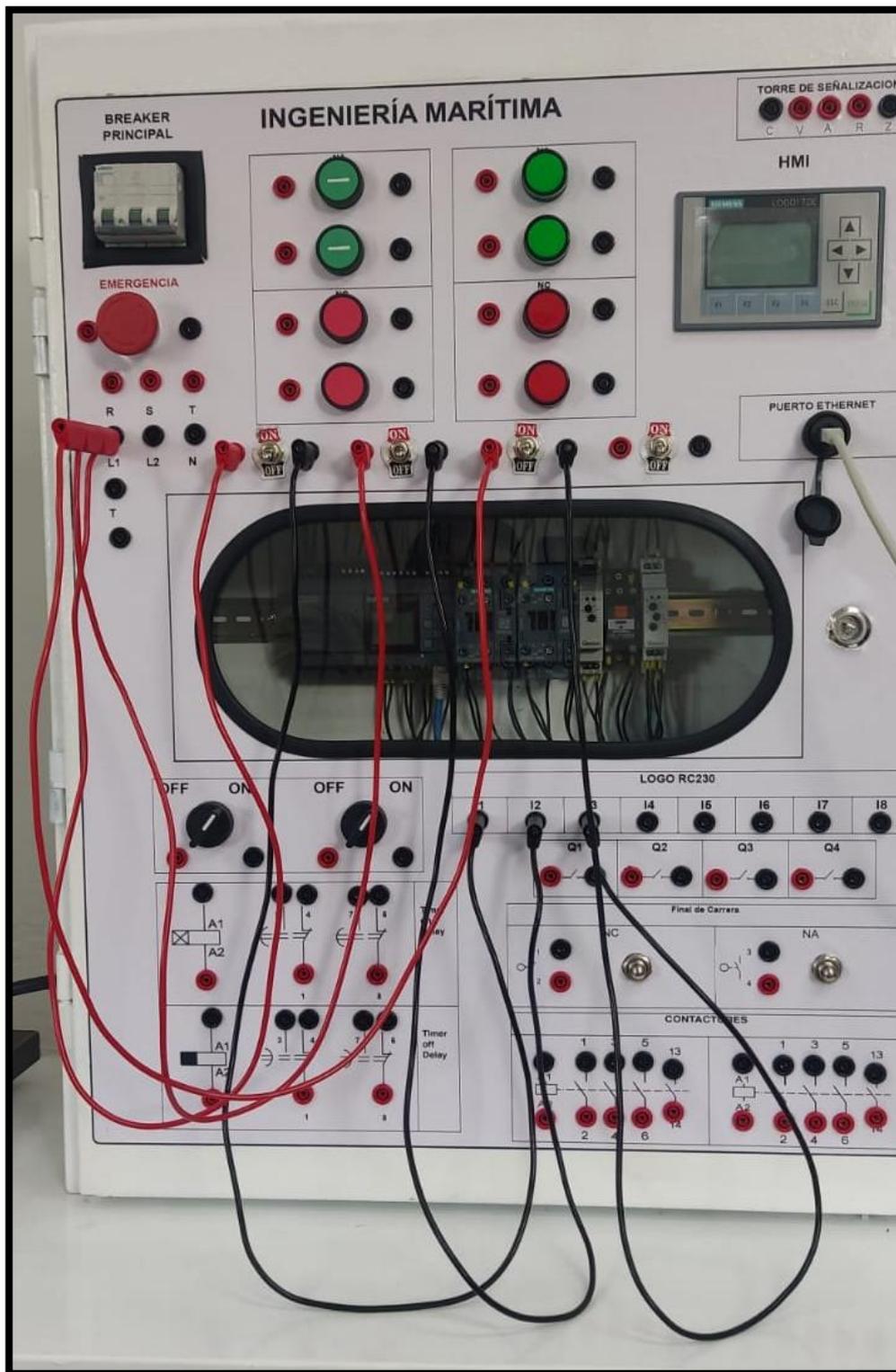


**Nota:** Figura Propia.

Siguiendo esta lógica se conectarán los demás sensores a las entradas del logo.

**Figura 88**

*Guía1 Conexión de todas las entradas al logo*



**Nota:** Figura Propia.

Como se observa en la figura 88 el cable rojo corresponde a la alimentación del sensor

directo a la entrada del switch, la salida se usa cable negro que conecta a las entradas del logo

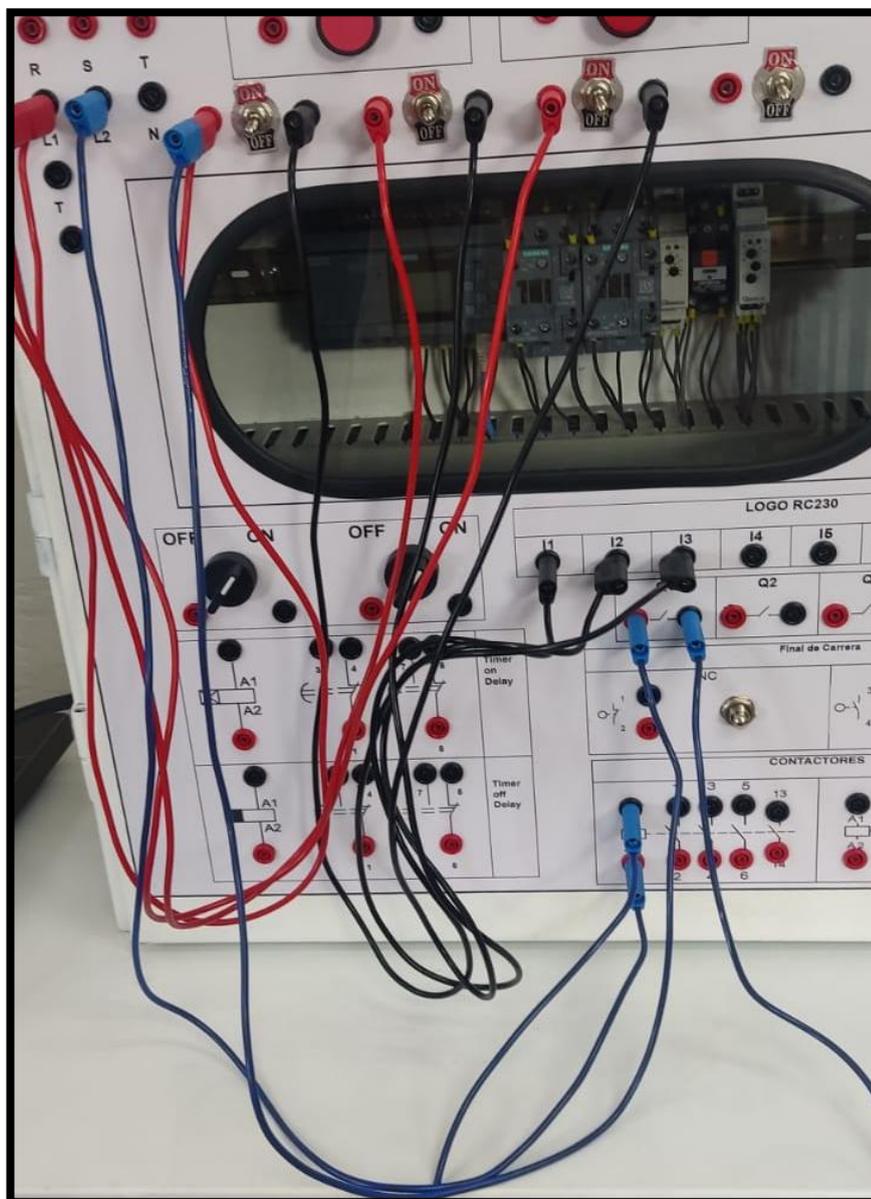
### Salidas:

Alimentamos con L1 todas las entradas de relé(Q) que tenga el PLC y la salida hacia la entrada del elemento que se desee utilizar cerrando el circuito con L2.

Pero para no utilizar mucho la alimentación L1 yL2 se conectarán las señales de las luces directo a la baliza.

### Figura 89

*Guía 1 Conexión de la Bomba(contactor)*



**Nota:** Figura Propia.

Para la alimentación de la bomba conectamos L1 hacia una de las entradas del Relé Q1 del plc y la salida a la alimentación del contactor, luego se conectará directamente a L2, siguiendo la lógica; cuando se active Q1 se enciende el Contactor.

Para las luces ,conectar la alimentación de la baliza C(común), hacia cada relé del logo, siguiendo el orden que se pidió en el ejercicio; Q2(rojo), Q3(amarillo), Q4(Verde).

### **Figura 90**

*Guía 1 Conexión de la baliza 1*



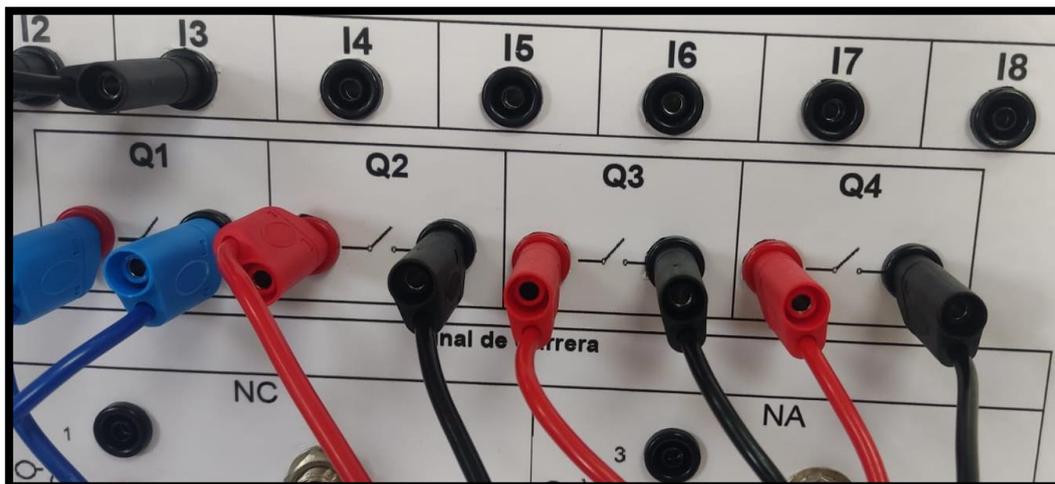
**Nota:** Figura Propia.

Como son 3 luces que vamos a utilizar cada cable rojo conectado al común alimentará las entradas de los relés Q2, Q3 y Q4. y las salidas hacia las luces V, A , R, dando la lógica de:

Si Q2 se activa, entonces R(rojo) se enciende.

**Figura 91**

*Conexión de la luses al logo*



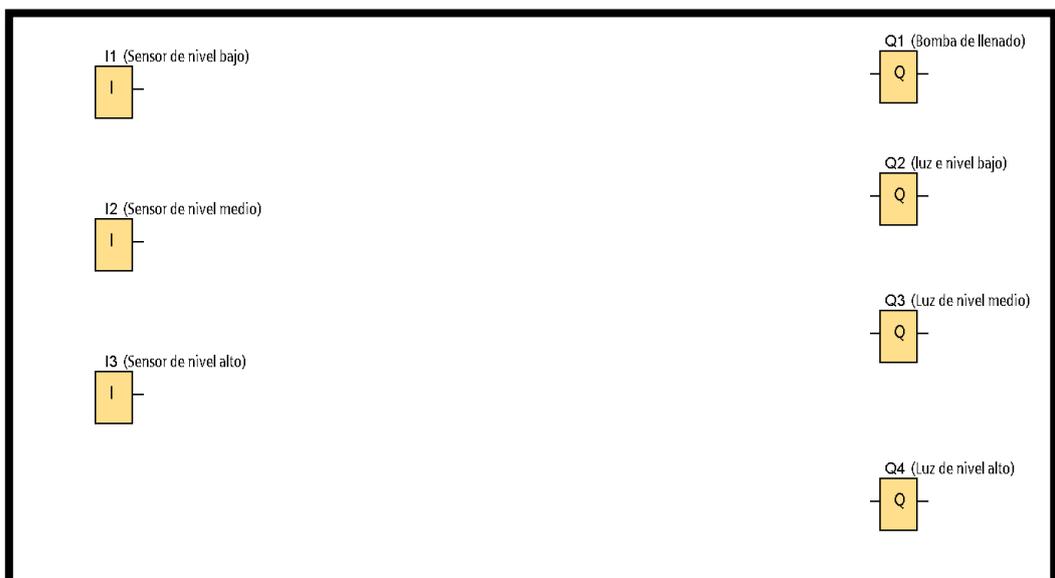
**Nota:** Figura Propia.

### 6.1.3. Programación.

Partimos ubicando todas las entradas y salidas a simular.

**Figura 92**

*Guía 1 programación 1*



**Nota:** Figura Propia

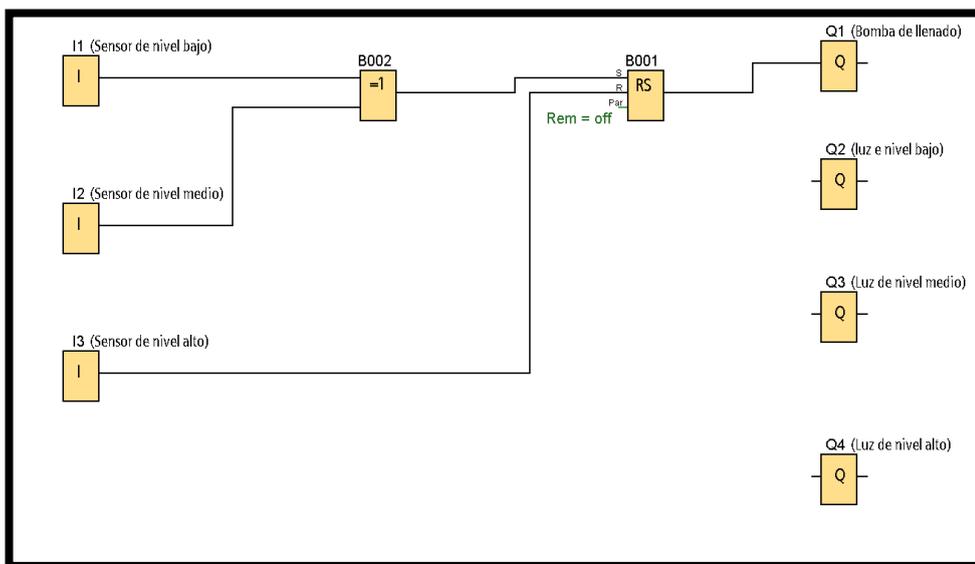
Se opta por un bloque de XOR(niega la salida cuando hay 2 entradas positivas) para que el

motor prenda únicamente cuando solo quede el sensor 1 encendido.

Luego utilizaremos el Bloque relé auto enclavador (RS), para apagar la bomba cuando tenga el nivel alto I3.

**Figura 93**

*Guía 1 programación 2*

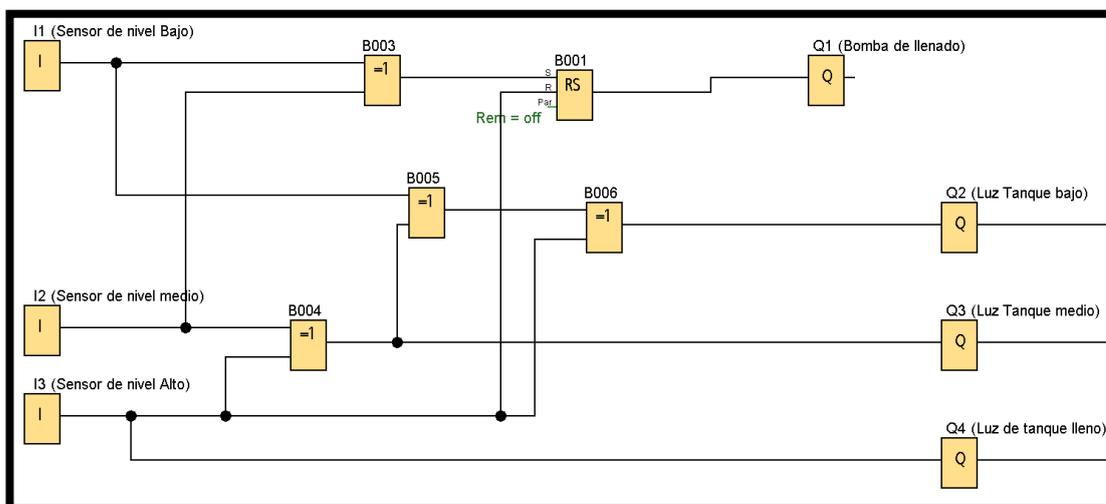


**Nota:** Figura Propia

Para las luces se utilizan más bloques XOR y evitar el encendido de más de 1 luz

**Figura 94**

*Guía 1 programación 3*

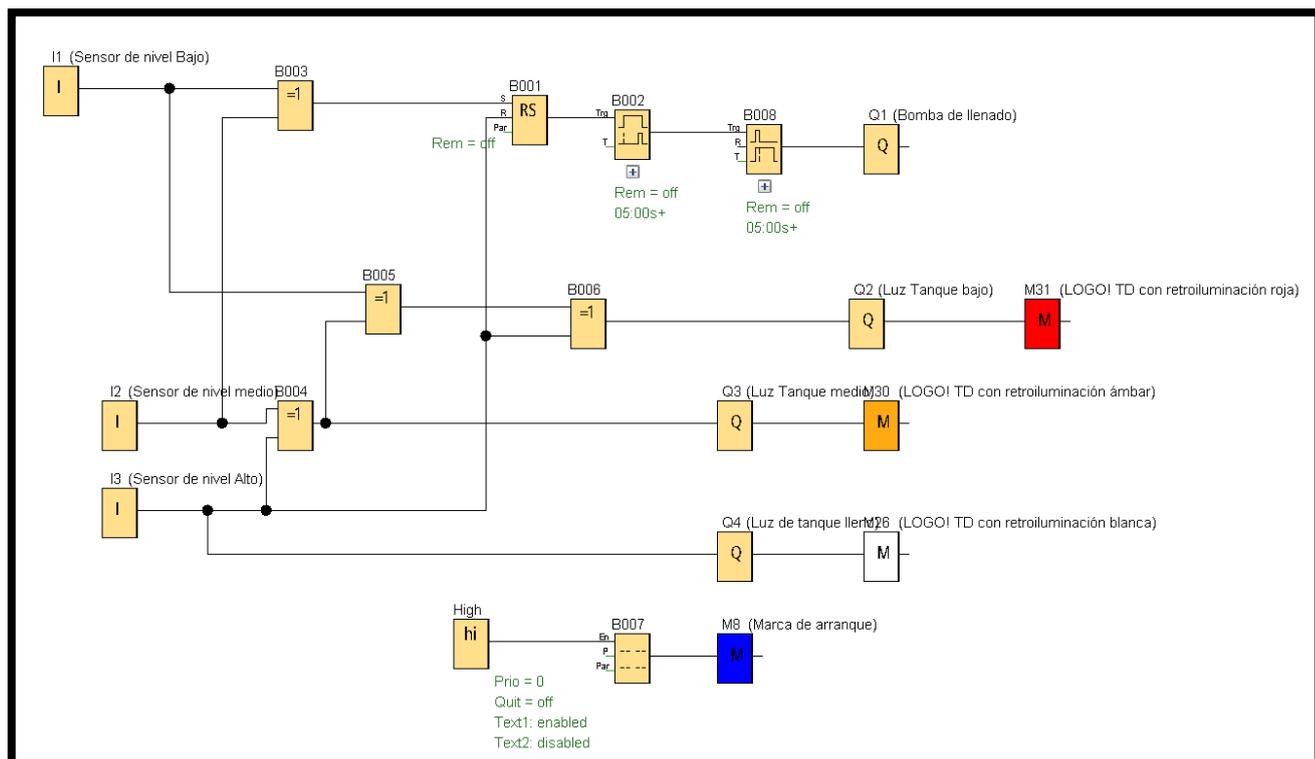


**Nota:** Figura Propia

Por último, se muestra en pantalla configurando un bloque Texto de Aviso, el estado del sistema automatizado, seguido de implementación de bloques temporizadores con el objetivo de evitar que la bomba prenda por rebalse del líquido del tanque.

**Figura 95**

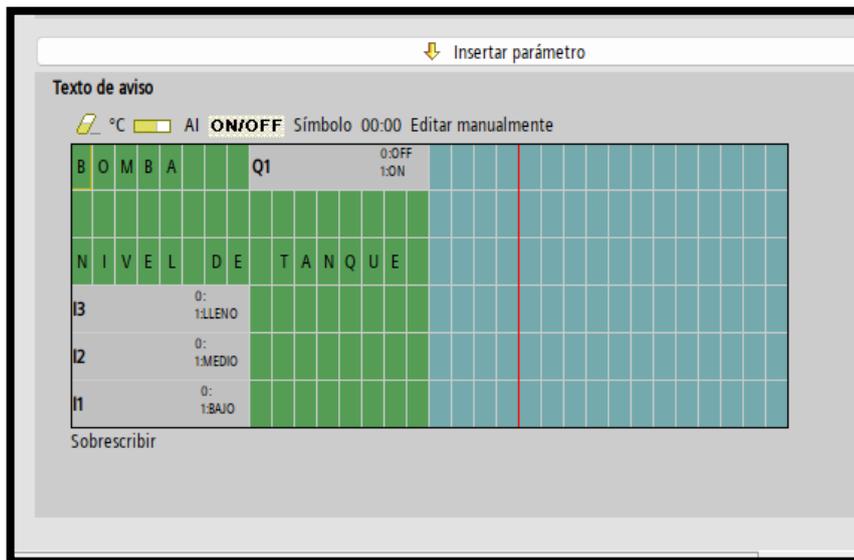
*Guía 1 Programación 4*



Fuente Figura Propia.

