



FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y ARQUITECTURA

CARRERA DE INGENIERÍA MARÍTIMA

TRABAJO DE TITULACIÓN

MODALIDAD PROYECTO TÉCNICO

TÍTULO:

**“MONITOREO INTELIGENTE DE LOS SISTEMAS CRÍTICOS DE LA
EMBARCACIÓN 'EL REY' DE LA ULEAM MEDIANTE EL USO DEL BIG
DATA ANALYTICS”**

AUTORES:

**CHICA MUÑOZ SOLANGE YUMAY
MOREIRA HUERTA AMBAR MELISSA**

TUTOR ACADÉMICO:

ING. GARCÍA MEJÍA JONATHAN ISRAEL

MANTA – MANABÍ – ECUADOR

AGOSTO-2025

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

CERTIFICACIÓN

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

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría de la estudiante Chica Muñoz Solange Yumay, legalmente matriculado/a en la carrera de Ingeniería Marítima, período académico 2025-1, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es "MONITOREO INTELIGENTE DE LOS SISTEMAS CRÍTICOS DE LA EMBARCACIÓN 'EL REY' DE LA ULEAM MEDIANTE EL USO DEL BIG DATA ANALYTICS"

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 de este, 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,

Ingeniero Jonathan García Mejía
Docente Tutor
Área: Ingeniería

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

CERTIFICACIÓN

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

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría de la estudiante Moreira Huerta Ambar Melissa, legalmente matriculado/a en la carrera de Ingeniería Marítima, período académico 2025-1, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es "MONITOREO INTELIGENTE DE LOS SISTEMAS CRÍTICOS DE LA EMBARCACIÓN 'EL REY' DE LA ULEAM MEDIANTE EL USO DEL BIG DATA ANALYTICS"

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 de este, 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,

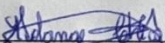
Ingeniero Jonathan García Mejía
Docente Tutor
Área: Ingeniería

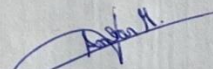
DECLARACIÓN SOBRE DERECHOS DE AUTOR

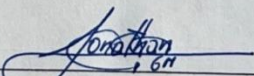
La responsabilidad por los hechos, opiniones, ideas e información vertida en este proyecto de titulación “MONITOREO INTELIGENTE DE LOS SISTEMAS CRÍTICOS DE LA EMBARCACIÓN 'EL REY' DE LA ULEAM MEDIANTE EL USO DEL BIG DATA ANALYTICS” siendo de nuestra absoluta autoría. Las definiciones tomadas de los diferentes autores se encuentran correctamente citadas, respetando los derechos de propiedad intelectual con las respectivas citas que están incluidas en la bibliografía. El análisis de los resultados, conclusiones y recomendaciones que se narran son responsabilidad de los autores.

Por consiguiente, los autores cedemos los derechos de este trabajo a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, para que este proyecto sea participe de sus trabajos investigativos, proyectos técnicos y trabajos de titulación.

Manta, 13 de ago. de 2025


Chica Muñoz Solange Yumay
Autor


Moreira Huerta Ambar Melissa
Autor


Ing. García Mejía Jonathan Israel
Tutor

DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado, en primer lugar, a Dios, por haberme dado la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesarias para culminar este camino.

Con profundo amor, también dedico este logro a mis padres, Manuel de Jesús Moreira Chávez y Adriana Cecilia Huerta Cedeño, por su amor incondicional, su constante apoyo y los valores que me han transmitido a lo largo de la vida.

Extiendo esta dedicatoria a dos ángeles que tengo en el cielo mis abuelos, Vicente Moreira y Claudio Huerta. Aunque ya no estén físicamente conmigo, su amor, sus enseñanzas y su recuerdo han sido una fuente de inspiración y consuelo durante todo este proceso. Este logro también les pertenece.

Moreira Huerta Ambar Melissa

DEDICATORIA

Este valioso proyecto va dedicado a Dios porque su amor y presencia constante me llenaron de paz, fuerza y dirección. Este trabajo lleva su nombre, esperando que este conocimiento pueda servir para un bien mayor, tal como él lo planeó.

Con todo mi amor, a mis padres Alfredo Chica y Marisol Muñoz por su amor inigualable, su apoyo ha sido mi mayor tesoro a lo largo de este trayecto. A mis hermanas, por estar siempre en la distancia o en la cercanía con un cariño que trasciende todo.

Para mis amigas de la infancia Ambar, Naomi y Melanie aun cuando la vida nos llevó por caminos distintos han estado pendientes de mi trayecto, gracias por los mensajes inesperados, por su lealtad y cariño sincero.

A todos ustedes, con el corazón llenito de gratitud les dedico este viaje lleno de amor, fe y perseverancia.

Chica Muñoz Solange Yumay

AGRADECIMIENTO

Mis más sinceros agradecimientos a mis padres, Manuel Moreira y Adriana Huerta, por su amor incondicional y su apoyo. Su fe en mí, incluso en los momentos más difíciles, han sido el pilar de este logro. También expreso mi gratitud a mis hermanos, quienes supieron brindarme su tiempo para escucharme, y a mis abuelas, tíos y tía política, quienes estuvieron presentes cuando más los necesitaba. Su amor y sacrificio han sido la luz que ha guiado mi camino a lo largo de este viaje académico.

Asimismo, deseo expresar mi profundo agradecimiento al Ing. Jhonatan Muñoz y Ing. Edison Velesaca, por su excelente asesoramiento, guía técnica y buena voluntad durante el desarrollo del proyecto. Su ayuda fue crucial para resolver los problemas que surgieron.

Para concluir, agradezco de corazón a mi compañera de tesis, Solange Chica, por su entrega, esfuerzo, amistad y apoyo incondicional a lo largo de esta etapa. Estoy muy agradecida de haber compartido esta experiencia.

Agradezco sinceramente a todos los que de alguna forma me ha ayudado a mi formación.

Moreira Huerta Ambar Melissa

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por haber sido mi guía en cada etapa de este camino, eres fuente de vida, sabiduría y fortaleza, gracias por mostrarme que incluso los días más difíciles tienen propósito, por cada día de salud, por las oportunidades y por las personas maravillosas que pusiste en mi camino.

Para mis queridos padres, Alfredo Chica y Marisol Muñoz mi eterno agradecimiento por el amor brindado, por su apoyo, por enseñarme con silencios sabios el arte de la constancia y perseverancia, gracias por su creencia firme en mi potencial.

A quienes conocí en este tramo final con una mente brillante; Ing. Jhonatan Muñoz y al Ing. Edison Velesaca gratitud infinita a ustedes por sus enseñanzas, por ayudarme a vencer los obstáculos que surgieron en este proyecto, gracias por su apoyo y sobre todo paciencia.

Agradezco a mi compañera de tesis Ambar Moreria, por caminar juntas en esta travesía llena de retos y aprendizajes, muy aparte del trabajo compartido, valoro la complicidad y paciencia que construimos en esta etapa.

Con el mayor respeto y gratitud me dirijo a ustedes ingenieros docentes de esta prestigiosa carrera por su gran aporte a mi formación académica. Me llevo de ustedes la convicción de que la ingeniería se trata de innovación, precisión y sobre todo de un choque real en el mundo.

Chica Muñoz Solange Yumay

RESUMEN

El presente proyecto tiene como finalidad diseñar e implementar un sistema de monitoreo inteligente para los sistemas críticos de la embarcación “El Rey” de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, enfocándose principalmente en el sistema hidráulico y la máquina principal. Actualmente, el control de estas variables se realiza en forma manual, lo que dificulta la detección de tempranas fallas y aumenta el riesgo de paradas no programadas.

Se propone la integración de sensores para la recolección de datos en tiempo real, su envío seguro a una plataforma de análisis basada en Big Data Analytics, y se activara la puesta en marcha de algoritmos para facilitar la identificación de patrones, predecir posibles problemas y la remisión de aviso a tiempo. Se elegirá una herramienta que muestre y almacene los datos de manera eficiente para una supervisión constante.

Se espera que la creación del sistema mejore la seguridad operativa, el mantenimiento y pueda aportar a la toma de decisiones. La implementación busca dar una solución tecnológica flexible y escalable para diversas embarcaciones, ajustándose a las normas internacionales de seguridad marítima.

Palabras clave

Monitoreo inteligente, sistemas críticos, Big Data Analytics

SUMMARY

The purpose of this project is to design and implement an intelligent monitoring system for the critical systems of the vessel "El Rey" belonging to the Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, focusing primarily on the hydraulic system and the main engine. Currently, these variables are controlled manually, which makes early failure detection difficult and increases the risk of unscheduled shutdowns.

The proposal is to integrate sensors for real-time data collection and secure transmission to a Big Data Analytics-based analysis platform. Algorithms will be implemented to facilitate pattern identification, predict potential problems, and provide timely notifications. A tool will be selected that will efficiently sample and store data for continuous monitoring.

The creation of the system is expected to improve operational safety and maintenance, and can contribute to decision-making. The implementation seeks to provide a flexible and scalable technological solution for various vessels, complying with international maritime safety standards.

Keywords

Intelligent monitoring, critical systems, Big Data Analytics

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VII
AGRADECIMIENTO	VIII
RESUMEN	IX
SUMMARY	X
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	XIV
ÍNDICE DE FIGURA.....	XVII
ÍNDICE DE TABLA	XVII
ABREVIATURAS.....	XVIII
SIMBOLOGÍA	XVIII
1. Introducción	1
2. Antecedentes	2
3. Justificación	3
4. Propuesta.....	4
5. Objetivos.....	4
Objetivo General.....	4
Objetivos Específicos.....	4
CAPITULO I: MARCO TEÓRICO	5
1. MONITOREO DE LOS SISTEMAS CRÍTICOS	5
1.1. Fundamentos de Sistemas Críticos a Bordo y Tecnologías de Industria 4.0: Componentes y Redes de Comunicación.....	5
1.1.1. Definición de los Sistemas Críticos a Bordo	5