**Figura 96**

*Guía 1 Mostrar en pantalla*

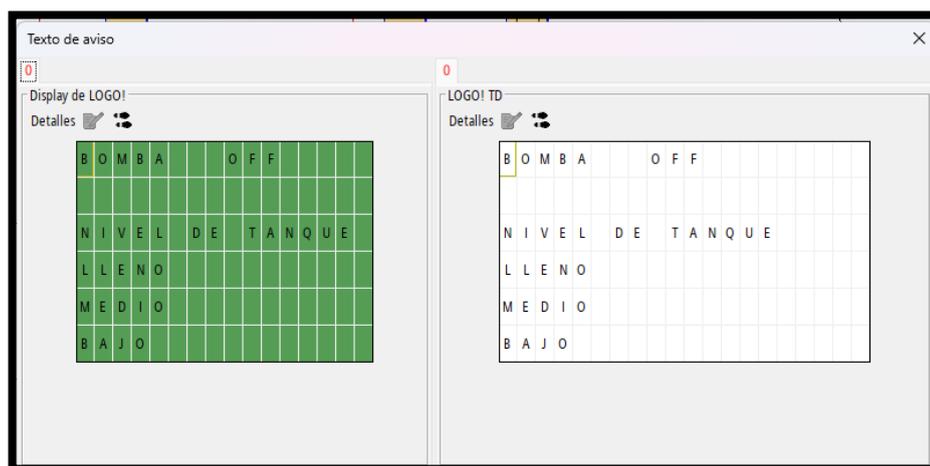


**Nota:** Figura Propia.

Resultados de la programación al simular en el software

**Figura 97**

*Guía 1 simulación 1.*



**Nota:** Figura Propia.

#### 6.1.4. Resultados esperados.

Una vez simulado el programa, encendemos el tablero y transferimos la programación al puerto ethernet.

Empezar la simulación del sistema auxiliar bajo supervisión de un docente.

#### Criterios de Evaluación:

- El sistema inicia el llenado al detectar nivel bajo.

#### Figura 98

*Guía 1 Resultado 1*



**Nota:** Figura Propia

- El flujo se corta automáticamente al alcanzar el nivel máximo.

### Figura 99

Guía 1 Resultado 2



Nota: Figura Propia.

- La señalización visual permite verificar el estado del proceso.

### Figura 100

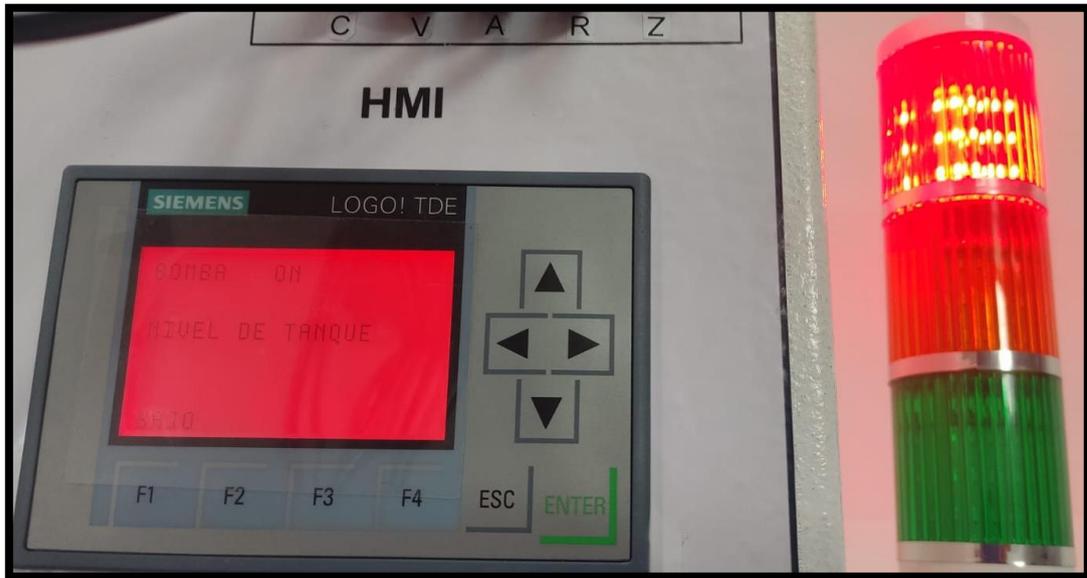
Guía 1 evaluación tanque lleno



Nota: Figura Propia.

## Figura 101

### Guía 1 Tanque Bajo



**Nota:** Figura Propia.

- El estudiante comprende la lógica de control y su aplicación real.

Pregunta abierta o actividad grupal sobre cómo mejorar el sistema, ya sea añadiendo relés temporizadores o señales adicionales.

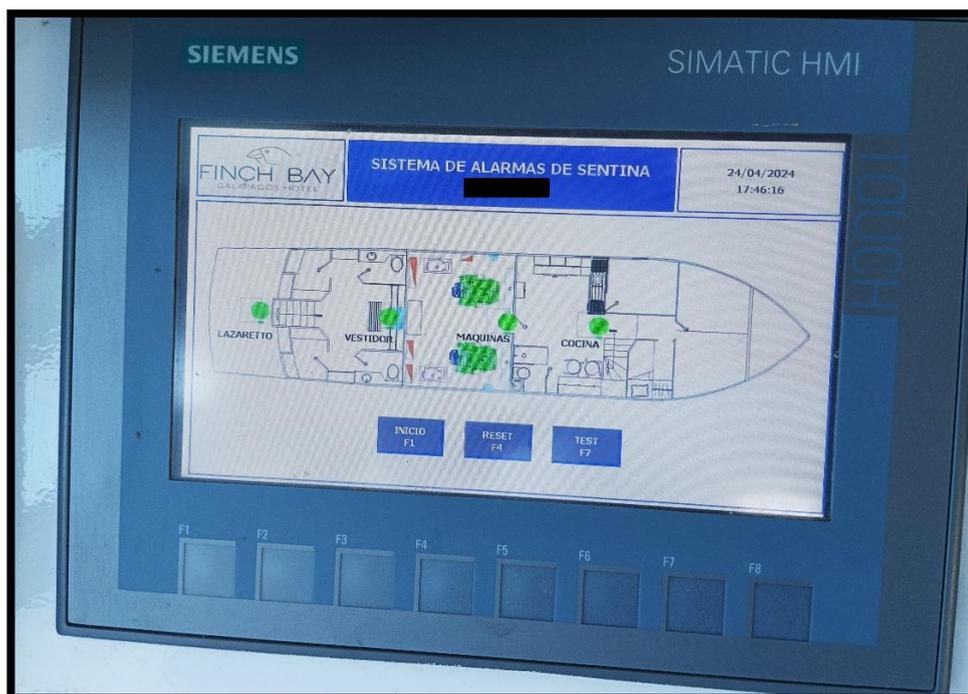
## 6.2 Guía simulación de sistema de alto nivel de sentinas.

La embarcación pesquera “EL REY” de la empresa “ULEAM.S.A” para la mejora operativa desea implementar la automatización en su sistema de alto nivel de sentinas. Para ello, se requiere que el sistema cumpla con las siguientes funciones técnicas:

- Detectar el nivel de sentina, mediante sensores.
- Activar alarmas visuales y auditivas ante presencia de líquidos por encima del nivel permitido, para notificación inmediata al operador.
- Generar enclavamiento de bombas, si se detecta condición de seguridad comprometida.
- Permitir reset del sistema, ya sea manual o automático, una vez que se restablezca el nivel seguro en la sentina.
- Permitir el control manual independiente de cada bomba.

### Figura 102

*Ejemplo de Sistema de Alarmas y control de Sentina*



**Nota:** Figura Propia.

### **6.2.1. Analizar el diseño.**

Según la figura 102 correspondiente al sistema de sentinas, se consta de 2 bombas para el achique, 3 luces y 1 alarma.

Entonces definimos las entradas según los requisitos de la empresa:

I1: Sensor de nivel alto

I2: Pulsador o selector de reset

I3: Orden manual de bomba 1

I4: Orden manual de bomba 2

Q1: Alarma y luces

Q2: Bomba 1

Q3: Bomba 2

### **6.2.2. Lógica cableada**

Para la lógica cableada utilizaremos un switch para simular el sensor, el botón NA para el Reset

### Figura 103

Guía 2 Conexión del sensor y del reset1

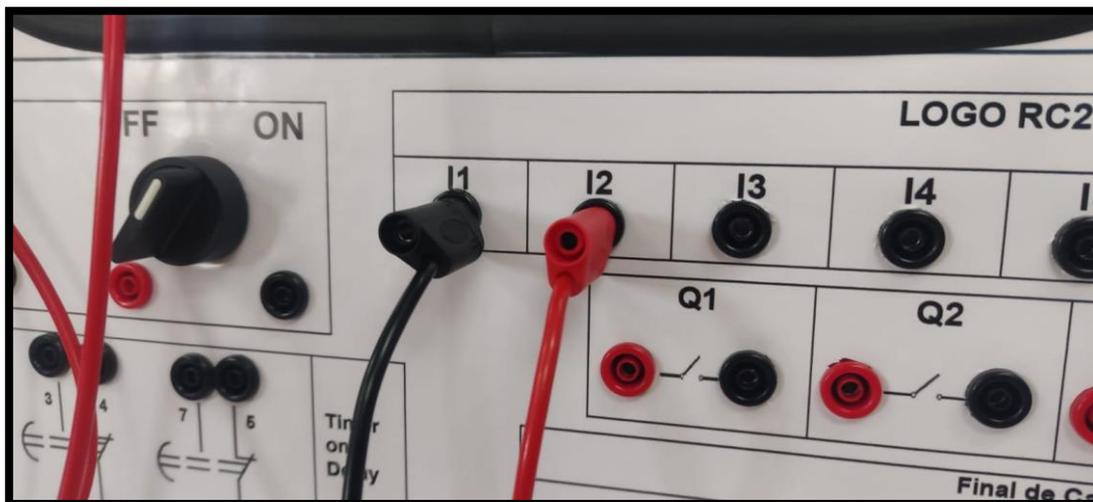


**Nota:** Figura Propia.

Conectamos L1 hacia la entrada del switch y la salida directamente al I1, Así mismo conectamos un cable(rojo)de la entrada del switch que ya esta alimentada(negro) con L1 al pulsador, y la salida a la entrada I2.

**Figura 104**

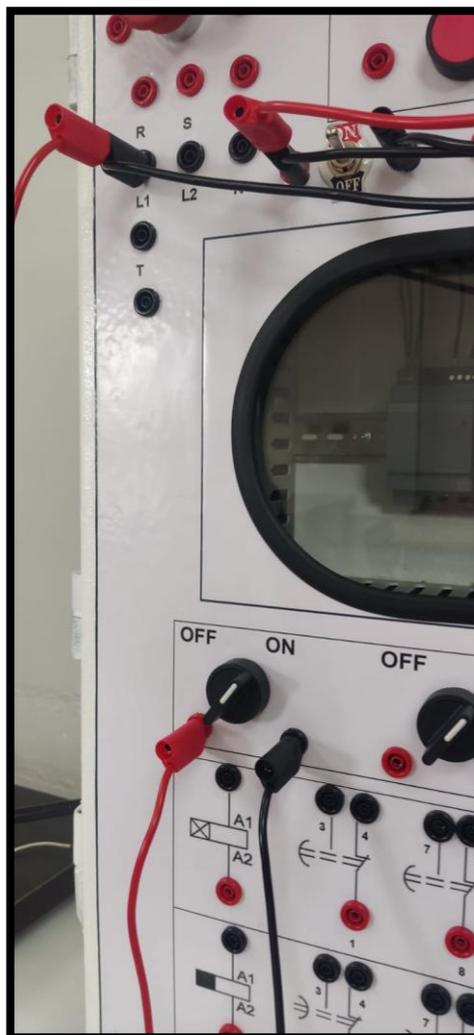
*Guía 2 Conexión del sensor y el reset al logo*



Para la orden manual de la bomba 1, se conecta L1 hacia la entrada del selector y la salida hacia la entrada I3(Orden Manual bomba 1)

**Figura 105**

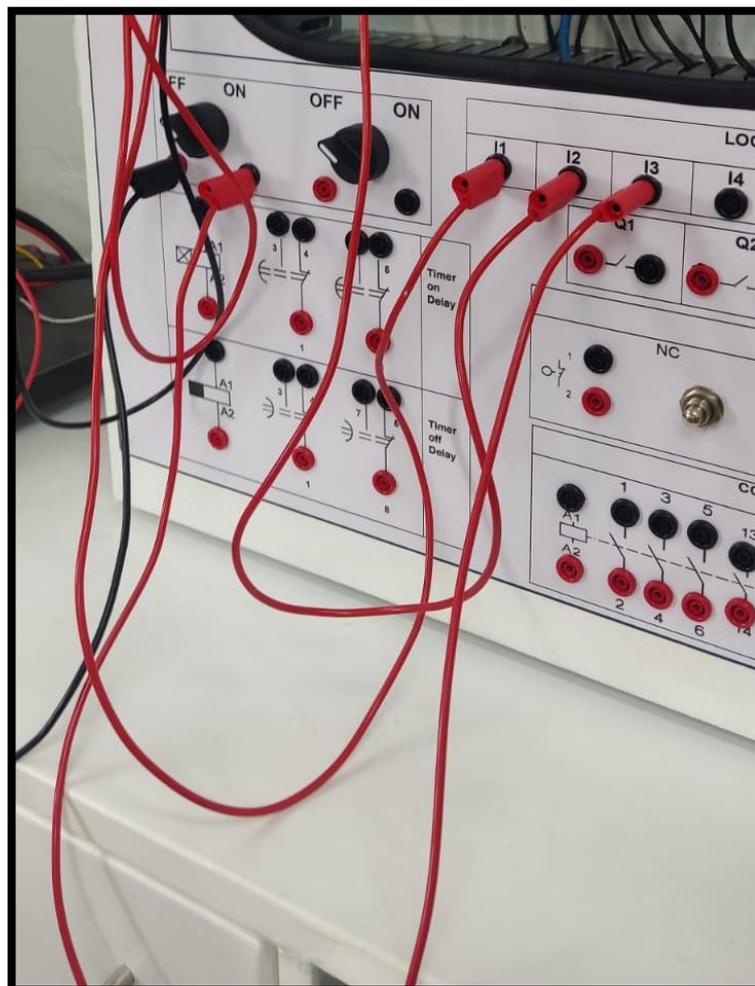
*Guía 2 Conexión manual de la bomba*



**Nota:** Figura propia

**Figura 106**

*Guía 2 Conexión de entrada I3*



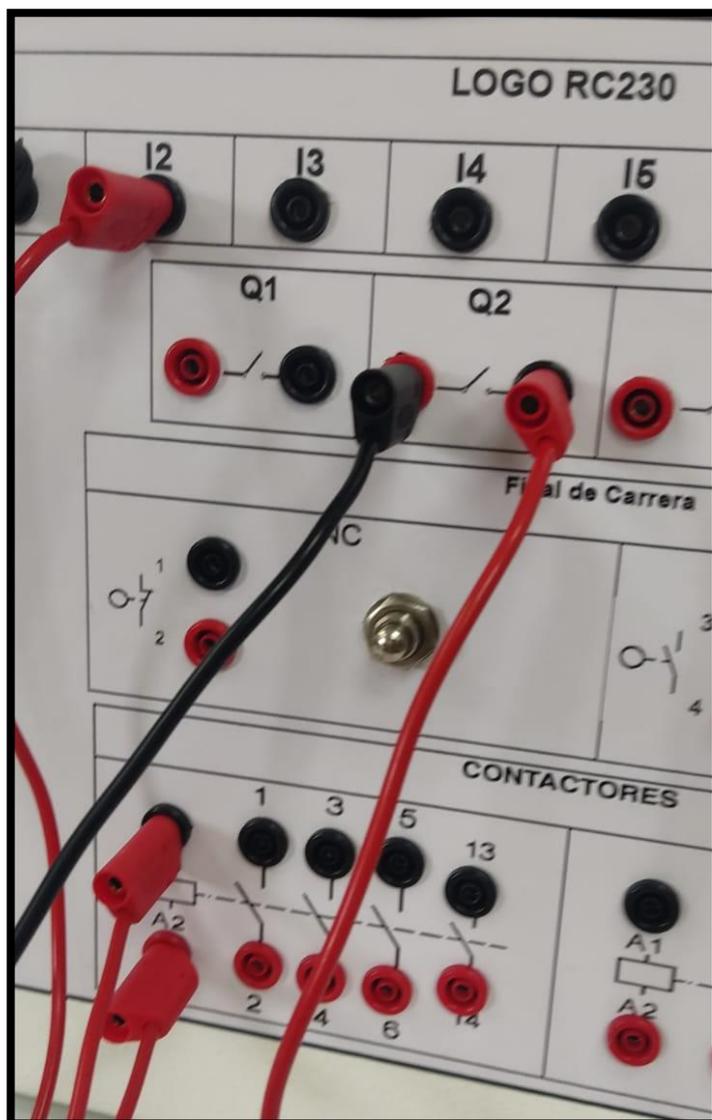
**Nota:** Figura Propia.

Se conecta L1 al selector y a I3(bomba 1).

Así mismo se conecta L1 al segundo selector y a I4(bomba 2)

**Figura 107**

*Guía 2 Conexión Q2 Bomba 1*



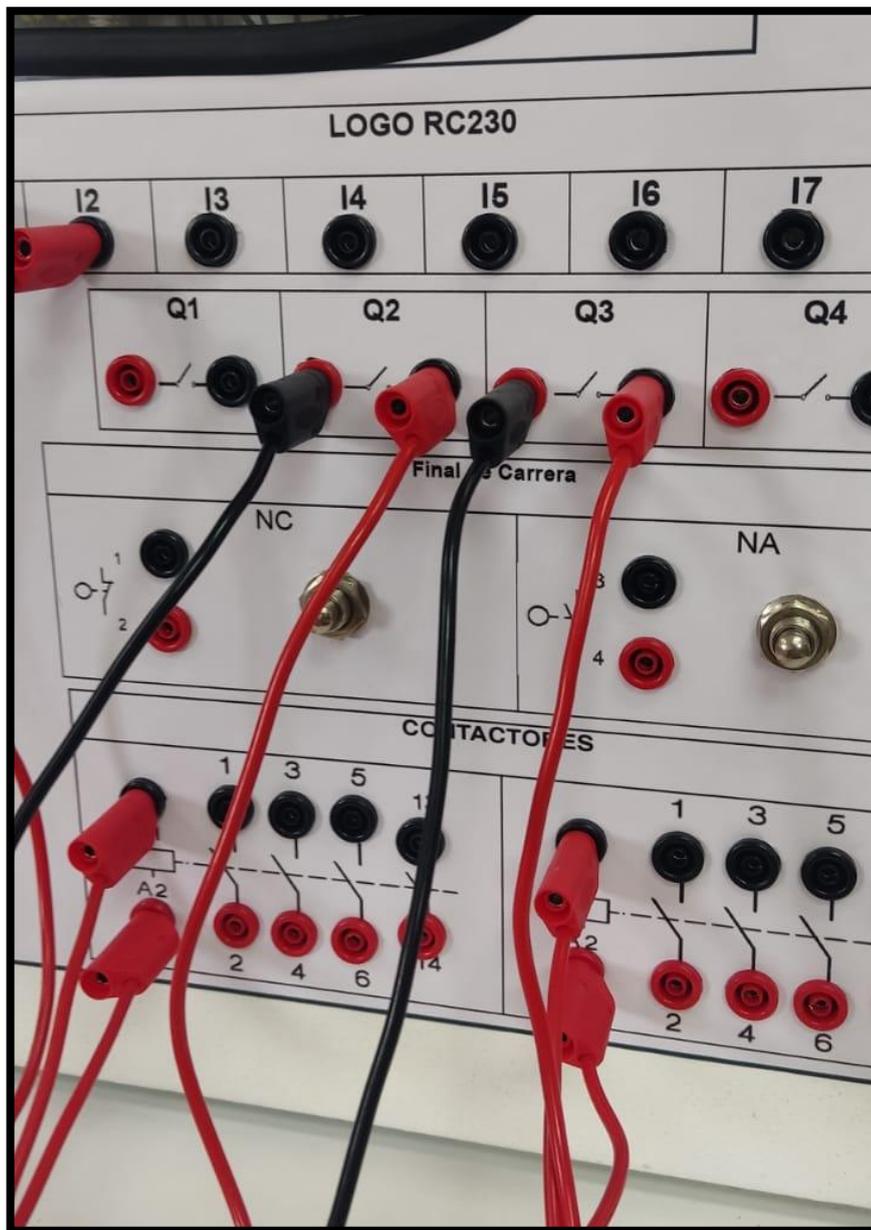
**Nota:** Figura Propia.