1.1.2.	Tecnologías de la Industria 4.0 Aplicadas al Monitoreo	14
1.1.3.	Definición de los Componentes Relevantes para el Proyecto	22
1.1.4.	Servidores en la Nube	43
1.1.5.	Redes Inalámbricas para la Transmisión de Datos en Embarcaciones	46
1.2.	Normativas Marítimas Aplicables en el Monitoreo de Sistemas Críticos	49
CAPÍTULO II: DISEÑO DEL PROYECTO		51
2.1.	Descripción del Proyecto	51
2.1.1.	Inspección del Estado Actual de la Embarcación	51
2.1.2.	Recursos materiales y económicos	54
2.1.3.	Selección y Datos Técnicos de los Equipos Para el Monitoreo de los Sistemas	55
2.1.4.	Descripción de Elementos del Tablero Eléctrico	59
2.1.5.	Selección y Descripción de los Elementos Para la Comunicación	61
2.2.	Programación y Configuración	62
2.2.1.	Programación en el LOGO! Soft Comfort	62
2.2.2.	Creación de Cuenta AWS	68
2.2.3.	Creación de Usuario en AWS (persona)	71
2.2.4.	Conexión de AWS con LOGO! Soft Comfort 8.4	76
2.2.5.	Conexión de LWE con AWS	81
2.2.6.	Configuración del Servidor SMTP en Gmail	83
2.3.	Lógica cableada	87
CAPITULO III: MONTAJE E INSTALACIÓN		88
3.1.	Implementación del Proyecto	88

3.1.1. Armado de Tablero	88
3.1.2. Instalación de los Sensores Para la Automatización.....	90
3.1.3. Instalación del Internet.....	91
3.2. Pruebas y Validación	92
3.2.1. Pruebas Unitarias: Verificación de Componentes Individuales.....	92
CONCLUSIONES	96
RECOMENDACIONES	98
RECURSOS.....	98
Recursos humanos	98
Recursos institucionales.....	99
BIBLIOGRAFÍAS	99
ANEXOS	107

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Esquema de sistema hidráulico básico.....	6
Ilustración 2. Diagrama de bloques, gobierno automático	7
Ilustración 3. Diagrama de bloques, gobierno de emergencia	8
Ilustración 4. Aplicaciones claves de la inteligencia artificial en el análisis de Big Data	15
Ilustración 5. FI Pinout de la placa de desarrollo ESP32.....	24
Ilustración 6. Diagrama de pines de Raspberry PI 3B	27
Ilustración 7. Lenguajes de programación según la norma IEC 61131-3.....	29
Ilustración 8. Lenguaje de programación IL	30
Ilustración 9. Lenguaje de programación ST	31
Ilustración 10. Simbología de Lenguaje Ladder	32
Ilustración 11. Conversión de esquema eléctrico a Ladder	33
Ilustración 12. Lenguaje de programación FBD.....	34
Ilustración 13. Modelo de módulo de expansión de LOGO AM2 12/24V	36
Ilustración 14. Módulo de conversión de señal de corriente (4–20 mA) (0–10 V)	37
Ilustración 15. Representación temporal de una señal analógica (Vmin–Vmax).....	38
Ilustración 16. Sensor de presión componentes internos y conexión de señal.....	40
Ilustración 17. Comportamiento temporal de una señal digital binaria	41
Ilustración 18. Sensor de proximidad inductivo	43
Ilustración 19. LOGO SOFT 8.4.....	56
Ilustración 20. Transductor de presión.....	57
Ilustración 21. Transmisor de temperatura integrado	57
Ilustración 22. Módulo convertidor de corriente a voltaje.....	58

Ilustración 23. Tarjeta de Memoria SanDisk Ultra 32 GB	58
Ilustración 24. Fuente de alimentación conmutada.....	60
Ilustración 25. Interruptor automático Siemens 5SL42047HG	60
Ilustración 26. Relé Siemens LZX:PT3700	61
Ilustración 27. Bloque para censado RPM.....	63
Ilustración 28. Bloque conmutador analógico de valor umbral	63
Ilustración 29. Bloques para censado de presión y temperatura	64
Ilustración 31. Conteo de horas de funcionamiento.....	65
Ilustración 30. Programación de alarmas de encendido y reset	66
Ilustración 32. Programación de alarmas de puntos críticos.....	67
Ilustración 33. Paso #1. Creación de cuenta AWS	68
Ilustración 34. Paso #2. Contraseña AWS	68
Ilustración 35. Paso #3 Registro de datos en AWS	69
Ilustración 36. Paso #4. Facturación de AWS	69
Ilustración 37. Paso #5. Confirmación de registro en AWS	70
Ilustración 38. Paso #6. Plan en AWS	70
Ilustración 39. Paso #8. Pantalla de inicio de la consola en AWS.....	71
Ilustración 40. Paso #9. Región Norte de Virginia	72
Ilustración 41. Paso #10. Servicios IAM	72
Ilustración 42. Paso #11. Creación de persona en AWS.....	73
Ilustración 43. Paso #12. Registro de datos en AWS	73
Ilustración 44. Paso #13. Primera política	74
Ilustración 45. Paso #14. Segunda política	74

Ilustración 46. Paso #15. Código de Siemens.....	75
Ilustración 47. Paso #16. Nombre de la política	75
Ilustración 48. Paso #17. Política generada	76
Ilustración 49. Conexión de AWS con LOGO	76
Ilustración 50. Ajustes del control de acceso.....	77
Ilustración 51. Ajustes de conexión a la nube.....	77
Ilustración 52. Registrar objeto.....	78
Ilustración 53. Ingreso de datos	78
Ilustración 54. Ajuste de transferencia de datos de la nube.....	79
Ilustración 55. Variables en LWE.....	80
Ilustración 56. Elaboración de página en LWE	80
Ilustración 57. Página web con LWE	81
Ilustración 58. Conexión de LWE con AWS.....	81
Ilustración 59. Elección del entorno	82
Ilustración 60. Clave para la interfaz	82
Ilustración 61. Configuración del SMTP en Gmail	83
Ilustración 62. Verificación en dos pasos	83
Ilustración 63. Cuenta verificada	84
Ilustración 64. SMTP Tast Tool.....	84
Ilustración 65. Datos en GMass	85
Ilustración 66. Confirmación del SMTP con Gmail	85
Ilustración 67. Ajustes de correo electrónico.....	86
Ilustración 68. Ajustes de evento de correo electrónico	86

Ilustración 69. Distribución de componentes en tablero de control automatizado.	90
Ilustración 70. Instalación de la antena Starlink en la embarcación.	91
Ilustración 71. Equipo de monitoreo encendido	92
Ilustración 72. Visualización de datos	93
Ilustración 73. Correo de alarmas	93
Ilustración 74. Aviso Stop-Run controlador	94
Ilustración 75. Alarma mantenimiento	94
Ilustración 76. Alarma baja presión de aceite	95
Ilustración 77. Alarma por sobre velocidad.....	95

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. Componentes clave del ecosistema IoT	15
Figura 2. Métodos de análisis de datos	16
Figura 3. Aplicaciones Clave de la inteligencia artificial en el análisis de Big Data	18
Figura 4. Relación entre la inteligencia artificial, Machine Learning y Deep Learning ..	19

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Temperaturas máximas y mínimas para diferentes aceites multigrado.	12
Tabla 2. Diferencias entre ESP32 y otras placas de desarrollo.....	23
Tabla 3. Especificaciones técnicas del microcontrolador ESP32	24
Tabla 4. Descripción de pines de placa EPS32.....	25
Tabla 5. Datos técnicos y legales de la embarcación EL REY	53
Tabla 6. Especificaciones técnicas de la maquina principal del EL REY	53
Tabla 7. Detalle de los recursos materiales y económicos necesarios para la elaboración del proyecto.....	54

Tabla 8. Especificaciones de los equipos seleccionados para el monitoreo del sistema crítico	55
Tabla 9. Descripción técnica de componentes eléctricos del tablero.....	59
Tabla 10. Descripción técnica de los equipos de comunicación.....	62
Tabla 11. Detalle de los recursos humanos y su aporte en el desarrollo en el proyecto...	98
Tabla 12. Detalle de los recursos institucionales y lugar de origen.....	99

ABREVIATURAS

ULEAM	Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí
BN	Block Number (número de bloque)
IA	Inteligencia Artificial
IoT	Internet of Things (Internet de las Cosas)
PLC	Programmable Logic Controller (Controlador Lógico Programable)
LWE	LOGO! Web Editor (Editor Web de LOGO!)
AWS	Amazon Web Services (Servicios Web de Amazon)
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol (Protocolo Simple de Transferencia de Correo)
IAM	Identity and Access Management (Gestión de Identidad y Acceso)

SIMBOLOGÍA

A	Amperios
V	Voltaje
Ah	Amperios-horas
AC	Corriente Alterna
DC	Corriente Continua

NA	Normalmente Abierto
NC	Normalmente Cerrado
°C	Grados Celsius
RPM	Revoluciones por Minuto
TM	Toneladas Métricas

1. Introducción

Actualmente, el control inteligente de sistemas esenciales a bordo es crucial para garantizar operaciones marítimas seguras y eficientes, en cumplimiento con las normativas vigentes.

El proyecto planteado propone un sistema de monitoreo para los elementos fundamentales de la embarcación “El Rey”, que incluye tanto la máquina principal como el sistema hidráulico. Se utilizarán sensores avanzados, una red de comunicación y un software automatizado que permitirá la recolección y el análisis de datos. Asimismo, se diseñará un circuito electrónico adaptado específicamente a las exigencias técnicas del barco, garantizando la compatibilidad y la interoperabilidad de todos los sistemas involucrados.

Experiencias del mundo real han evidenciado que la ausencia de sistemas de monitoreo inteligente ha sido un factor común en numerosos incidentes marítimos que podrían prevenirse. La ventaja principal de estos sistemas es la posibilidad que brindan la visualización de información en tiempo real, lo que permite acceder a los datos desde cualquier lugar y disminuye la necesidad de contar con personal presente, dado que la supervisión puede llevarse a cabo de forma remota, lo que contribuye a reducir los gastos operativos.

La creación de este sistema está en sintonía con la actual tendencia de la Industria 4.0, que en el sector marítimo da la seguridad durante las operaciones, la integridad estructural del barco y salvaguardar la vida humana en el mar.

Con la evolución de la tecnología digital, el monitoreo tradicional ha demostrado limitaciones frente a las crecientes demandas de eficiencia, es aquí donde una herramienta como el Big Data Analytics ofrece un enfoque innovador, al permitir la recolección, análisis y visualización de grandes volúmenes de datos operacionales en tiempo real.

Al adoptar tecnologías emergentes en un entorno académico-operativo, este proyecto no solo contribuirá a mejorar la eficiencia y seguridad del *El Rey*, sino que también promoverá la formación de ingenieros marítimos capacitados para enfrentar los retos de la digitalización marítima contemporánea.