Para la simulación utilizaremos un contactor, se conecta L1 hacia el relé Q2 y la salida para alimentar la bobina del contactor cerrando el circuito con L2

Se hace el mismo procedimiento para la segunda bomba, Conectamos L1 a la entrada del relé Q3(bomba 2) y la salida al segundo contactor cerrando el circuito con L2.

**Figura 108**

*Guía 2 Conexión Q3 bomba 2*



**Nota:** Figura Propia.

Para la alarma se utiliza la baliza, se conecta el C(común) hacia Q1 y la salida se conectará a la luz roja y la alarma.

### Figura 109

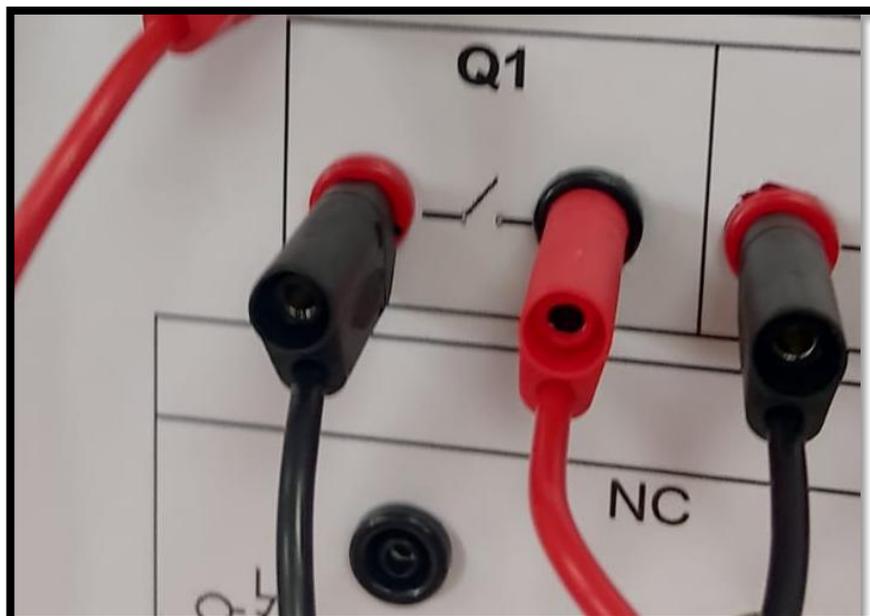
Guía 2 Conexión Baliza 1



**Nota:** Figura Propia.

### Figura 110

Guía 1 Conexión Q1



**Nota:** Figura Propia

C(común) conecta a Q1 y la salida de Q1 conecta a R(rojo) y Z(alarma).

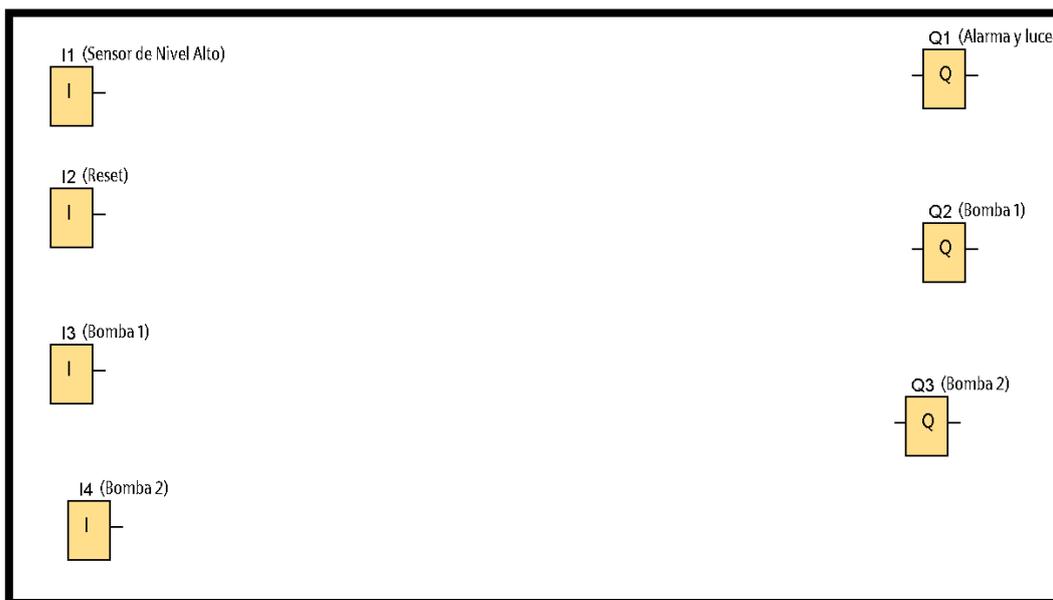
Tenemos completada la lógica cableada.

### 6.2.3. Programación.

Partimos colocando todas las entradas y salidas que utilizaremos del logo

**Figura 111**

*Guía 2 programacion1*

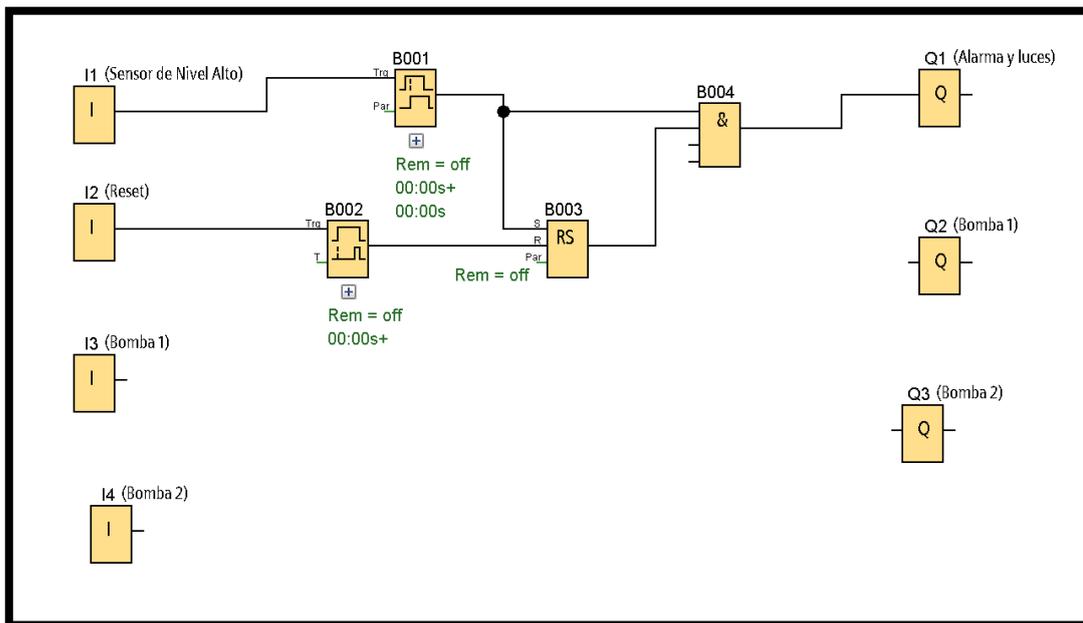


**Nota:** Figura Propia

Utilizamos los bloques temporizadores para incluir el detalle del rebase del sensor y conectamos un Relé autoenclavador para apagar la alarma cuando se pulse el botón de reset al sistema.

**Figura 112**

Guía 2 programación 2

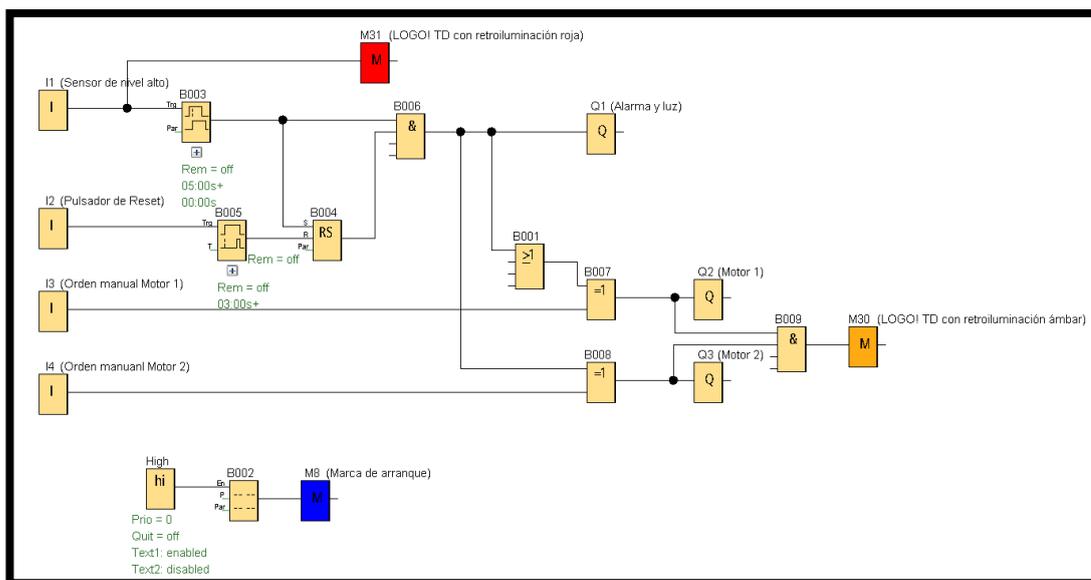


**Nota:** Figura Propia

Luego utilizamos bloques OR y XOR para prender los motores de forma independiente o apagarlos de forma manual en caso de que el sensor este encendido. Y añadimos señalización adicional de la TDE dando por finalizada la programación

**Figura 113**

Guía 2 programación 3



**Nota:** Figura Propia.

Por último, simulamos antes de enviar al tablero.

**Figura 114**

*Guía 2 simulación*



**Nota:** Figura Propia.

#### **6.2.4. Resultados esperados.**

Una vez simulado el programa, encendemos el tablero y transferimos la programación al puerto ethernet del tablero.

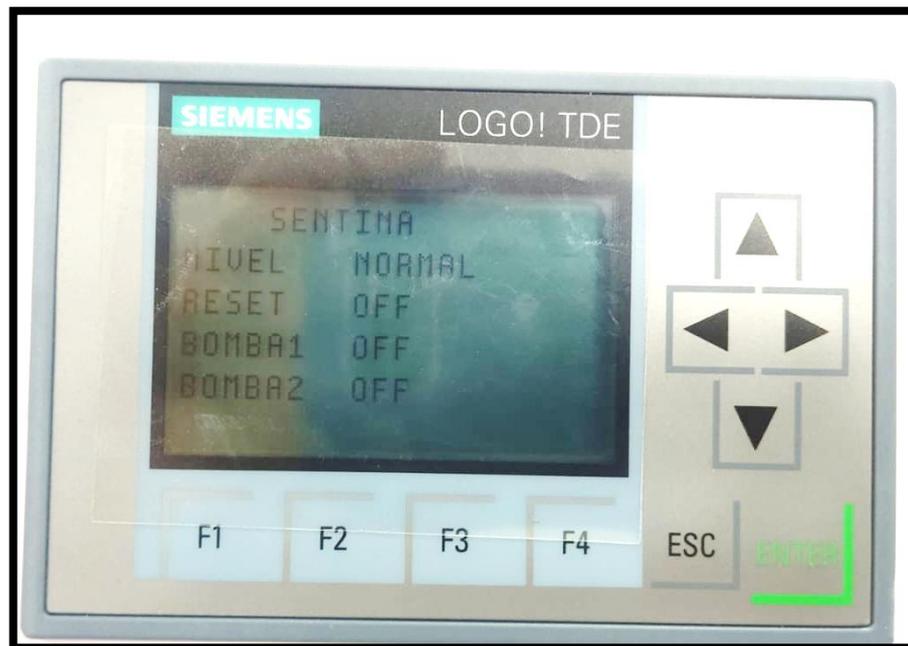
Empezar la simulación del sistema auxiliar bajo supervisión de un docente.

#### **Criterios de evaluación.**

- Estado normal, sin alarmas y sin luces de emergencia. Y la prueba de las bombas de forma manual.

**Figura 115**

*Guía 2 resultado 1*



**Nota:** Figura Propia

- Alarmas activadas solo si el nivel alto persiste.

**Figura 116**

*Guía 2 resultado 2*



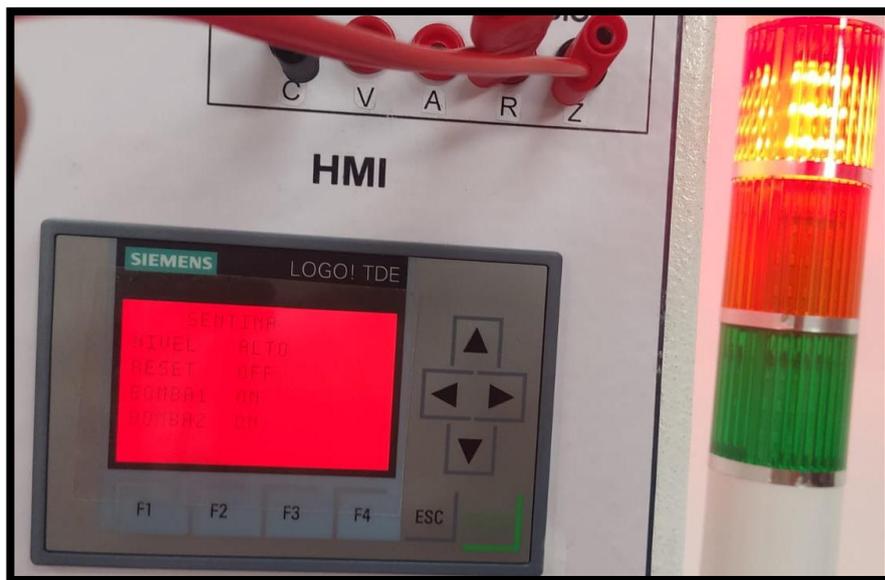
**Nota:** Figura Propia.

Alarma y luz encendidas por nivel Alto

- Sistema reiniciable o nivel seguro sostenido.

### Figura 117

*Guía 2 Resultado 3*



**Nota:** Figura Propia.

Alarma sigue sonando, pero los motores se apagan.

- El estudiante comprende la lógica de control y su aplicación real.

Pregunta abierta o actividad grupal sobre cómo mejorar el sistema, ya sea añadiendo relés temporizadores o señales adicionales.

### 6.3. Guía de Simulación de sistema estabilizador de giro de pala dinámica

La empresa “ULEAM S.A.” opta por un proyecto de implementación para la embarcación pesquera “EL REY”, un sistema de control automatizado para la pala dinámica del timón, el cual ayudará ante variaciones bruscas y maniobrabilidad.

Requisitos funcionales del sistema:

- Control manual de dirección de giro.
- Visualización de posición de pala.
- El sistema debe cambiar de color según el ángulo actual de la pala:

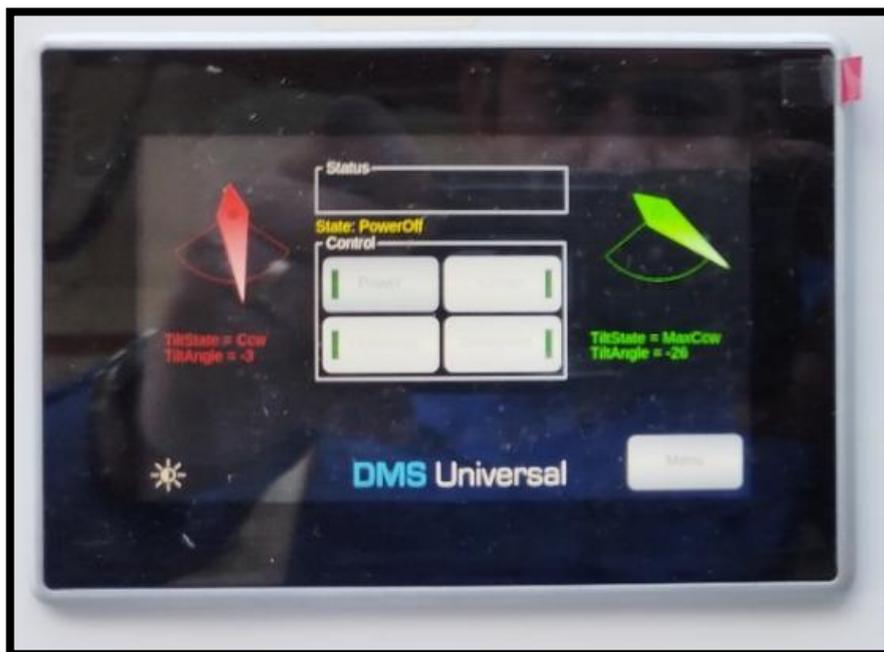
A. **Blanco:** Posición inicial ( $90^\circ$ )

B. **Rojo:** Estribor ( $0-80^\circ$ )

C. **Verde:** Babor ( $100-180^\circ$ )

**Figura 118**

*Ejemplo de Simulación de sistema estabilizador de pala dinámica*



**Nota:** Figura Propia.

### **6.3.1. Analizar del diseño**

Según el sistema reflejado en la figura 85, la pantalla muestra color verde si la pala gira a estribor (Derecha) o rojo si es a babor (Izquierda). Solo tenemos 2 opciones que el logo debe captar, por ende solo serán 2 señales.

Según los requisitos tendremos las siguientes entradas.

I1: Botón giro (orientado a estribor)

I2: Cambio de dirección a Babor

Y Tendremos las siguientes salidas

Q1: Verde

Q2: Rojo

### **6.3.2. Lógica cableada.**

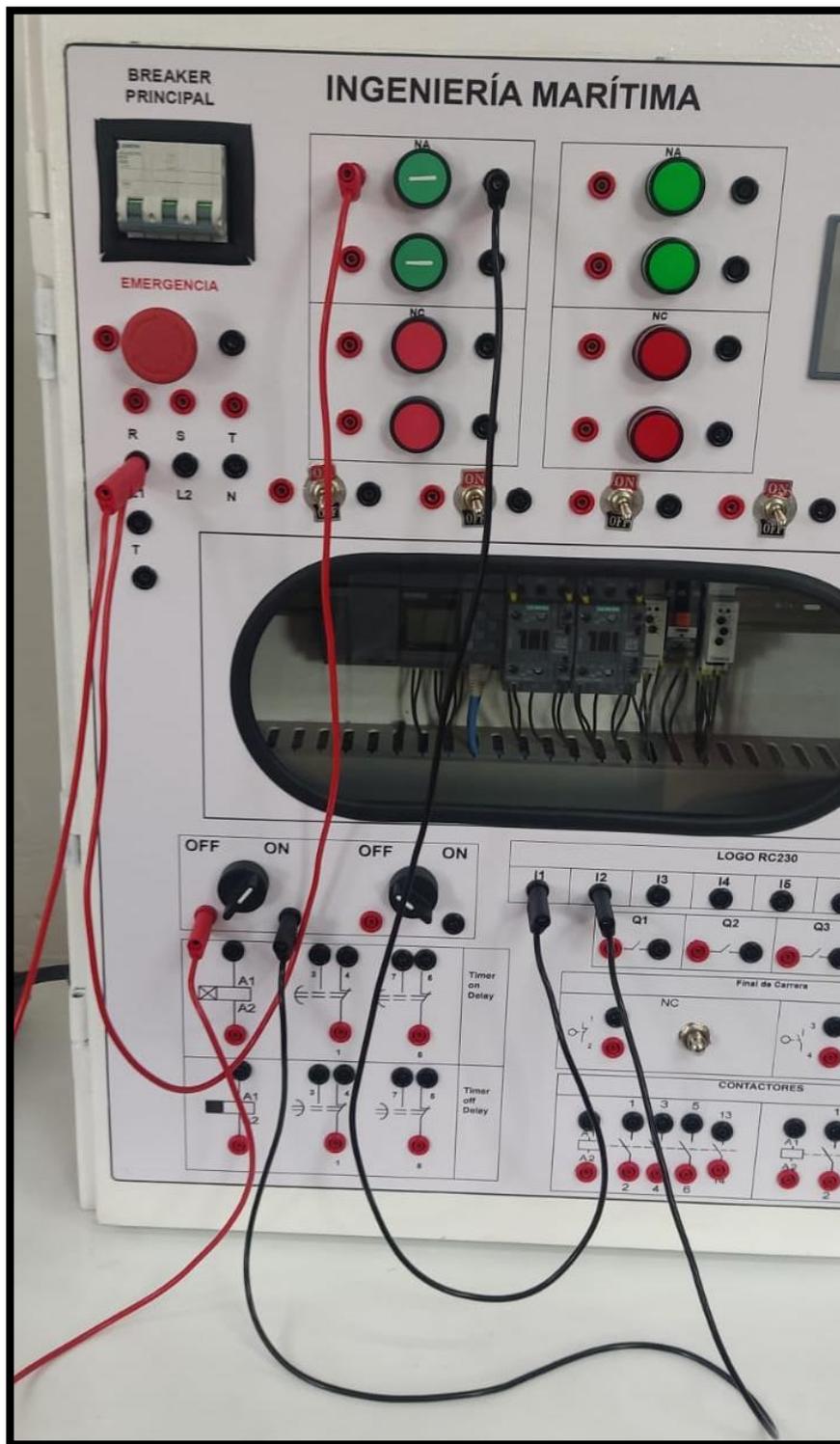
Como tendremos solo 2 entradas al logo, el pulsador para aumentar o reducir el Angulo, y el cambio de sentido que podría conectarse a un selector, la lógica cableada no es complicada.