2. Antecedentes

En el sitio web oficial de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, se anunció la donación de una embarcación de tipo artesanal, la cual tiene como finalidad contribuir a la investigación marítima, según menciona (Ramos.Mtr., 2024)

La ceremonia de inauguración del barco artesanal de la Uleam, que se llevó a cabo en el dique del puerto artesanal de Jaramijó, marca un hito importante que une a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí con el entorno marino. Este evento, realizado a las 14:00 del 7 de mayo, se programó para que coincidiera con la marea alta, ayudando así a que la nave entrara sin problemas al mar.

La embarcación denominada “El Rey”, enfrenta importantes retos vinculados a la carencia de sistemas electrónicos y al deterioro de los equipos a bordo. Esta situación pone de manifiesto la urgencia de establecer un sistema de monitoreo inteligente.

El uso de Big Data Analytics en el monitoreo de embarcaciones permite recopilar y analizar grandes volúmenes de datos provenientes de sensores instalados en los sistemas críticos de la embarcación, como el sistema propulsor y el sistema hidráulico. Esta tecnología proporciona información en tiempo real sobre el rendimiento y las condiciones operativas, facilitando la toma de decisiones para optimizar el funcionamiento de la embarcación y prevenir posibles fallas.

La iniciativa de implementar el monitoreo inteligente se alinea con tendencias globales marítimas. Este proyecto no solo fortalecerá la capacidad de la universidad para llevar a cabo

investigaciones efectivas, sino que también formará a los estudiantes en el uso de herramientas tecnológicas avanzadas.

3. Justificación

Dentro del marco actual de la navegación, el buen funcionamiento y la seguridad operativa son aspectos esenciales que demandan la adopción de tecnologías de vanguardia. La embarcación “El Rey”, perteneciente a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM). Es imprescindible mantener una supervisión y gestión de sus sistemas esenciales, como el motor principal y el sistema hidráulico, son claves para asegurar su correcto funcionamiento y la protección de la tripulación.

Específicamente, el proyecto sigue los lineamientos del *Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar* (SOLAS), esta norma exige que las embarcaciones cuenten con sistemas adecuados para el monitoreo de sus operaciones a fin de garantizar la seguridad de la tripulación y del entorno. Además, el sistema propuesto ayudará a cumplir con las normativas de la *ISO/IEC 27001 Sistemas de Gestión de Seguridad de la Información* (SGSI) la cual proporciona a las organizaciones las herramientas necesarias para evaluar sus riesgos, identificar sus debilidades y desarrollar estrategias para mitigarlos de manera proactiva.

La adopción de la analítica de Big Data permitirá la recolección y evaluación de información en tiempo real, lo que ayudará a detectar tendencias y prever problemáticas. Esta estrategia no solo mejorará la seguridad en las actividades, sino que también maximizará la eficacia del buque, lo que se traducirá en una reducción de los gastos y de operación y mantenimiento.

Este proyecto tiene implicaciones significativas en términos técnicos, económicos y sociales. La mejora en la seguridad y la eficiencia operativa a través del monitoreo inteligente no solo beneficiará a la ULEAM y a su comunidad académica, sino que también puede servir como

modelo para otras embarcaciones en la región. La justificación de esta tesis radica en la necesidad de abordar los desafíos técnicos y operativos actuales para elevar la calidad y seguridad de las operaciones marítimas, contribuyendo al desarrollo sostenible del sector y fortaleciendo la capacidad de investigación y educación en el ámbito marítimo.

4. Propuesta

El presente proyecto propone el diseño e implementación de un sistema de monitoreo inteligente utilizando Big Data Analytics para los sistemas críticos de la embarcación *El Rey*, de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM).

5. Objetivos

Objetivo General

Implementar un sistema de monitoreo basado en algoritmos de recolección de datos para mejorar la gestión y supervisión del sistema hidráulico y del motor principal de la embarcación “El Rey”.

Objetivos Específicos

- Instalar y configurar sensores y equipos de monitoreo en el sistema hidráulico y motor principal.
- Instalar una red de internet en la embarcación para mantener el monitoreo remoto.
- Implementar la automatización del programa para la obtención y evaluación de datos con el fin de capturar información al instante.
- Diseñar el esquema electrónico funcional que cumpla con las especificaciones técnicas y operativas.
- Realizar pruebas de validación para confirmar que la instalación de monitoreo cumple con el rendimiento y operatividad en la gestión de los sistemas críticos.

CAPITULO I: MARCO TEÓRICO

1. MONITOREO DE LOS SISTEMAS CRÍTICOS

Introducción

En esta sección se tratan los principios teóricos que permiten comprender de los sistemas críticos en una embarcación. Por lo tanto, es fundamental conocer los tipos de componentes que conforman estos sistemas y su importancia en el desarrollo de operaciones fiable y eficientes. A partir de esta base, se describen los avances tecnológicos relacionados a la Industria 4.0 como un escenario de evolución digital, los cuales han dado comienzo a nuevas metodologías de monitoreo, automatización y análisis en tiempo real. En este contexto, se enfatiza la función que desempeñan las redes inalámbricas como medio clave para la comunicación y supervisión remota de los distintos sistemas a bordo, ligado con el cumplimiento de normativas técnicas que respaldan su correcta implementación en el entorno marítimo.

1.1. Fundamentos de Sistemas Críticos a Bordo y Tecnologías de Industria 4.0:

Componentes y Redes de Comunicación

1.1.1. Definición de los Sistemas Críticos a Bordo

La identificación de sistemas críticos por parte de una embarcación se fundamenta en las disposiciones del Organismo Marítimo Internacional (OMI), en esencia a través del Convenio SOLAS y su anexo, el Código Internacional de Gestión de la Seguridad (Código ISM). Conforme a la Regla 10, "Mantenimiento del buque y el equipo", apartado 10.3 menciona que las compañías están obligadas a identificar los equipos y sistemas técnicos cuya disfunción pueda dar lugar a situaciones peligrosas, y de adoptar medidas concretas para garantizar su funcionamiento adecuado. (Organización Marítima Internacional, 1993, modificado en 2000).

A partir de esta regulación se determinarán los sistemas críticos de la embarcación del objeto del proyecto.

Sistema de Gobierno. Este sistema está compuesto por un grupo de elementos mecánicos, hidráulicos y electrónicos que permiten al capitán o timonel gobernar la dirección de la embarcación. En otros términos, debido a este sistema se puede obtener el giro del barco tanto para babor como estribor, y mantener un rumbo determinado.

Actualmente existen tres tipos de sistemas de gobierno:

Gobierno manual. – Este tipo de mecanismo está configurado por diferentes componentes: piloto, timonel, sistema de gobierno, buque y realimentaciones.

El piloto es el oficial encargado de dar el rumbo a seguir. El timonel es el tripulante encargado de mover la rueda del timón para efectuar la orden dada por el piloto. El sistema de gobierno es todo el aparataje necesario para mover la pala del timón. Las realimentaciones de la embarcación, son las indicaciones visuales para que el piloto o el timonel puedan comprobar si se está realizando el rumbo apropiado. (Rodríguez González, 2018)

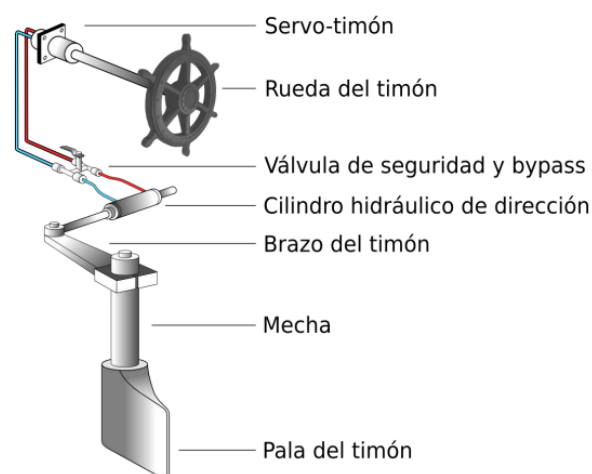


Ilustración 1. Esquema de sistema hidráulico básico

Fuente: (Sánchez., 2020).

Gobierno automático. – Este sistema es apto para detectar y corregir continuamente errores de rumbo sin intervención continua del timón, utiliza un indicador de navegación central y una brújula magnética o un giróscopo como referencia.

El giróscopo facilita rumbos precisos, por otro lado, la brújula magnética entrega rumbo que se deben corregir. Además, el inercial central brinda información adicional, como el balance, la dirección y la orientación. El piloto automático determina la discrepancia entre la ruta deseada y la real y envía la orden al servotimón que brinda tiempo para poder modificar el rumbo de la embarcación. (Rodríguez González, 2018)

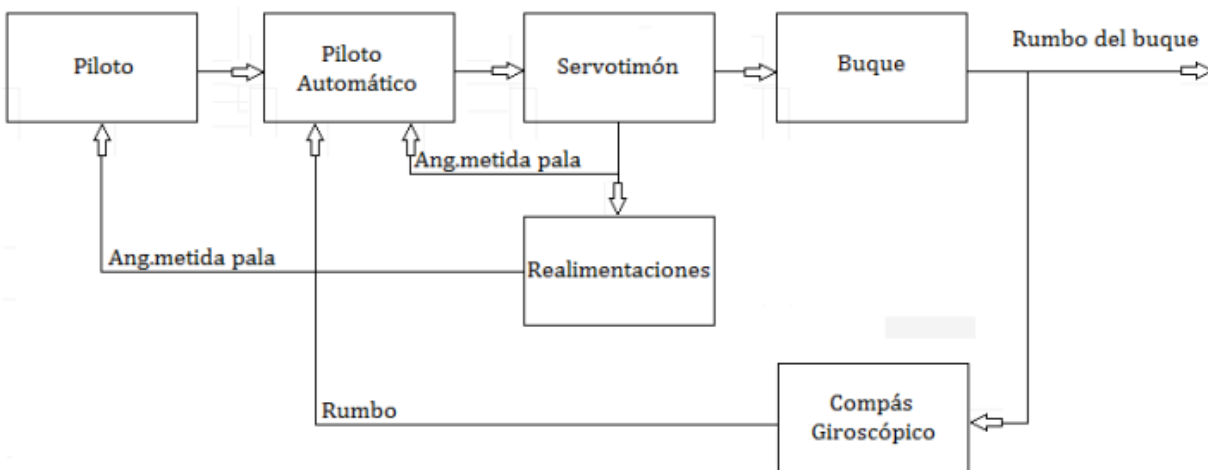


Ilustración 2. Diagrama de bloques, gobierno automático
Fuente (Rodríguez González, 2018)

Gobierno de emergencia. – El funcionamiento de este sistema es tener el control manual del servotimón una vez que la embarcación comience a fallar el sistema de telemando desde el puente de gobierno. Los fallos que podrían ocurrir en el sistema se dividen en tres:

- Fallos hidráulicos: suelen tratarse de roturas o deformaciones en los circuitos del aceite.
- Fallos electrónicos: los más frecuentes los tenemos cuando se producen en los circuitos electrónicos del piloto automático o en la rueda del timón.