Alimentamos con L1 el pulsador y la salida a la entrada I1(aumento o disminución del angulo)

Alimentamos con L1 al Selector y la salida a la entrada I2(Sentido de giro)

**Figura 119**

*Guía 3 Conexión de pulsador II y selector I2*



**Nota:** Figura Propia.

Para las luces utilizaremos la baliza conectando:

- C(común) a la entrada del relé Q1(Verde), y la salida al terminal V(verde) de la baliza
- C(común) a la entrada del relé Q2(Rojo), Y la salida al terminal R(Rojo) de la baliza.

**Figura 120**

*Guía 3 Conexión baliza 1*



**Nota:** Figura Propia.

**Figura 121**

*Guía 3 Conexión Q1 y Q2*



**Nota:** Figura Propia

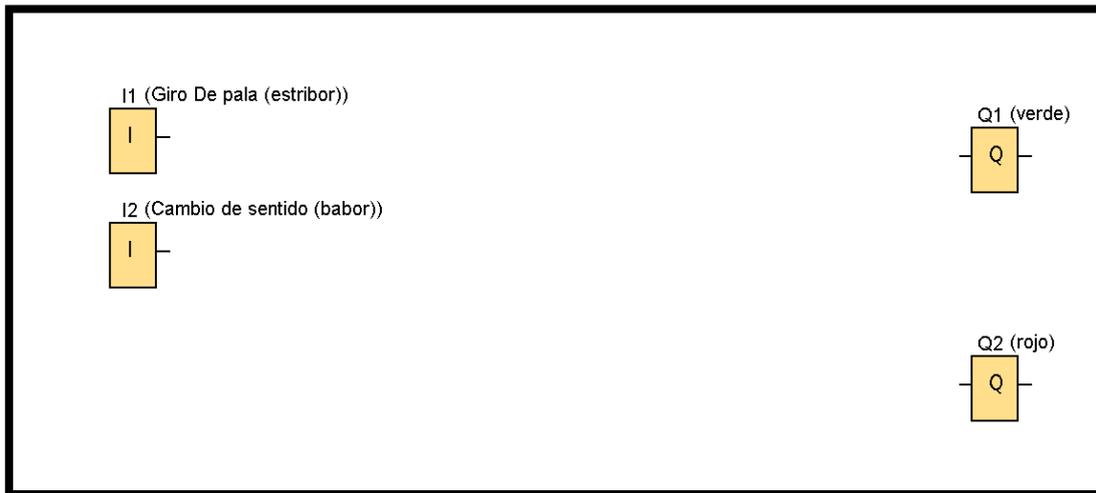
Con esto ya tendríamos la lógica cableada.

### 6.3.3. Programación.

Partimos la programación con las entradas y salidas.

**Figura 122**

*Guía 3 programación 1*

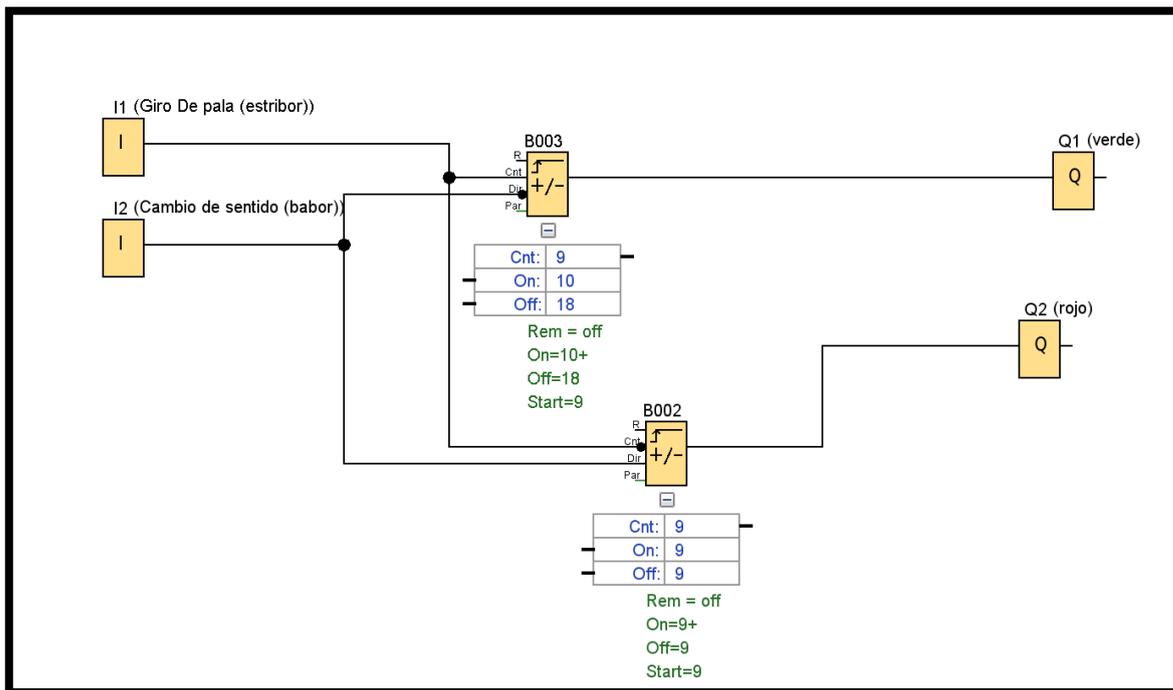


Nota: Figura Propia

Para hacer la lógica de los ángulos utilizaremos bloques de contador adelante/ atrás, para hacer la lógica de los ángulos. Menor a 80° rojo y mayor a 100° verde.

**Figura 123**

Guía 3 programación 2

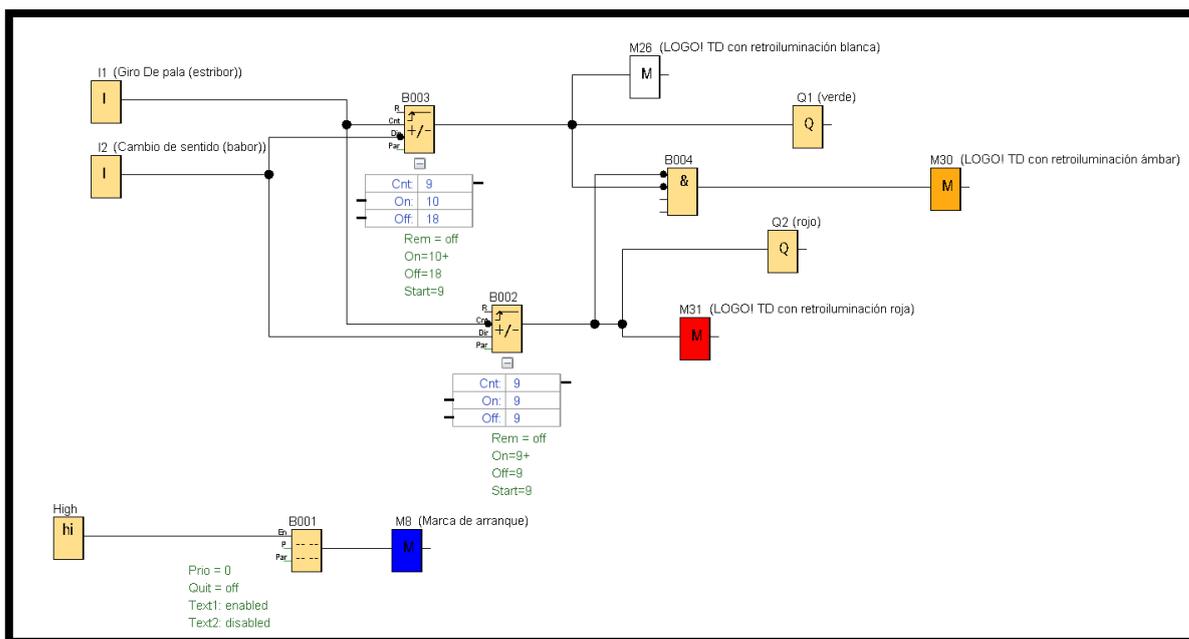


**Nota:** figura propia.

Por último, añadimos señalización extra

**Figura 124**

Guía 3 programación 3



**Nota:** Figura Propia.

Probamos la simulación, para ver los resultados del programa.

**Figura 125**

*Guía 3 Simulación*



**Nota:** Figura Propia.

### 6.3.4. Resultados esperados

Una vez simulado el programa, encendemos el tablero y transferimos la programación al puerto ethernet del tablero.

Empezar la simulación del sistema auxiliar bajo supervisión de un docente.

- El sistema responde a pulsadores simulando giro.

**Figura 126**

*Guía 3 Resultado 1*



**Nota:** Figura Propia.

- El ángulo se visualiza y cambia progresivamente.

**Figura 127**

*Guía 3 resultado 2*



**Nota:** Figura Propia.

### Figura 128

Guía 3 resultado 3



**Nota:** Figura Propia.

- La baliza cambia de color según posición de pala.

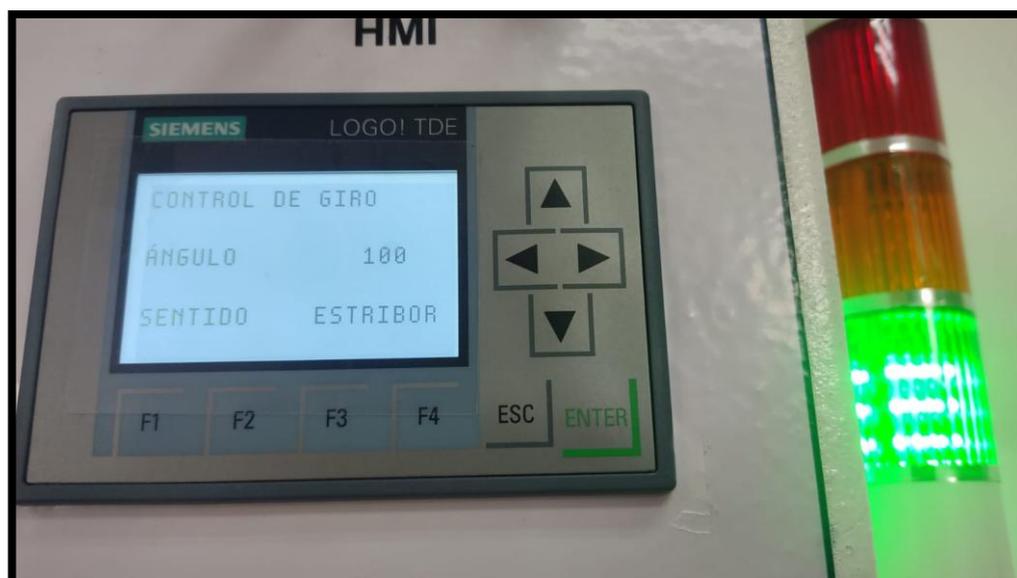
Menor o igual a 80 rojo.

90 se apaga.

Mayor o igual a 100 se enciende.

### Figura 129

Guía 3 resultado 4



**Nota:** Figura propia

### **Figura 130**

*Guía 3 resultado 5*



**Nota:** Figura Propia.

- El estudiante comprende la lógica de control y su aplicación real.

Pregunta abierta o actividad grupal sobre cómo mejorar el sistema, ya sea añadiendo relés temporizadores o señales adicionales.

#### **6.4. Guía de simulación de sistema de alarmas de falla de luces de navegación.**

Con el fin de mejorar el cumplimiento de normativas marítimas aplicables (SOLAS), y con respecto a la seguridad operacional durante las maniobras de remolque u operaciones nocturnas de la embarcación, la empresa ULEAM S.A. solicita el desarrollo de un sistema de control para detectar y alertar sobre fallas de luces de navegación en la embarcación pesquera “EL REY”.

Requisitos técnicos solicitados por ULEAM S.A.

- Detección de estado de luces de navegación El sistema debe identificar si la luz está operativa o en falla.

- Activación automática de alarma visual/auditiva. En caso de falla, se debe activar una señal sonora (proa, popa, estribor, babor, etc.).
- Registro visual en pantalla (LOGO! TD) Mostrar mensaje tipo: “Falla en luz de estribor” o “Todas luces operativas”.

**Figura 131**

*Control luces de navegación*



**Nota:** Figura Propia

#### 6.4.1. Analizar el diseño

Tomando como referencia la figura 131, se pueden simular N cantidad de luces, no obstante para cumplir con el requisito mínimo del ejercicio se optará por 4 luces de navegación (proa, popa, estribor, babor).

I1: Luz Proa Operativa.

I2 Luz Popa Operativa.

I3 Luz Estribor Operativa.

I4: Luz Babor Operativa.

Y para las salidas seria la alarma en caso de que llegue a fallar algunas de las luces.

Q1: Alarma

Q2: Todo Encendido

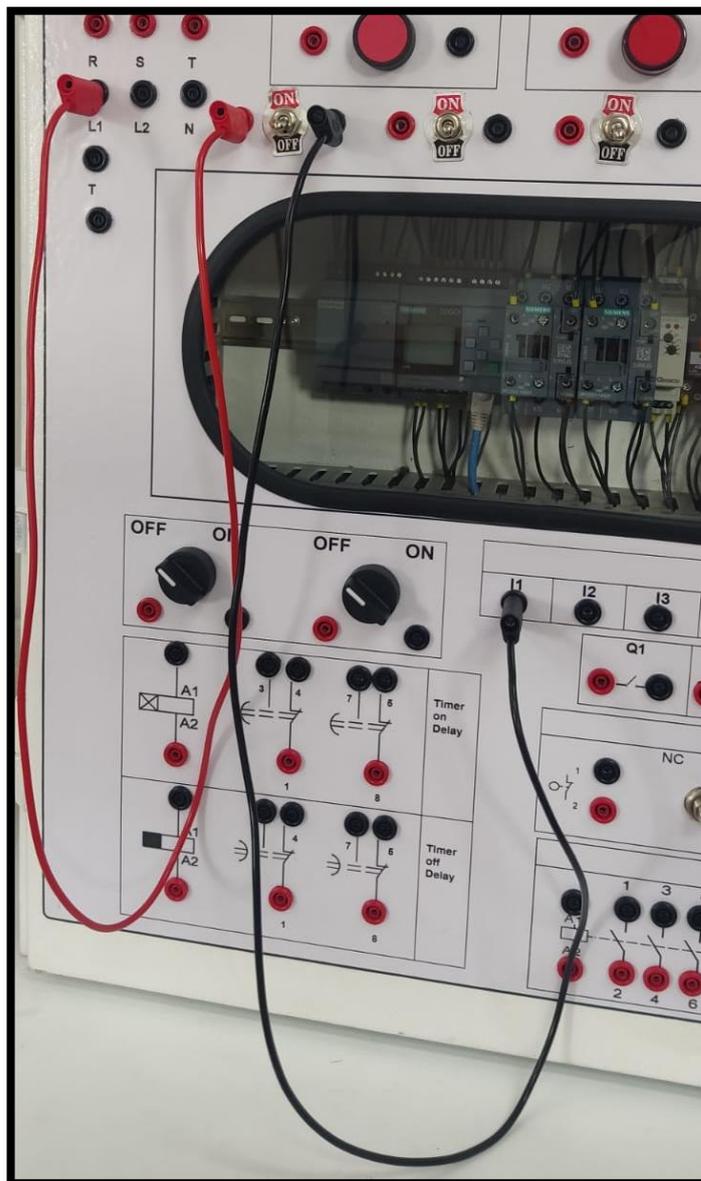
#### **6.4.2. Lógica Cableada**

Para simular las señales de las luces, utilizaremos los switches.

Conectamos L1 hacia la entrada de un Switch y la salida hacia la entrada I1 del logo

**Figura 132**

*Guía 4 Conexión II*



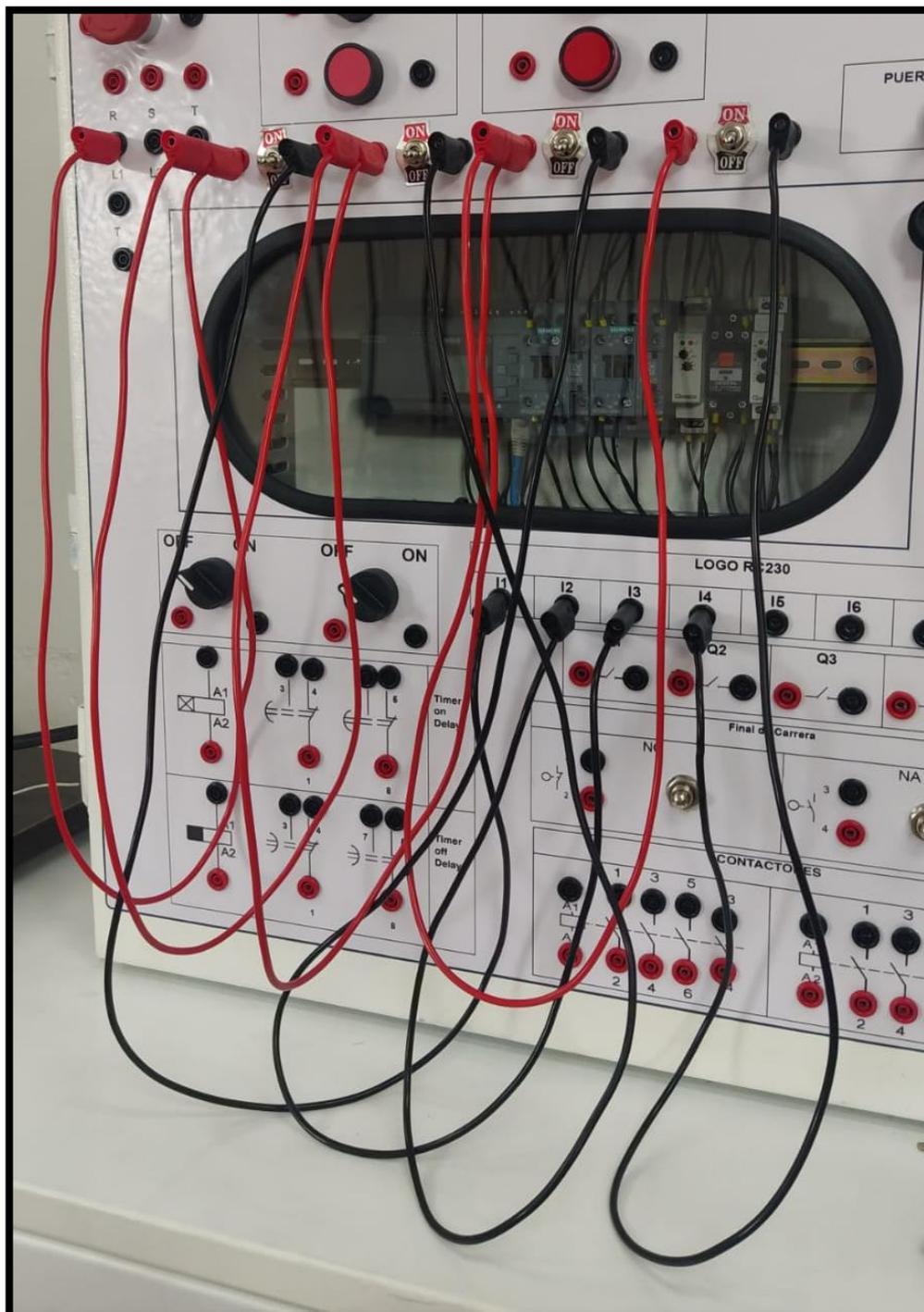
**Nota:** Figura Propia

Hacemos lo mismo para cada una de las luces

Se puede hacer puente con cada entrada de un switch ya que esta energizada con L1. Y sus salidas independientemente a cada entrada del logo.

**Figura 133**

*Conexión de los 4 sensores a I1, I2, I3, I4.*



**Nota:** Figura Propia.

Para la alarma utilizaremos la baliza.

Conectamos C(común) a la entrada Q1(alarma general) del relé del logo y la salida hacia

Z(alarma), también se puede usar una luz para simular mejor la señal de advertencia.

### Figura 134

Guía 4 Conexión Baliza



**Nota:** Figura Propia.

En la figura 134 se hace puente la luz roja de la alimentación de la alarma para activar las 2 al mismo tiempo.

**Figura 135**

*Guía 4 Conexión Q1*

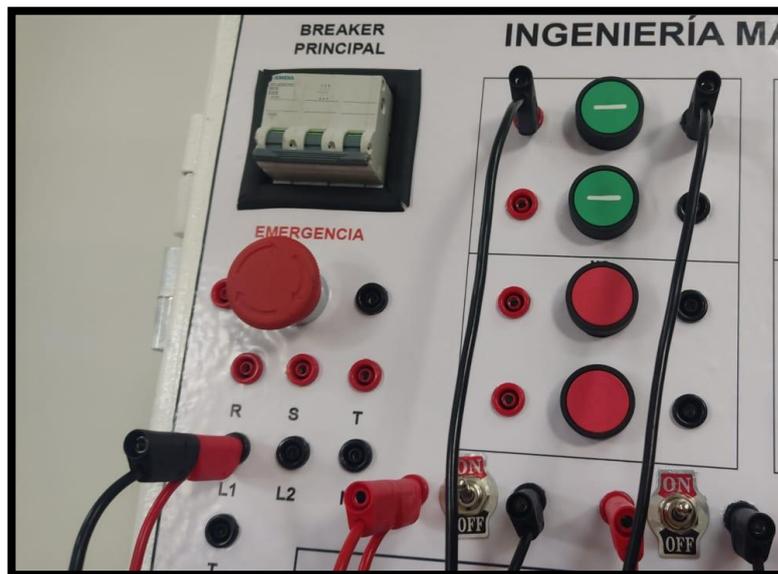


**Nota:** Figura Propia

Por último, el botón de reset que simplemente es la conexión de L1 hacia un pulsador NA y la salida hacia I5.

**Figura 136**

*Conexión Botón Reset L1 al pulsador.*



**Nota:** Figura Propia

**Figura 137**

*Guía 4, Conexión de la salida del pulsador a I5*



**Nota:** Figura Propia.

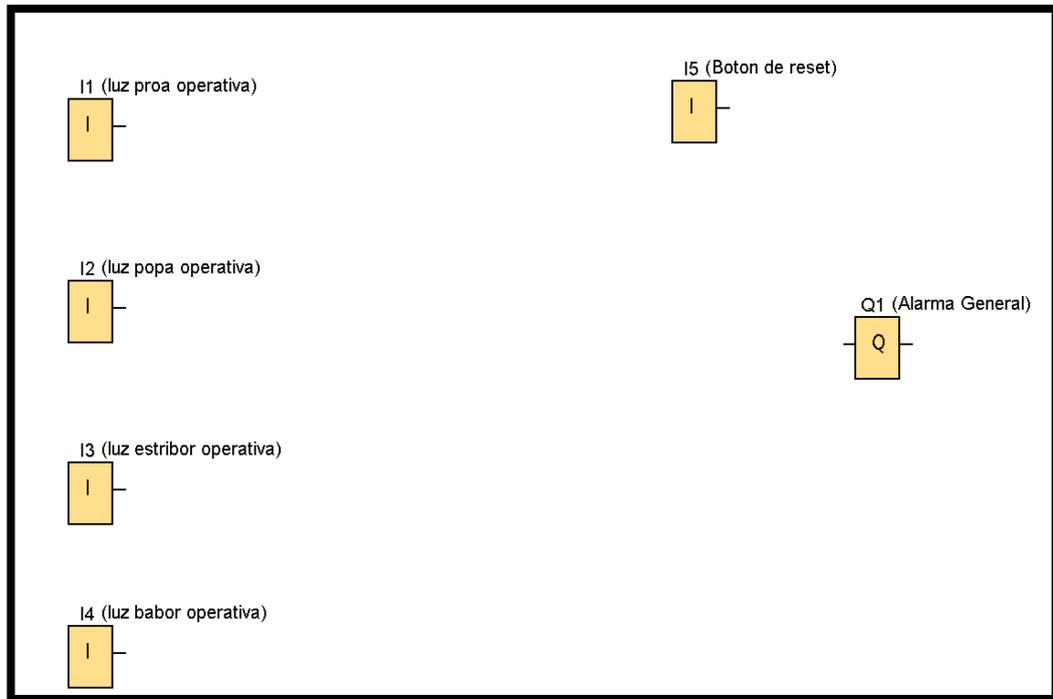
Con esto tendríamos la lógica cableada terminada.

### 6.4.3. Programación

Partimos colocando las entradas y las salidas.

**Figura 138**

*Guía 4 programación 1*

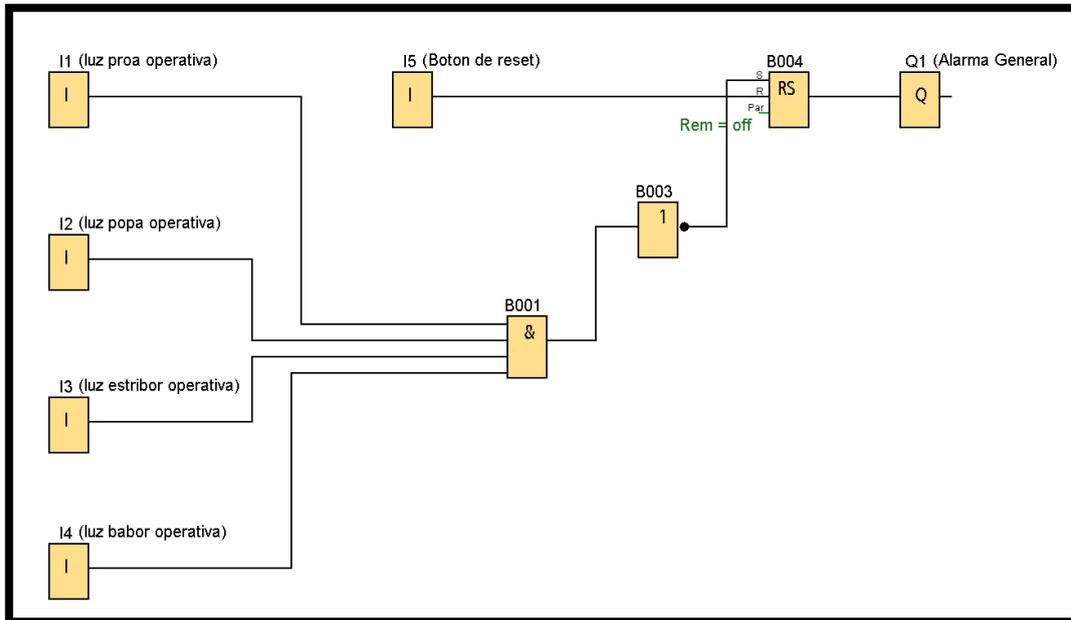


**Nota:** Figura propia.

Utilizamos un bloque AND, hace válida la salida si todas las entradas están habilitadas, un bloque de negación para quitar el auto enclavamiento de la alarma, en caso de reparar o cambiar la luz de falla, y el botón reset para Apagar alarma de forma manual.

**Figura 139**

Guía 4 programación 2

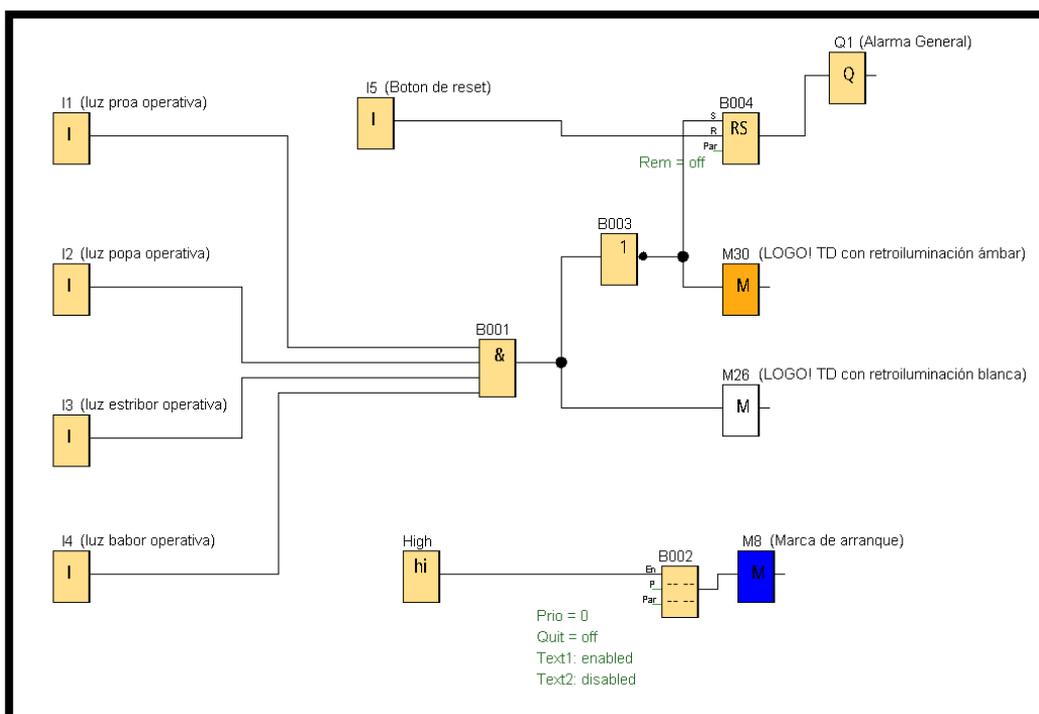


**Nota:** Figura Propia

Añadimos más señalización con los bloques M que corresponde a los colores de pantalla.

**Figura 140**

Guía 4 programación 3

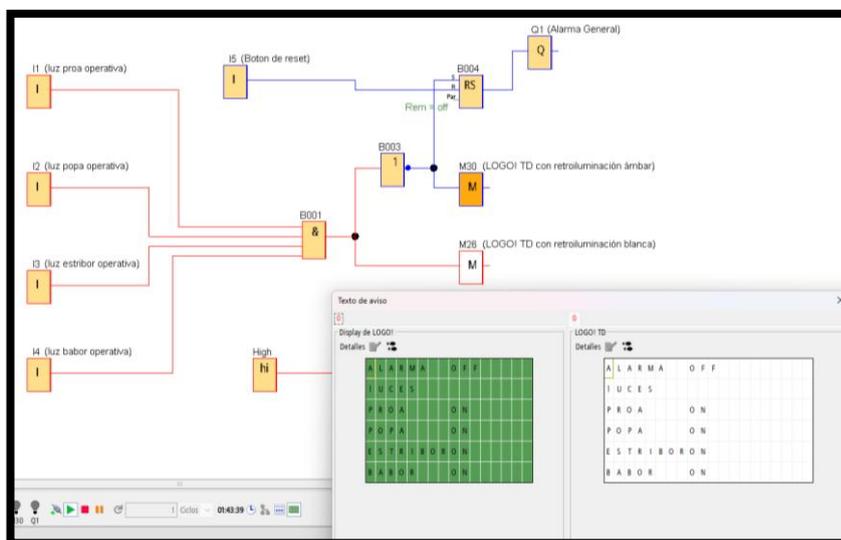


**Nota:** Figura Propia

Por último, simulamos la programación

**Figura 141**

*Guía 4 programación 4*



**Nota:** Figura Propia

#### 6.4.4. Resultados esperados

Una vez simulado el programa, encendemos el tablero y transferimos la programación al puerto ethernet del tablero.

Empezar la simulación del sistema auxiliar bajo supervisión de un docente.

#### **Criterios de Evaluación.**

- El sistema detecta falla en cualquier luz.

**Figura 142**

*Guía 4 resultado 1*



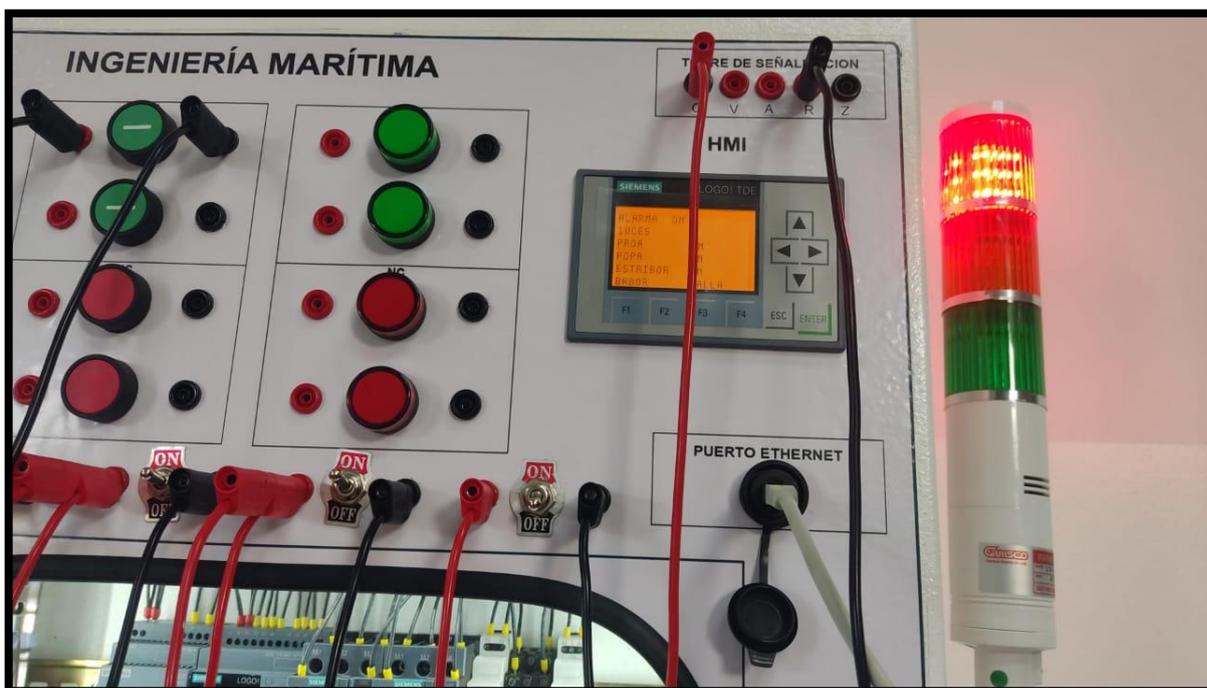
**Nota:** Figura Propia.

El mensaje en pantalla muestra la falla en el lugar específico de la luz.

- Se activa alarma visual y sonora específica.

**Figura 143**

*Guía 4 Resultado 2*



**Nota:** Figura Propia.

Un switch está en off provocando el encendido de la luz roja y la alarma.

- El botón de reset desactiva la alarma aun con la falla de las luces

### Figura 144

Guía 4, Resultado 3



**Nota:** Figura Propia.

- El estudiante comprende lógica de diagnóstico y señalización crítica.

Pregunta abierta o actividad grupal sobre cómo mejorar el sistema, ya sea añadiendo relés temporizadores o señales adicionales.

## **Recomendaciones.**

- Antes de utilizar el tablero, leer detenidamente el manual del capítulo IV para tener una clara referencia de su función y anticipar cualquier tipo de percance y entender la lógica de programación.
- Antes de cada simulación, se debe realizar una verificación visual y técnica de las conexiones, asegurando que los cables estén correctamente conectados y que los dispositivos estén en estado operativo, probar con multímetro cada elemento antes de usar.
- No energizar el tablero sin supervisión de un docente o entidad responsable durante las prácticas de simulación.
- Al concluir cada práctica, cerrar el breaker principal antes de desconectar cada cable, esto evitará lesiones al operador al entrar en contacto con una línea activa, en caso de no usar un atuendo o calzado dieléctrico.
- Alzar y guardar los cables en orden para dejar el tablero en condiciones óptimas para el siguiente grupo.

## **Conclusiones.**

Se logró identificar los sistemas auxiliares más representativos en embarcaciones, priorizando aquellos que permiten una simulación funcional en el tablero didáctico. La estructura modular del tablero lo convierte en una extensión útil para futuras implementaciones en el laboratorio de electricidad, permitiendo adaptar nuevos subsistemas sin alterar la lógica base.

El diseño estructural se desarrolló en SolidWorks, integrando cada componente con precisión geométrica y funcional. El tablero resultante es apto para programación, visualización de procesos y documentación técnica, lo que lo convierte en una herramienta didáctica replicable y defendible.

Se implementó una lógica de control en lenguaje de bloques mediante LOGO! Soft Comfort, simulando procesos operativos como arranque, parada, señalización de fallas y ciclos automáticos. El tablero permite replicar situaciones críticas como sobrellenado o pérdida de señal, preparando al estudiante para enfrentar escenarios reales con criterio técnico.

El uso del software LOGO! Soft Comfort permite experimentar una amplia gama de aplicaciones y modificaciones, abriendo las puertas a nuevas prácticas de automatización. La única limitación es la creatividad del docente y del estudiante, lo que convierte al tablero en una plataforma abierta para la innovación pedagógica.

Se desarrolló un manual de usuario, complementado con una guía de prácticas que incluye fichas de simulación, objetivos pedagógicos, pasos operativos y rúbricas de evaluación. destacando su utilidad como herramienta formativa en contextos técnicos y académicos.

## Bibliografía

- 2022 Tecnología e Informática. (Julio de 2017). *2022 Tecnología e Informática*. Obtenido de Los receptores: <https://2022tecnologiainformatica10.blogspot.com/2017/07/los-receptores.html>
- Academia-Lab. (2024). *academia-lab*. Obtenido de <https://academia-lab.com/enciclopedia/densidad-de-energia/>
- Alcañiz, J. B. (2021). *Diseño de un sistema integrado de medición y control de presión, nivel, .* UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA .
- Amador, R. T. (15 de Agosto de 2018). Protecciones eléctricas. págs. 1-3.
- ARG, B. E. (Agosto de 2021). *Contactor: qué es y cómo funciona*. Obtenido de Biblioteca Eléctrica ARG: <https://bibliotecaelectricaarg.blogspot.com/2021/08/CONTACTOR%20%20Que%20es%20y%20como%20funciona.html>
- Biblioteca Eléctrica Arg. (20 de Agosto de 2021). *CONTACTOR ¿Qué es y cómo funciona?* Obtenido de Biblioteca Eléctrica Arg: <https://bibliotecaelectricaarg.blogspot.com/2021/08/CONTACTOR%20%20Que%20es%20y%20como%20funciona.html>
- Bombas de Agua DE. (s.f.). *Relé térmico para bomba de agua*. Obtenido de [Bombasdeaguade.com](http://Bombasdeaguade.com).
- Business, C. Y. (2019). *YSmarines*. Obtenido de <https://www.ysmarines.com/es/articles/a-comprehensive-guide-to-emergency-and-safety-marine-lighting-systems/>
- Damián, J. (3 de Febrero de 2025). *Electrogeek*. Obtenido de Tipos de actuadores lineales para proyectos de Arduino: <https://www.electrogeekshop.com/tipos-de-actuadores-lineales-para-proyectos-de-arduino/>
- Diaonia, F. (s.f.). *Sistema de control: lazo abierto vs. lazo cerrado*. Obtenido de

- <https://fisica.diaonia.com/sistema-de-control-lazo-abierto-vs-lazo-cerrado/>
- Disetec. (6 de Noviembre de 2024). *Disetec*. Obtenido de ¿Qué es un actuador eléctrico y cómo funciona?: <https://www.disetec-ec.com/2024/11/06/que-es-un-actuador-electrico-y-como-funciona/>
- Disetec. (6 de Noviembre de 2024). *Disetec*. Obtenido de Tipos de actuadores eléctricos: ¿Cuál es el mejor para tu proyecto?: <https://www.disetec-ec.com/2024/11/06/tipos-de-actuadores-electricos-cual-es-el-mejor-para-tu-proyecto/>
- Electronic Board. (30 de Enero de 2024). *Electronic Board*. Obtenido de ¿Qué tipos de PLC hay?: [https://www.electronicboard.es/que-tipos-de-plc-hay-electronica/#1\\_PLC\\_compacto](https://www.electronicboard.es/que-tipos-de-plc-hay-electronica/#1_PLC_compacto)
- Electrovera. (2021). *Todo lo que necesitas saber sobre breakers eléctricos*. Obtenido de Elethrovera: <https://www.electrovera.com/noticia/todo-lo-que-necesitas-saber-sobre-breakers-electricos/>
- Escuela postgrado industrial. (11 de Noviembre de 2019). *Escuela postgrado industrial*. Obtenido de <https://postgradoindustrial.com/automatismos-industriales-tipos/>
- Espinosa-Ríos, E. A., González-López, K. D., & Hernández Ramírez, L. T. (15 de Octubre de 2015). *Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar*. Obtenido de Redalyc.org: <https://www.redalyc.org/journal/2654/265447025017/html/>
- Espinoza, C. C. (2024). *Automatismos eléctricos industriales*. Lima, Perú: Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle.
- Espinoza, R. V. (2020). *IDOCPUB*. Obtenido de IDOCPUB: <https://idoc.pub/documents/sistema-principales-y-auxiliares-de-buquespplx-pqn8e1m552n1>
- Extintores Guadalajara. (2022). *Extintores Guadalajara*. Obtenido de <https://extintoresguadalajara.com/sistemas-contra-incendios-en-embarcaciones/>
- Fabindius. (16 de Febrero de 2024). *Fabricacion Industrial*. Obtenido de PLC Siemens:

- fundamentos y aplicaciones prácticas: <https://fabricacionindustrial.com/plc-siemens-fundamentos-y-aplicaciones/>
- FácilElectro. (16 de Diciembre de 2018). *Interruptores, pulsadores, conmutadores*. Obtenido de Fácil Electro: <https://www.facilelectro.es/interruptores-pulsadores-conmutadores/>
- García, J. P. (2016). *DISEÑO DEL SISTEMA DE VENTILACION DE LA SALA DE MÁQUINAS DEL BUQUE PORTACONTENEDORES RUILOBA*. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA UNIVERSIDAD DE CANTABRIA.
- García, M. E. (2022). *AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES*. España: Editorial Universitat Politècnica de València.
- Grupo Navarro. (s.f.). *El interruptor termomagnético, qué es y cómo funciona*. Obtenido de gruponavarro.pe: <https://gruponavarro.pe/blog/el-interruptor-termomagnetico/>
- Guzmán, J. C. (2003). Los claroscuros de la Educación Basada en Competencias (EBC). 143-162.
- Ingenierizando. (15 de Junio de 2023). *Ingenierizando*. Obtenido de Receptor eléctrico: qué es, tipos y ejemplos: <https://www.ingenierizando.com/electronica/receptor-electrico/>
- ingeniero marino. (2022). *ingeniero marino* . Obtenido de ingeniero marino: <https://ingenieromarino.com/sistema-de-sentinas-del-buque/>
- Instituto Superior de Navegación. (27 de Julio de 2024). *Reglamento Internacional para Prevenir Abordajes: Parte C y D (Clase 33)*. Obtenido de ISNDF: <https://www.isndf.com.ar/reglamento-internacional-para-prevenir-abordajes-ii/>
- Lars, J. (17 de MAyo de 2018). la importancia de la automatización y la digitalización del transporte marítimo. (C. M. Ecuador, Entrevistador)
- Learnchannel-TV. (2022). *Relé – cómo funciona*. Obtenido de Learnchannel-tv.com: <https://learnchannel-tv.com/es/electroneumatica/rele-como-funciona/>
- MasterPLC. (s.f.). *Simbología eléctrica completa según Norma (IEC 60617)*. Obtenido de MasterPLC: [https://masterplc.com/simbologia-electrica/#google\\_vignette](https://masterplc.com/simbologia-electrica/#google_vignette)

- Páez Pazmiño, E. L. (2020). *Diseño de un automatismo eléctrico de un proceso de Oxidación en una planta de tratamiento de aguas residuales para la industria cartonera*. Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- Schneider Electric. (s.f.). *Schneider Electric*. Obtenido de Zelio Logic – Relés inteligentes para sistemas de control simples: <https://www.se.com/ar/es/product-range/531-zelio-logic#products>
- Sicma21. (14 de Octubre de 2021). *Sicma21*. Obtenido de ¿Qué es un PLC, cómo funciona y por qué se utilizan: <https://www.sicma21.com/que-es-un-plc/>
- Siemens. (2019). *Sección 17: Circuit Breakers – Catálogo técnico general*. Obtenido de <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:4524dc01-4b5e-415f-8f53-db0eb4a46f85/version:1563997106/iccatalog-sect-17-circuit-breakers.pdf>
- Siemens AG. (2019). *Siemens*. Obtenido de LOGO! 8: Manual básico e intermedio: <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:3ebddea1-16bd-48ef-98a7-7d1bcbab94dc/logo8basicointermedio.pdf>
- Siemens AG. (s.f.). *Siemens Industry Support*. Obtenido de SIMATIC S7-1200: Controlador compacto para tareas de automatización simples: <https://sieportal.siemens.com/en-ww/support>
- Soluciones y Servicios. (s.f.). *Soluciones y Servicios*. Obtenido de Relé Programable LOGO 8 Siemens - Controlador programable: <https://www.solucionesyservicios.biz/Controladores-SIMATIC/Controladores-Modulares/LOGO>
- Tameson. (10 de Febrero de 2023). *tameson*. Obtenido de ¿Qué es un actuador? Tipos y aplicaciones: <https://tameson.es/pages/actuador>
- Tripler, P. A., & Gene mosca. (2021). *Física para la ciencia y la tecnología*. Barcelona: EDITORIAL REVERTÉ,S.A.
- ZMS Cable. (20 de Febrero de 2023). *ZMS Cable*. Obtenido de Calibre de cables eléctricos según

norma AWG: <https://zmscable.es/calibre-cables-norma-awg/>

## Anexos

### Ilustración 1

*Elaboración del esqueleto de metal del soporte del tablero con soldadura*



### Ilustración 2

*Elaboración de los cajones mediante soldadura y corte*



### Ilustración 3

*Planificación de la ubicación de los elementos en el tablero*



#### Ilustración 4

*Elaboración de los agujeros para los elementos de la puerta del tablero*



#### Ilustración 5

*Armado de los componentes accionables de la tapa del tablero*



## Ilustración 6

*Elaboración de la conexión de los elementos.*



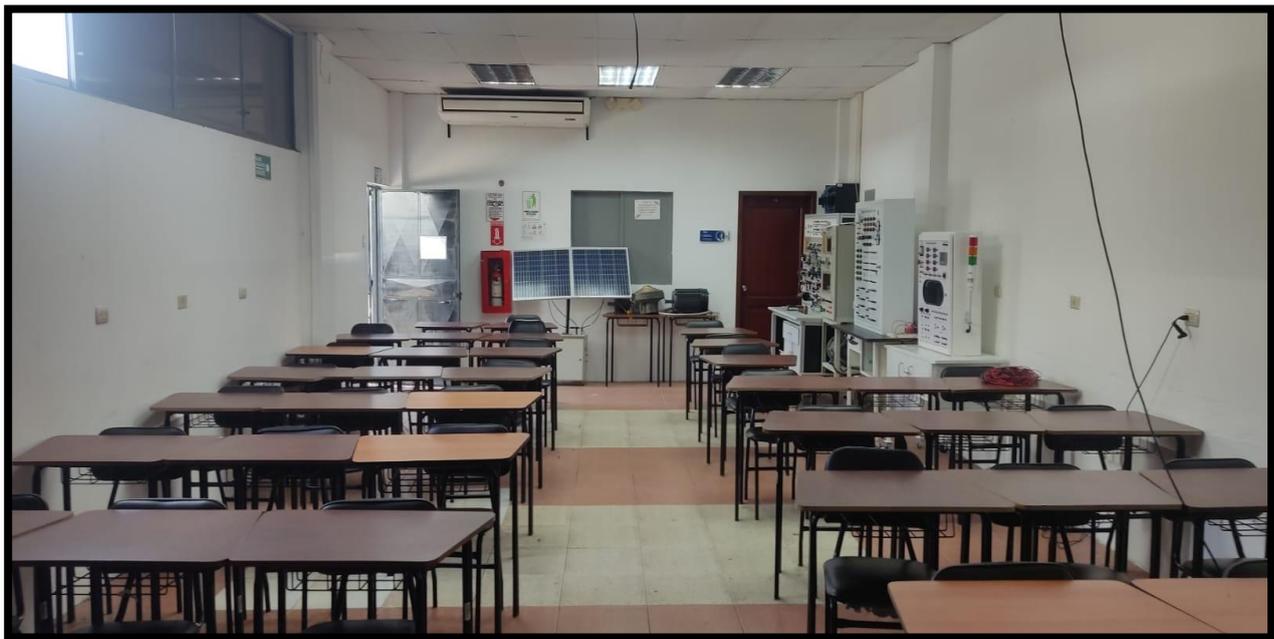
**Ilustración 7**

*Soporte del Tablero*



**Ilustración 8**

*Laboratorio de Electricidad, lugar de implementación del módulo.*

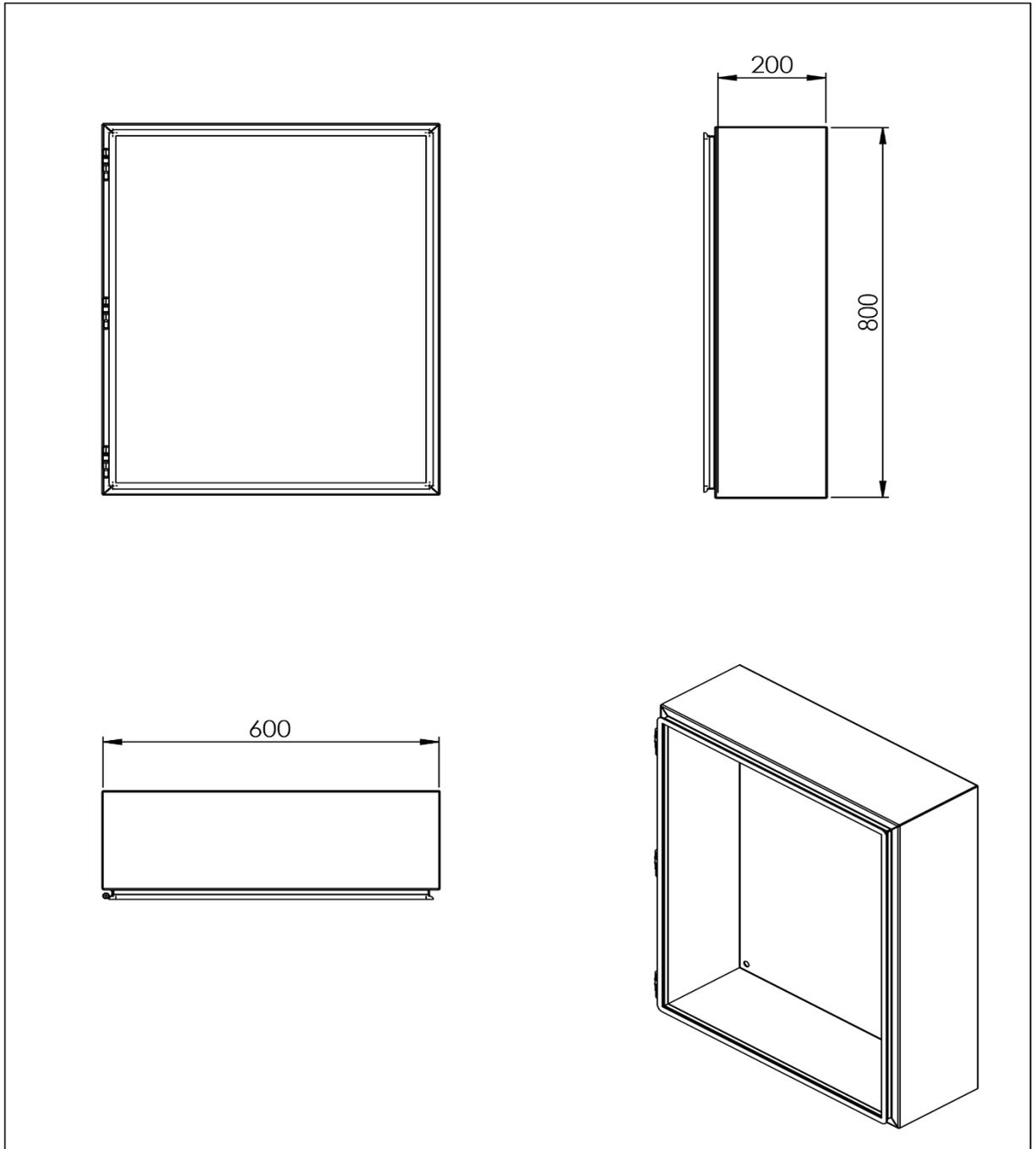


## Ilustración 9

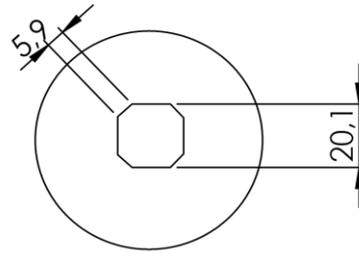
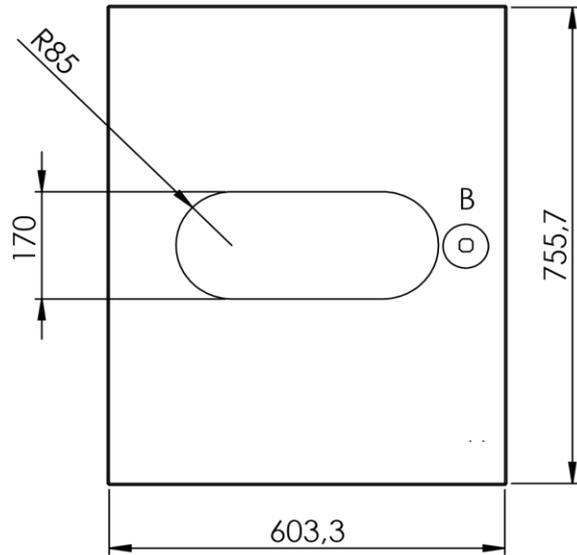
*Implementación del módulo didáctico para simular sistemas auxiliares de embarcaciones.  
OPERATIVO.*



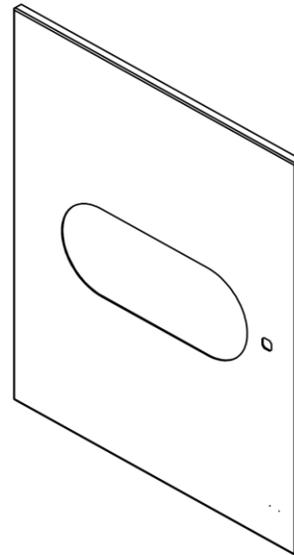
# Planos



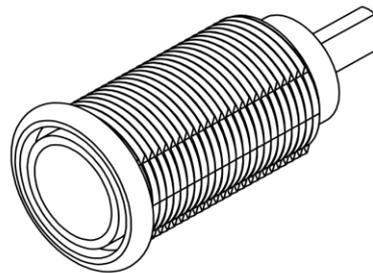
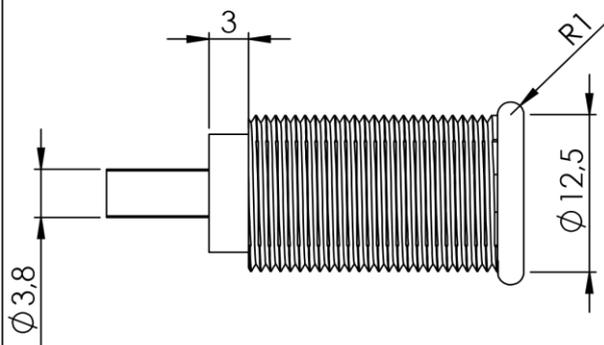
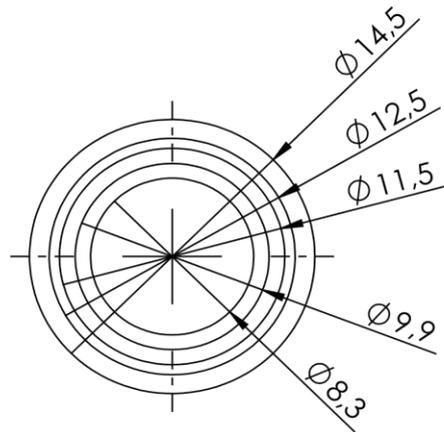
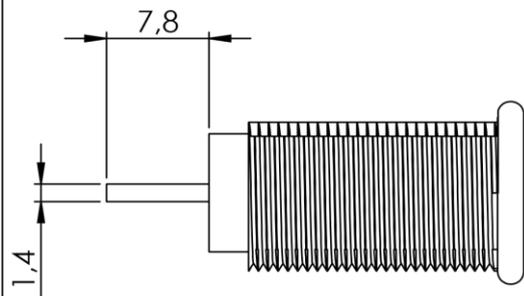
				Tolerancias	25kg	Acero Galvanizado	
						CHASIS METALICO	Escala 1:10
				Fecha	Nombre		
				Dib.	07/2025	JEAN V.	
				Rev.			
				Apro.			
						Ing-Mar-2025(1)-1	
Edi- ción	Modifica- ción	Fecha	Nombre				



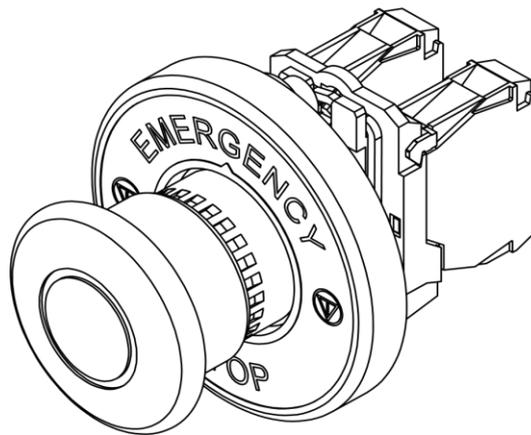
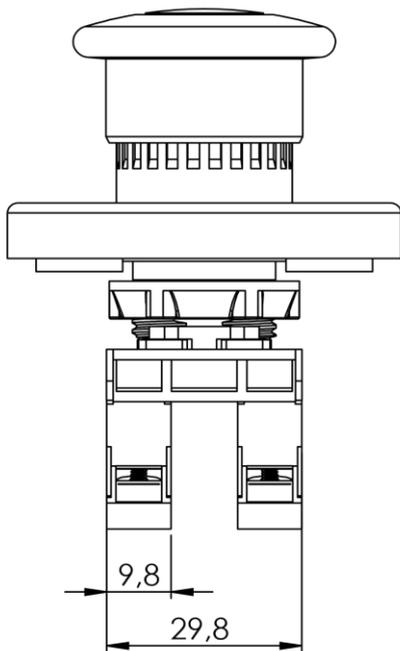
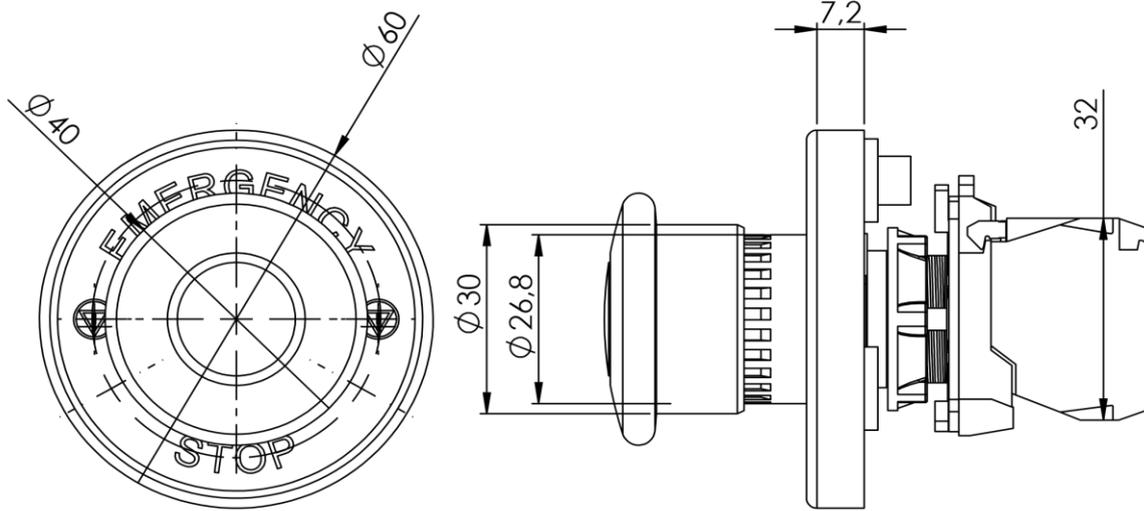
DETALLE B  
ESCALA 1 : 2