- Fallos eléctricos: los principales fallos que suelen darse son cuando los cables se derivan o se cortocircuitan.

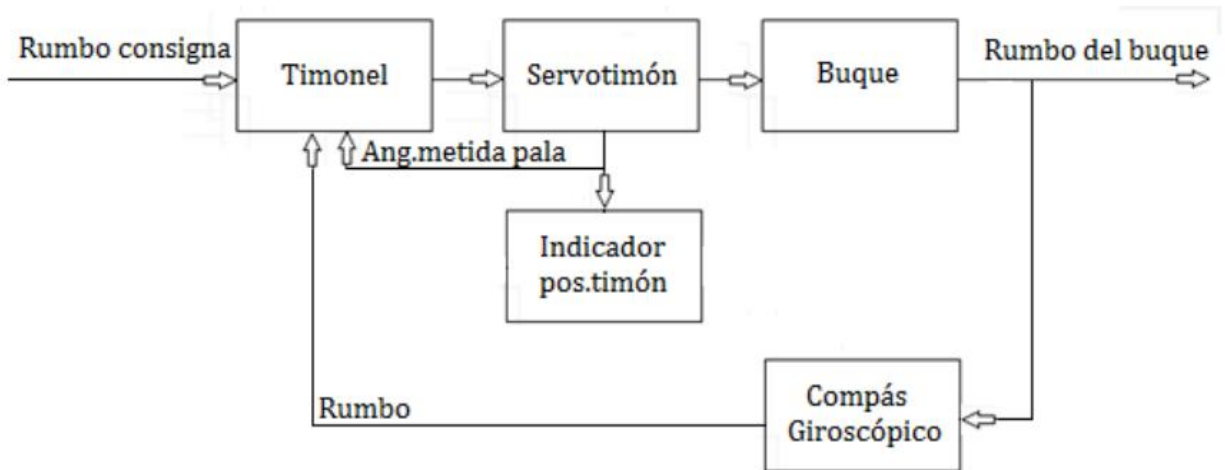


Ilustración 3. Diagrama de bloques, gobierno de emergencia
Fuente (Rodríguez González, 2018)

Sistema de Propulsión. Es un conjunto de componentes mecánicos, eléctricos e hidráulicos que se implementa para convertir la energía mecánica en energía cinética, generando el impulso para vencer la resistencia hidrodinámica y propulsar la embarcación. Sus características principales varían según el tipo de sistema, pero comúnmente se destacan la máquina principal, el eje y la hélice.

Dependiendo siempre de la fuente de energía existen tres tipos principales los cuales son los de son combustión interna, eléctricos, y en la actualidad tienen algún impacto los motores híbridos.

➤ **Motores de combustión interna:**

- **Diésel:** es la mezcla de combustible y aire sufre una combustión controlada en la cámara de combustión y empuja el pistón él acciona la cruceta que a su vez transmite la potencia al cigüeñal a través de una biela la que convierte el

movimiento lineal en movimiento rotatorio en el cigüeñal. (Nautilus Shipping, 2022)

- **Gasolina:** en este tipo de motor la energía se obtiene utilizando una bujía para encender la dilatación brusca de una mezcla de aire y gasolina en la cámara de combustión.
- **GLP/GNC:** el gas natural comprimido es una simple mezcla de gases a presión atmosférica y temperatura ambiente o el gas natural licuado que se somete a un proceso de refrigeración llamado licuefacción para que al condensarse se transforme a estado líquido, facilitando su transporte para largas distancias. (Yáñez Vallverdú, 2016)

➤ **Motores eléctricos:**

- **Motores de corriente continua (CC):** tienen la capacidad de convertir energía eléctrica ya que el flujo de corriente no cambia de dirección esta se transforma en movimiento o trabajo mecánico a través de fuerzas electromagnéticas. Se clasifica en dos tipos, es decir, el motor de excitación independiente y motor autoexcitación. (Aula21, 2020)
- **Motores de corriente alterna (CA):** convierte la corriente alterna en energía mecánica. Se clasifica en tres tipos: motor de inducción, motor síncrono y motor lineal.