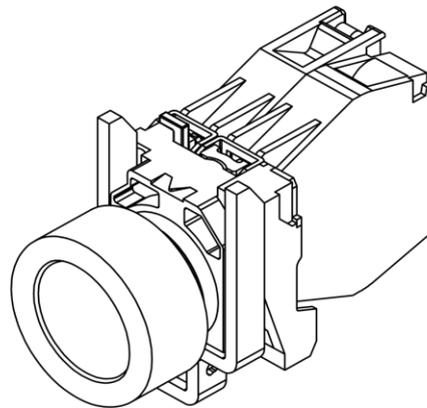
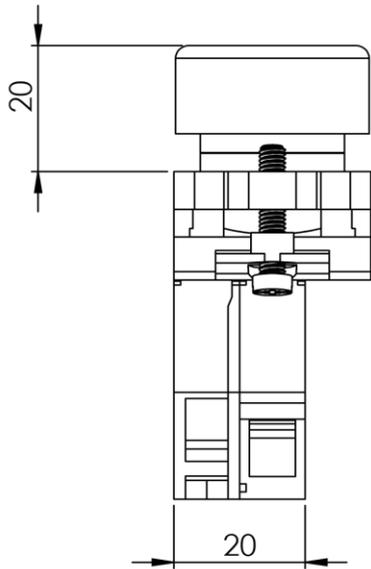
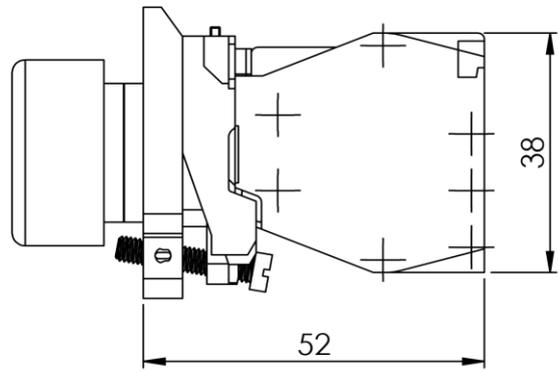
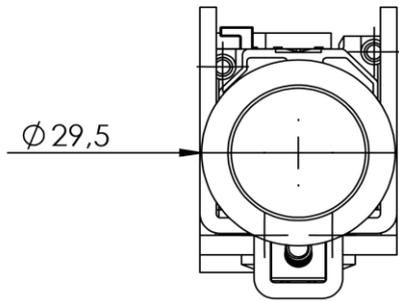
				Tolerancias	7.5	Acero Galvanizado	
				Fecha	Nombre	Puerta de tablero	Escala 1:10
			Dib.	07/2025	JEAN V.		
			Rev.				
			Apro.				
Edi- ción	Modifica- ción	Fecha	Nombre			Ing-Mar-2025(1)-2	



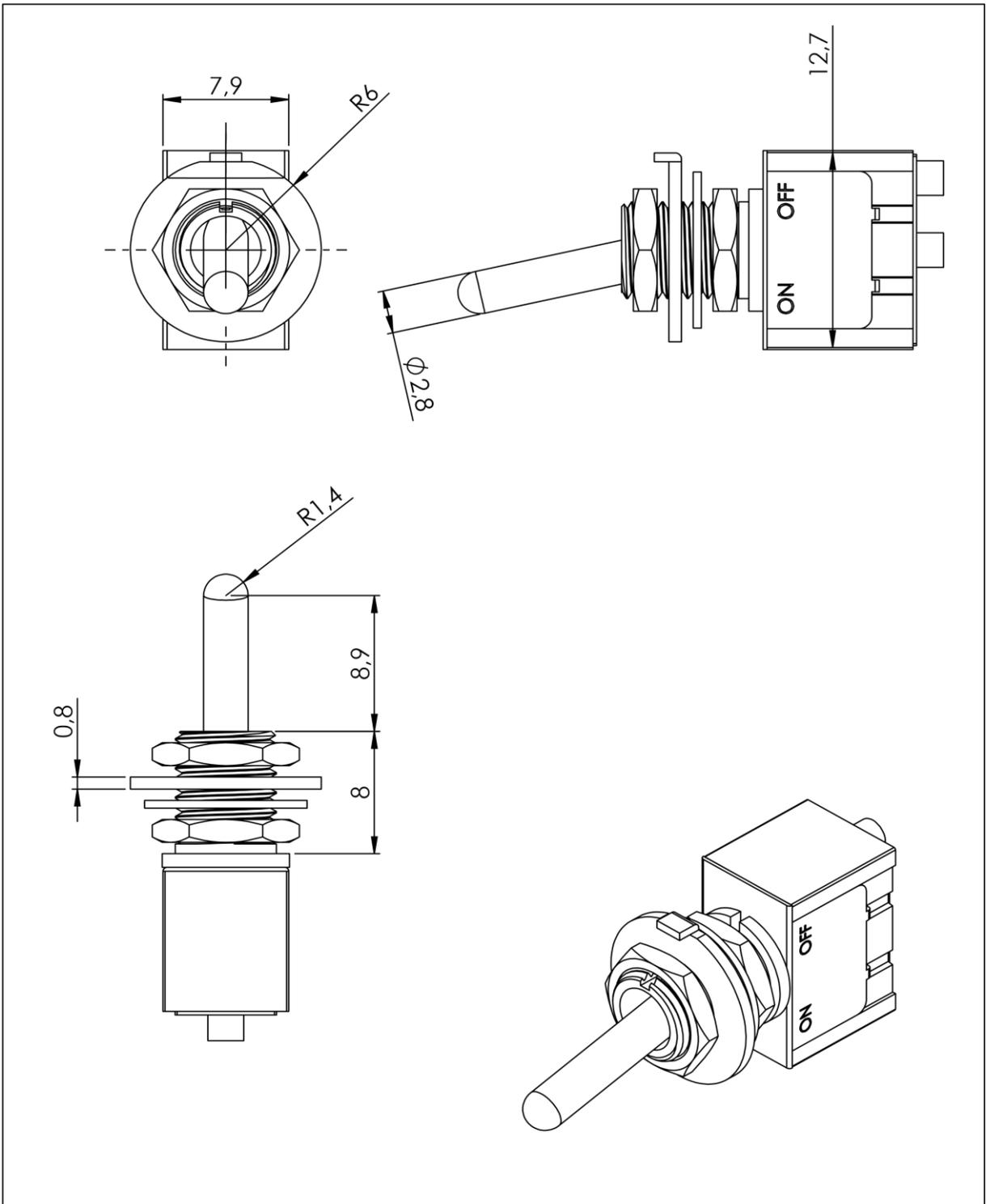
				Tolerancias	3 g	Policarbonato de Alta Resistencia	
						Jack Banana de Prueba(hembra)	Escala 3:1
				Fecha	Nombre		
				Dib. 07/2025	JEAN V.		
				Rev.			
				Apro.			
						Ing-Mar-2025(1)-3	
Edi- ción	Modifica- ción	Fecha	Nombre				



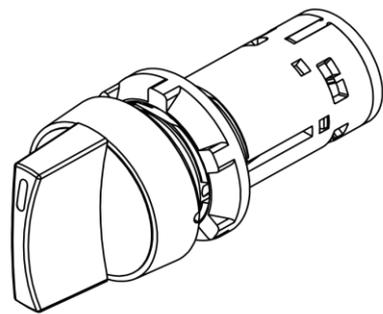
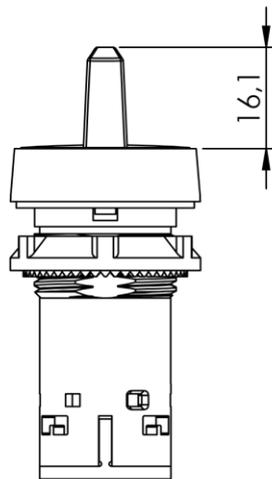
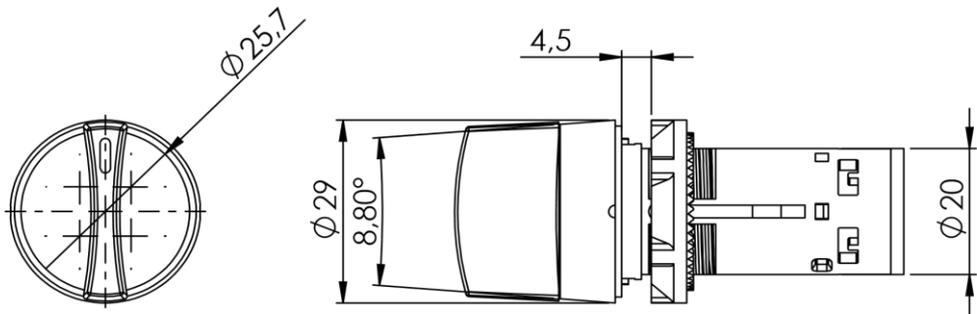
				Tolerancias	3 g	Policarbonato de Alta Resistencia		
				Fecha	Nombre	Pulsador de emergencia	Escala 1:1	
				Dib.	07/2025			JEAN V.
				Rev.				
				Apro.				
						Ing-Mar-2025(1)-4		
Edi- ción	Modifica- ción	Fecha	Nombre	 <b>Uleam</b> <small>UNIVERSIDAD ALFARO DE MANABÍ</small>				



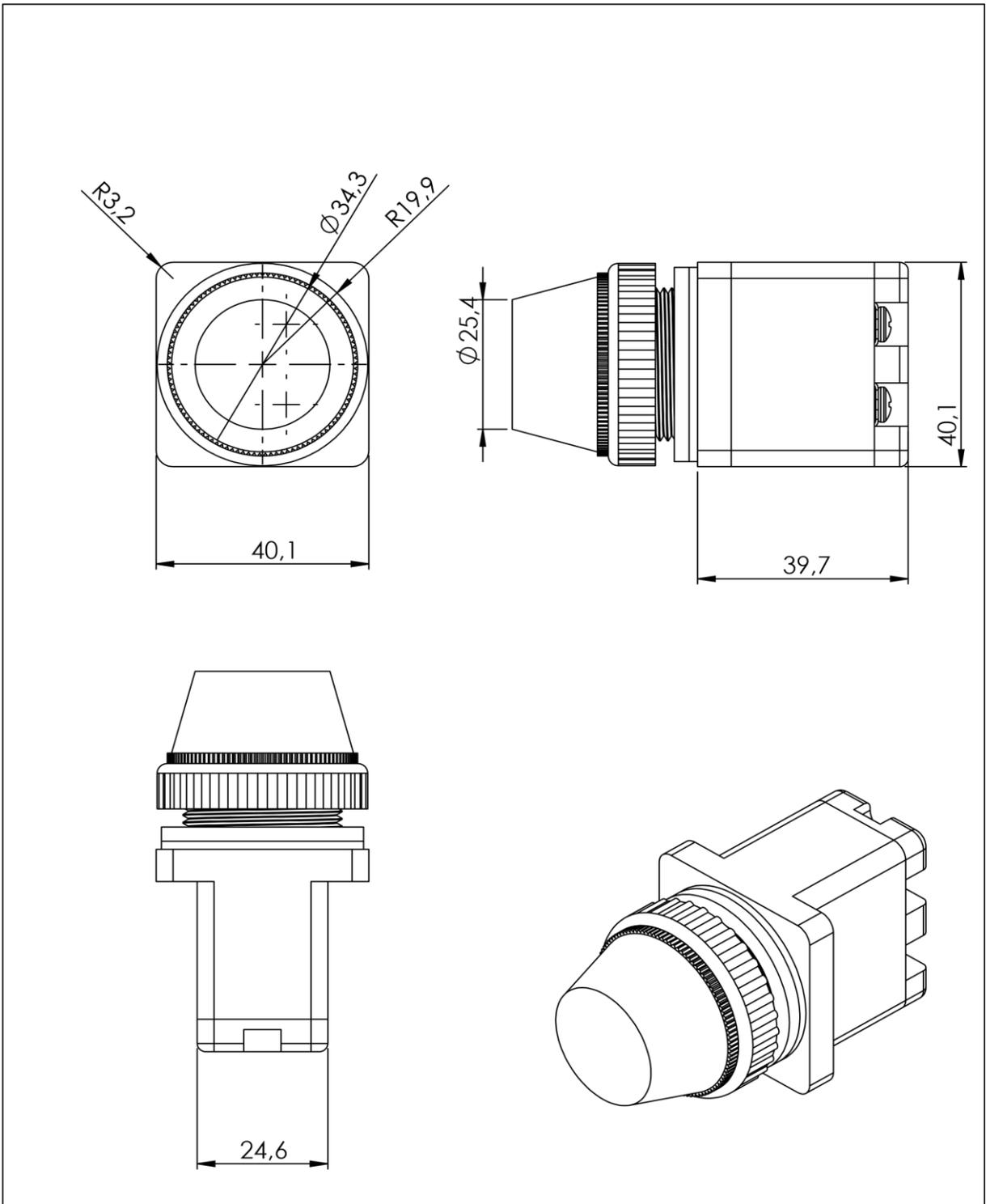
				Tolerancias	1.2 kg	Policarbonato de Alta Resistencia	
						Pulsador 22mm	Escala 1:1
				Fecha	Nombre		
				Dib. 07/2025	JEAN V.		
				Rev.			
				Apro.			
						Ing-Mar-2025(1)-5	
Edi- ción	Modifica- ción	Fecha	Nombre				



				Tolerancias	1.2 kg	Policarbonato de Alta Resistencia		
				Fecha	Nombre	Interruptor Switch(on off)	Escala 3:1	
				Dib.	07/2025			JEAN V.
				Rev.				
				Apro.				
						Ing-Mar-2025(1)-7		
Edi- ción	Modifica- ción	Fecha	Nombre					

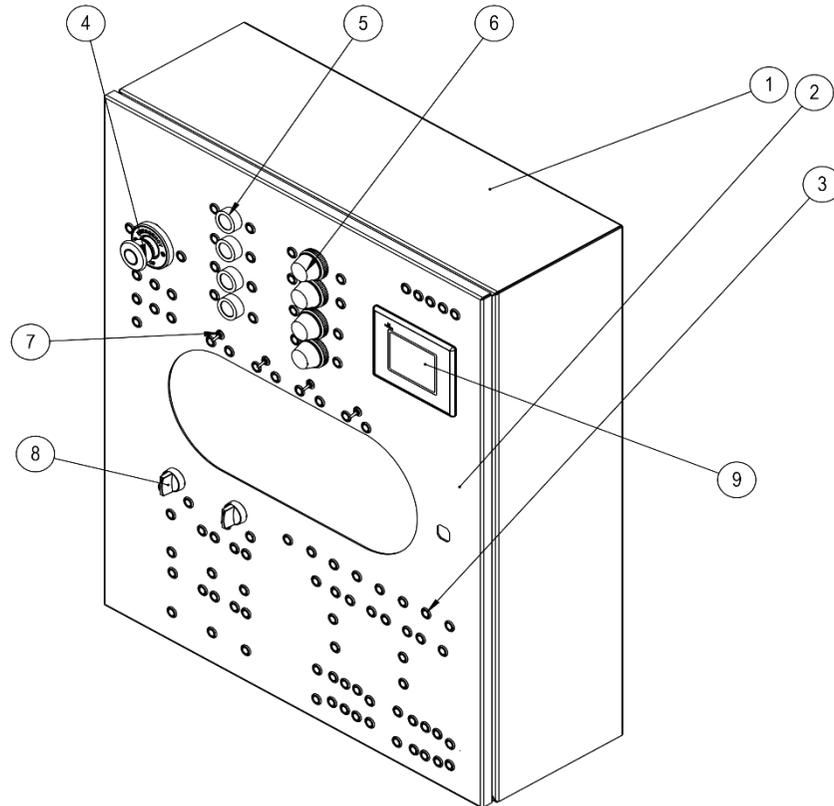


				Tolerancias	1.2 kg	Policarbonato de Alta Resistencia	
				Fecha	Nombre	Selector on-off	Escala 1:1
				Dib. 07/2025	JEAN V.		
				Rev.			
				Apro.			
Edi- ción	Modifica- ción	Fecha	Nombre			Ing-Mar-2025(1)-8	



				Tolerancias	1.2 kg	Policarbonato de Alta Resistencia	
				Fecha	Nombre	Luces 220v 22mm	Escala 1:1
				Dib. 07/2025	JEAN V.		
				Rev.			
				Apro.			
						Ing-Mar-2025(1)-6	
Edi- ción	Modifica- ción	Fecha	Nombre				

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Ing-Mar-2025(1)-1	Acero galvanizado	1
2	Ing-Mar-2025(1)-2	Acero Galvanizado	1
3	Ing-Mar-2025(1)-3	Jack Banana Hembra	98
4	Ing-Mar-2025(1)-4	Pulsador de emergencia	1
5	Ing-Mar-2025(1)-5	Pulsadores 22mm	4
6	Ing-Mar-2025(1)-6	Luces 220v 22mm	4
7	Ing-Mar-2025(1)-7	Interruptor Switch(on off)	4
8	Ing-Mar-2025(1)-8	Selectores	2
9	Ing-Mar-2025(1)-9	HMI	1



				Tolerancias	30 kg	Emsablaje Tablero	
				Fecha	Nombre	Tablero	Escala 1:5
				Dib.	Valencia JS		
				Rev.			
				Apro.			
Edi- ción	Modifica- ción	Fecha	Nombre			Ing-Mar-2025(1)-Est	

## Ficha técnica

# SIEMENS

### Hoja de datos

5SL4204-7

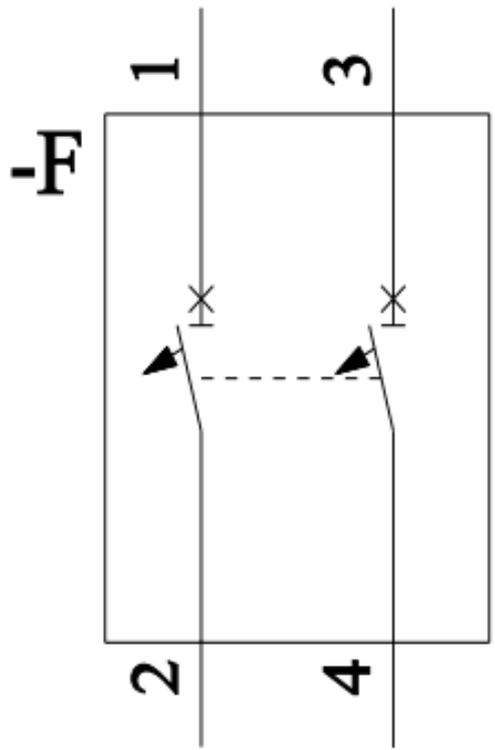
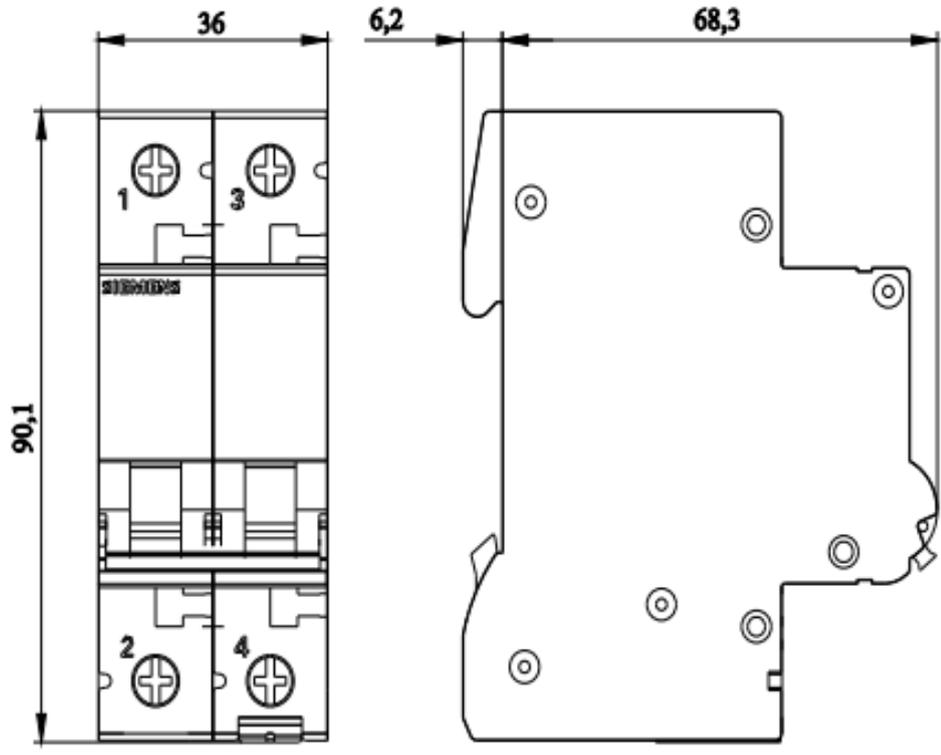


Automático magnetotérmico 400V 10kA, 2 polos, C, 4A

<b>La versión</b>	
nombre comercial del producto	SETRON
designación del producto	Pequeño interruptor automático
<b>Datos técnicos generales</b>	
número de polos	2
tipo de los polos	2P
clase de característica de disparo	C
vida útil mecánica (ciclos de maniobra) típico	10 000
<b>Voltaje</b>	
tipo de corriente de la tensión de empleo	AC
tipo de corriente	para uso solo en circuitos de corriente alterna o continua. No se permite el uso mixto.
tensión de aislamiento (Ui)	
• con funcionamiento polifásico con AC valor asignado	440 V
intensidad de empleo	
• con 30 °C valor asignado	4 A
• con 40 °C valor asignado	3,79 A
• con 55 °C valor asignado	3,45 A
• con AC valor asignado	4 A
<b>La tensión de alimentación</b>	
tensión de alimentación con AC	400 V
rango de valores de la frecuencia de la tensión de alimentación	50/60 Hz
tensión de empleo	
• con funcionamiento polifásico con AC máx.	440 V
• con DC valor asignado máx.	62,5 V
•	La tensión de servicio de 62,5 V DC por polo tiene en cuenta una tensión de carga de la batería con un valor de pico de 72 V.
<b>Clase de protección</b>	
grado de protección IP	IP20, con conductores conectados

componente del producto neutro maniobrable	No
propiedad del producto libre de halógenos	Sí
propiedad del producto precintable	Sí
propiedad del producto sin silicona	Sí
ampliación del producto incorporable dispositivos complementarios	Sí
<b>Conexiones</b>	
sección de conductor conectable monofilar	
• mín.	0,75 mm <sup>2</sup>
• máx.	25 mm <sup>2</sup>
sección de conductor conectable multifilar	
• mín.	0,75 mm <sup>2</sup>
• máx.	25 mm <sup>2</sup>
sección de conductor conectable alma flexible con preparación de los extremos de cable	
• mín.	0,75 mm <sup>2</sup>
• máx.	25 mm <sup>2</sup>
par de apriete con bornes de tornillo	
• mín.	2,5 N·m
• máx.	3 N·m
<b>Diseño Mecánico</b>	
altura	90 mm
anchura	36 mm
profundidad	76 mm
profundidad de montaje	70 mm
número de módulos de anchura	2
posición de montaje	según las necesidades del usuario
peso neto	306 g
<b>Condiciones ambientales</b>	
temperatura ambiente durante el funcionamiento	
• mín.	-25 °C
• máx.	55 °C
temperatura ambiente durante el almacenamiento	
• mín.	-40 °C
• máx.	75 °C
<b>Homologaciones Certificados</b>	
<b>General Product Approval</b>	





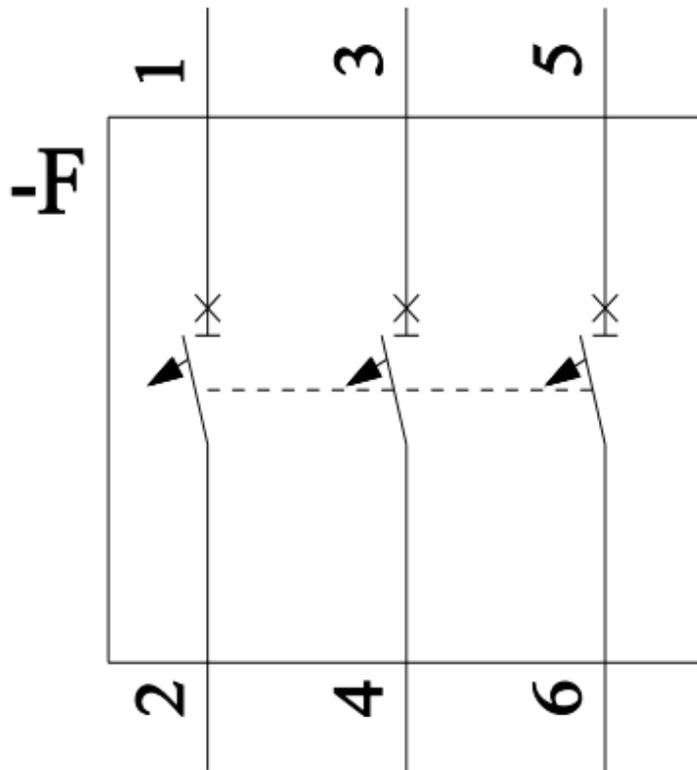
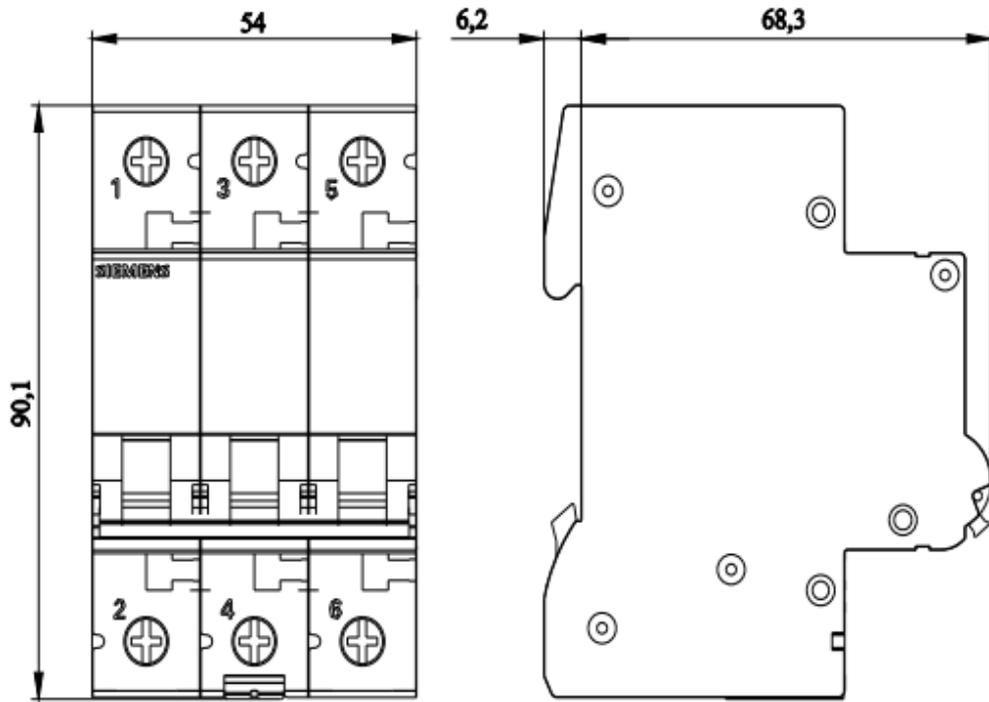


Automático magnetotérmico 400V 10kA, 3 polos, C, 10A

<b>La versión</b>	
nombre comercial del producto	SENTRON
designación del producto	Pequeño interruptor automático
<b>Datos técnicos generales</b>	
número de polos	3
tipo de los polos	3 polos
clase de característica de disparo	C
vida útil mecánica (ciclos de maniobra) típico	10 000
<b>Voltaje</b>	
tipo de corriente de la tensión de empleo	AC
tipo de corriente	para uso solo en circuitos de corriente alterna o continua. No se permite el uso mixto.
tensión de aislamiento (Ui)	440 V
<ul style="list-style-type: none"> <li>con funcionamiento polifásico con AC valor asignado</li> </ul>	
intensidad de empleo	
<ul style="list-style-type: none"> <li>con 30 °C valor asignado</li> <li>con 40 °C valor asignado</li> <li>con 55 °C valor asignado</li> <li>con AC valor asignado</li> </ul>	10 A 9,24 A 7,96 A 10 A
<b>La tensión de alimentación</b>	
tensión de alimentación con AC	400 V
rango de valores de la frecuencia de la tensión de alimentación	50/60 Hz
tensión de empleo	
<ul style="list-style-type: none"> <li>con funcionamiento polifásico con AC máx.</li> <li>con DC valor asignado máx.</li> <li></li> </ul>	440 V 62,5 V La tensión de servicio de 62,5 V DC por polo tiene en cuenta una tensión de carga de la batería con un valor de pico de 72 V.
<b>Clase de protección</b>	
grado de protección IP	IP20, con conductores conectados

componente del producto neutro maniobrable	No
propiedad del producto libre de halógenos	Si
propiedad del producto precintable	Si
propiedad del producto sin silicona	Si
ampliación del producto incorporable dispositivos complementarios	Si
<b>Conexiones</b>	
<b>sección de conductor conectable monofilar</b>	
• mín.	0,75 mm <sup>2</sup>
• máx.	25 mm <sup>2</sup>
<b>sección de conductor conectable multifilar</b>	
• mín.	0,75 mm <sup>2</sup>
• máx.	25 mm <sup>2</sup>
<b>sección de conductor conectable alma flexible con preparación de los extremos de cable</b>	
• mín.	0,75 mm <sup>2</sup>
• máx.	25 mm <sup>2</sup>
<b>par de apriete con bornes de tornillo</b>	
• mín.	2,5 N·m
• máx.	3 N·m
<b>Diseño Mecánico</b>	
<b>altura</b>	90 mm
<b>anchura</b>	54 mm
<b>profundidad</b>	76 mm
<b>profundidad de montaje</b>	70 mm
<b>número de módulos de anchura</b>	3
<b>posición de montaje</b>	según las necesidades del usuario
<b>peso neto</b>	456 g
<b>Condiciones ambientales</b>	
<b>temperatura ambiente durante el funcionamiento</b>	
• mín.	-25 °C
• máx.	55 °C
<b>temperatura ambiente durante el almacenamiento</b>	
• mín.	-40 °C
• máx.	75 °C
<b>Homologaciones Certificadas</b>	
General Product Approval	





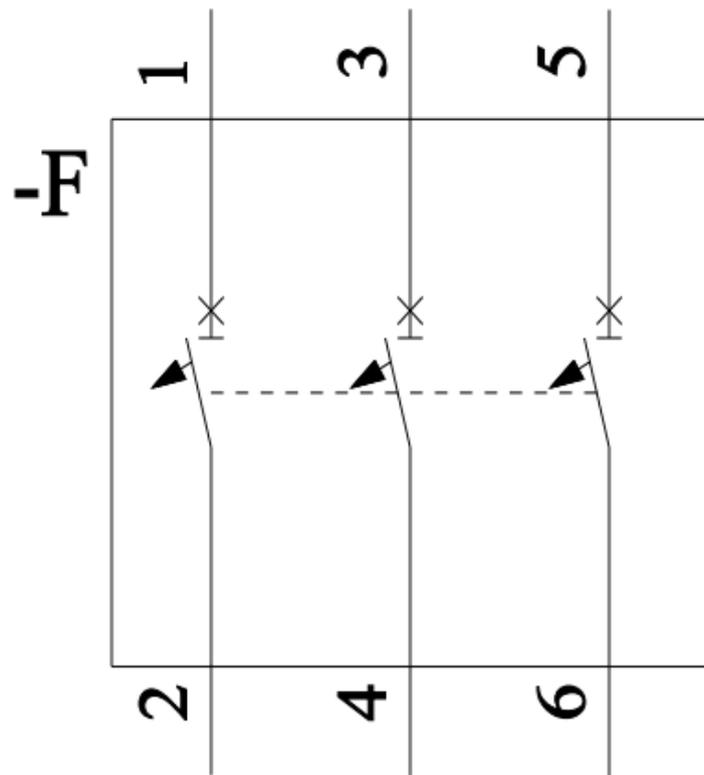
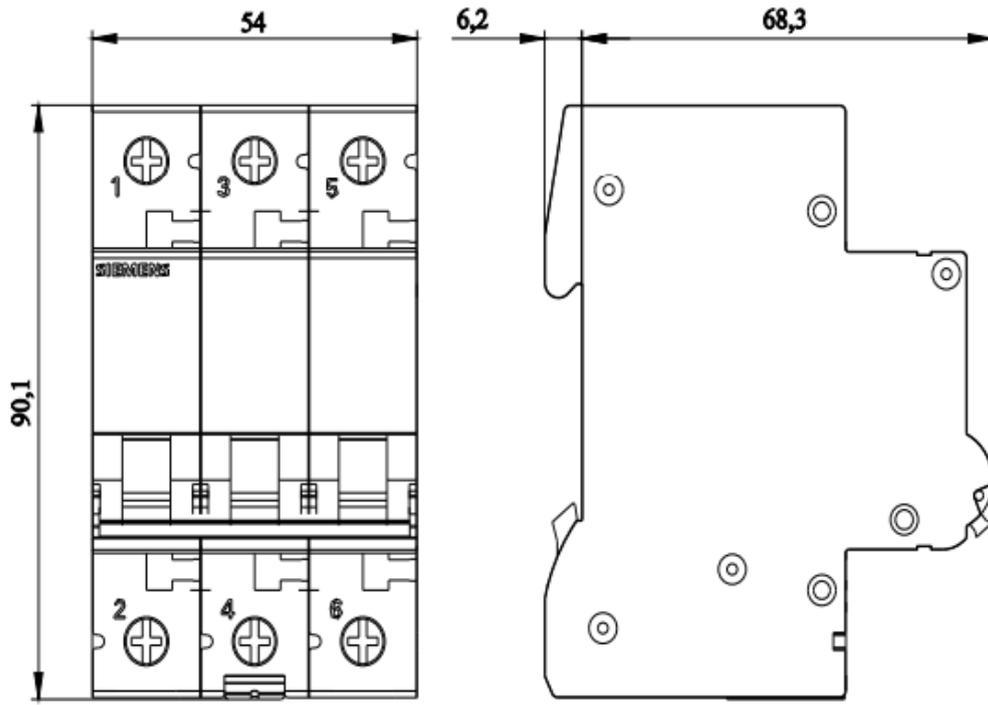


Automático magnetotérmico 400V 10kA, 3 polos, C, 25 A

<b>La versión</b>	
nombre comercial del producto	SENTRON
designación del producto	Pequeño interruptor automático
<b>Datos técnicos generales</b>	
número de polos	3
tipo de los polos	3 polos
clase de característica de disparo	C
vida útil mecánica (ciclos de maniobra) típico	10 000
<b>Voltaje</b>	
tipo de corriente de la tensión de empleo	AC
tipo de corriente	para uso solo en circuitos de corriente alterna o continua. No se permite el uso mixto.
tensión de aislamiento (UI)	
• con funcionamiento polifásico con AC valor asignado	440 V
intensidad de empleo	
• con 30 °C valor asignado	25 A
• con 40 °C valor asignado	23,68 A
• con 55 °C valor asignado	21,54 A
• con AC valor asignado	25 A
<b>La tensión de alimentación</b>	
tensión de alimentación con AC	400 V
rango de valores de la frecuencia de la tensión de alimentación	50/60 Hz
tensión de empleo	
• con funcionamiento polifásico con AC máx.	440 V
• con DC valor asignado máx.	62,5 V
•	La tensión de servicio de 62,5 V DC por polo tiene en cuenta una tensión de carga de la batería con un valor de pico de 72 V.
<b>Clase de protección</b>	
grado de protección IP	IP20, con conductores conectados
<b>Capacidad de conmutación</b>	
poder de corte, corriente	
• según EN 60898 valor asignado	10 kA
• según IEC 60947-2 valor asignado	10 kA
<b>Disipación</b>	
pérdidas [W] con valor asignado de la intensidad con AC en estado operativo caliente por polo	2,3 W

componente del producto neutro maniobrable	No
propiedad del producto libre de halógenos	Sí
propiedad del producto precintable	Sí
propiedad del producto sin silicona	Sí
ampliación del producto incorporable dispositivos complementarios	Sí
<b>Conexiones</b>	
<b>sección de conductor conectable monofilar</b>	
• mín.	0,75 mm <sup>2</sup>
• máx.	25 mm <sup>2</sup>
<b>sección de conductor conectable multifilar</b>	
• mín.	0,75 mm <sup>2</sup>
• máx.	25 mm <sup>2</sup>
<b>sección de conductor conectable alma flexible con preparación de los extremos de cable</b>	
• mín.	0,75 mm <sup>2</sup>
• máx.	25 mm <sup>2</sup>
<b>par de apriete con bornes de tornillo</b>	
• mín.	2,5 N·m
• máx.	3 N·m
<b>Diseño Mecánico</b>	
altura	90 mm
anchura	54 mm
profundidad	76 mm
profundidad de montaje	70 mm
número de módulos de anchura	3
posición de montaje	según las necesidades del usuario
peso neto	458 g
<b>Condiciones ambientales</b>	
<b>temperatura ambiente durante el funcionamiento</b>	
• mín.	-25 °C
• máx.	55 °C
<b>temperatura ambiente durante el almacenamiento</b>	
• mín.	-40 °C
• máx.	75 °C
<b>Homologaciones Certificadas</b>	
<b>General Product Approval</b>	







contactor de potencia, AC-3e/AC-3, 9 A, 4 kW/400 V, tripolar, 220 V AC, 50/60 Hz, contactos auxiliares: 1 NA + 1 NC, borne de tornillo, tamaño: S0

nombre comercial del producto	SIRIUS
designación del producto	Contactor de potencia
denominación del tipo de producto	3RT2
<b>Datos técnicos generales</b>	
tamaño del contactor	S0
ampliación del producto	
<ul style="list-style-type: none"> <li>módulo de función para comunicación</li> </ul>	No
<ul style="list-style-type: none"> <li>interruptor auxiliar</li> </ul>	Sí
pérdidas [W] con valor asignado de la intensidad	
<ul style="list-style-type: none"> <li>con AC en estado operativo caliente</li> </ul>	0,6 W
<ul style="list-style-type: none"> <li>con AC en estado operativo caliente por polo</li> </ul>	0,2 W
<ul style="list-style-type: none"> <li>sin componente de corriente de carga típico</li> </ul>	2 W
tipo de cálculo de pérdidas depende del polo	cuadrado
tensión de aislamiento	
<ul style="list-style-type: none"> <li>del circuito principal con grado de contaminación 3 valor asignado</li> </ul>	690 V
<ul style="list-style-type: none"> <li>del circuito auxiliar con grado de contaminación 3 valor asignado</li> </ul>	690 V
resistencia a tensión de choque	
<ul style="list-style-type: none"> <li>del circuito principal valor asignado</li> </ul>	6 kV
<ul style="list-style-type: none"> <li>del circuito auxiliar valor asignado</li> </ul>	6 kV
tensión máxima admitida para separación de protección entre bobina y contactos principales según EN 60947-1	400 V
resistencia a choques con choque rectangular	
<ul style="list-style-type: none"> <li>con AC</li> </ul>	7,5g / 5 ms, 4,7g / 10 ms
resistencia a choques con choque sinusoidal	
<ul style="list-style-type: none"> <li>con AC</li> </ul>	11,8g / 5 ms, 7,4g / 10 ms
vida útil mecánica (ciclos de maniobra)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>del contactor típico</li> </ul>	10 000 000
<ul style="list-style-type: none"> <li>del contactor con bloque de contactos auxiliares montado para equipo electrónico típico</li> </ul>	5 000 000
<ul style="list-style-type: none"> <li>del contactor con bloque de contactos auxiliares montado típico</li> </ul>	10 000 000
designaciones de referencia según IEC 81346-2:2009	Q
Directiva RoHS (fecha)	10/01/2009
Peso	0,407 kg
<b>Condiciones ambiente</b>	
altitud de instalación con altura sobre el nivel del mar máx.	2 000 m

humedad relativa del aire con 55 °C según IEC 60068-2-30 máx.	95 %
<b>Environmental footprint</b>	
declaración medioambiental de producto (EPD)	Sí
potencial de efecto invernadero [CO2 eq] total	74,2 kg
potencial de efecto invernadero [CO2 eq] durante la fabricación	1,9 kg
potencial de efecto invernadero [CO2 eq] durante el funcionamiento	72,4 kg
potencial de efecto invernadero [CO2 eq] tras fin de la vida	-0,117 kg
<b>Circuito de corriente principal</b>	
número de polos para circuito principal	3
número de contactos NA para contactos principales	3
<b>tensión de empleo</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>con AC-3 valor asignado máx.</li> <li>con AC-3e valor asignado máx.</li> </ul>	690 V 690 V
<b>intensidad de empleo</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>con AC-1 con 400 V con temperatura ambiente de 40 °C valor asignado</li> <li>con AC-1 <ul style="list-style-type: none"> <li>— hasta 690 V con temperatura ambiente de 40 °C valor asignado</li> <li>— hasta 690 V con temperatura ambiente de 60 °C valor asignado</li> </ul> </li> <li>con AC-3 <ul style="list-style-type: none"> <li>— con 400 V valor asignado</li> <li>— con 500 V valor asignado</li> <li>— con 690 V valor asignado</li> </ul> </li> <li>con AC-3e <ul style="list-style-type: none"> <li>— con 400 V valor asignado</li> <li>— con 500 V valor asignado</li> <li>— con 690 V valor asignado</li> </ul> </li> <li>con AC-4 con 400 V valor asignado</li> <li>con AC-5a hasta 690 V valor asignado</li> <li>con AC-5b hasta 400 V valor asignado</li> <li>con AC-6a <ul style="list-style-type: none"> <li>— hasta 230 V con valor de pico de intensidad n=20 valor asignado</li> <li>— hasta 400 V con valor de pico de intensidad n=20 valor asignado</li> <li>— hasta 500 V con valor de pico de intensidad n=20 valor asignado</li> <li>— hasta 690 V con valor de pico de intensidad n=20 valor asignado</li> </ul> </li> <li>con AC-6a <ul style="list-style-type: none"> <li>— hasta 230 V con valor de pico de intensidad n=30 valor asignado</li> <li>— hasta 400 V con valor de pico de intensidad n=30 valor asignado</li> <li>— hasta 500 V con valor de pico de intensidad n=30 valor asignado</li> <li>— hasta 690 V con valor de pico de intensidad n=30 valor asignado</li> </ul> </li> </ul>	40 A 40 A 35 A 9 A 9 A 9 A 9 A 9 A 9 A 9 A 8,5 A 35,2 A 7,4 A 11,4 A 11,4 A 9,1 A 9 A 7,6 A 7,6 A 6,1 A 6,1 A
sección mínima en circuito principal con valor asignado máximo AC-1	10 mm <sup>2</sup>
<b>intensidad de empleo para aprox. 200000 ciclos de maniobras con AC-4</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>con 400 V valor asignado</li> <li>con 690 V valor asignado</li> </ul>	4,1 A 3,3 A
<b>intensidad de empleo</b>	