➤ **Motores híbridos:**

- **Híbridos paralelos:** el sistema híbrido paralelo combina el motor diésel con un motor eléctrico. Esta configuración aprovecha ambos motores, permitiendo operar

en modo solo diésel, solo eléctrico, mitigación de picos de potencia y aumento de potencia. (Twin Disc, 2024)

- **Híbrido en serie:** es un sistema el cual este impulsa la hélice por motores eléctricos obtienen la energía eléctrica por generadores diesel y/o baterías sin conexiones mecánicas directas. (Twin Disc, 2023)

➤ **Horas de trabajo del motor**

Este parámetro debe indicar horas que la embarcación ha estado navegando, incluyendo el tiempo en ralentí y las velocidades de bajas rpm, son indicadores de cuánto tiempo la máquina principal está en funcionamiento para darle los mantenimiento y conservación. Los ejes son responsables de conectar los motores y los reductores al propulsor, transmitiendo el movimiento a lo largo del casco.

Por otro lado, existen las hélices, son la pieza clave que convierte la energía mecánica del motor en empuje, propulsando el barco a través del agua. Estas pueden ser de paso fijo, pasos variables, paso controlable, entre otras. La embarcación “El Rey” dispone de una hélice de paso fijo, ya que por su precio y eficiencia son las más comunes, su empuje va a depender en gran medida de la velocidad del motor.

Una falla en el sistema de propulsión de una embarcación puede tener consecuencias graves y de largo alcance. Por esta razón, es fundamental realizar un mantenimiento preventivo. A través del Big Data Analytics, podemos analizar los datos de funcionamiento del sistema para identificar las áreas que requieren mayor atención como las horas de trabajo, temperatura, nivel de aceite y así minimizar el tiempo de inactividad y los costos de reparación.

Sistema de Lubricación. Es una agrupación de elementos los cuales ayudan al suministro de aceite las partes móviles de una máquina para reducir la fricción, disipar el calor y prevenir el desgaste.

Aceite Lubricante: es un fluido por bases minerales o sintéticas y aditivos, diseñado para minimizar la resistencia al movimiento, regular la temperatura, proteger contra la corrosión y mantener la limpieza de los componentes mecánicos. (Ingeniero Marino, 2021)

- Antioxidantes: ralentizando el proceso de oxidación y envejecimiento, previniendo la formación de residuos e incrementos de viscosidad.
- Inhibidores de la Corrosión: protegen los elementos metálicos del motor de la corrosión formada por la condensación de agua sobre sus superficies.
- Antiespumantes: evitan la formación de burbujas.
- Extrema Presión: evitan que el aceite se degrade al someterse a altas cargas de trabajo.
- Detergentes: permite la limpieza de aros, cilindros, pistones, válvulas, evitando la acumulación de depósitos carbonosos.
- Dispersantes: minimizan el efecto de residuos contaminantes.
- Aditivos para mejorar el TBN (Total Base Number): protegen a las piezas de los ácidos formados por la combustión.

La selección correcta del aceite lubricante debe basarse en los requisitos establecidos por el fabricante para las diferentes condiciones de trabajo, rendimiento, combustible, temperatura, etc. del motor. Por ejemplo, tenemos:

ACEITE MULTIGRADO	TEMPERATURA AMBIENTE	
	MÍNIMO(°C)	MÁXIMO(°C)
SAE 0W30	-40	30
SAE 0W40	-40	40
SAE 5W40	-30	30
SAE 5W40	-30	50
SAE 10W30	-18	40
SAE 10W40	-18	50
SAE 15W40	-9,5	50

Tabla 1. Temperaturas máximas y mínimas para diferentes aceites multigrado.

Fuente: **(Ingeniero Marino, 2021).**

Sistema de Refrigeración. Su función consiste es disipar el calor producido por los motores durante el proceso de combustión, lo cual previene el recalentamiento que podría ocasionar fallos mecánicos. (Nautica profesional, 2025)

En las embarcaciones, se emplean principalmente dos tipos de sistemas de refrigeración:

1. **Sistema de refrigeración directa:** se basa en el uso de agua de mar que fluye directamente a través del motor. Este método es simple y económico, aunque puede poner en riesgo los componentes internos del motor debido a la corrosión y a la acumulación de sedimentos marinos.
2. **Sistema de refrigeración indirecta (circuito cerrado):** usa un fluido refrigerante (normalmente agua con anticorrosivos o glicol) que circula por el motor y se enfría mediante un intercambiador de calor que a su vez usa agua de mar.

Sistema Hidráulico. Son redes de tuberías que intervienen en la mayoría de las funciones de una embarcación. Estas redes pueden conducir gas, combustible, aceite de lubricación y agua de enfriamiento para las máquinas. Este sistema es esencial para realizar una gran variedad de

tareas a bordo, desde dirigir el timón hasta operar grúas y sistemas de pesca. (Molina, Quesada, Flebes, & Ramos, 2017)

El sistema hidráulico de la embarcación “El Rey” está aplicado al sistema de gobierno, el cual permite dirigir la embarcación mediante la rotación del timón. Este sistema constituye un componente clave para el control direccional del buque. Su función principal es la transmisión de energía mediante aceite a presión, el cual circula desde un depósito sellado hacia elemento fundamental como el orbitrol, el actuador hidráulico y la pala del timón.

Sistema Eléctrico. Este sistema en una embarcación es vital ya que proveen la energía necesaria ya que parte de ella depende la puesta en marcha del motor y un buen funcionamiento de los instrumentos electrónicos a bordo. (Daniel Nautical Solutions, 2024)

Los black-outs pueden ocasionar daños en los sistemas, al igual que pueden ocasionar un peligro por la pérdida de toda la instrumentación de navegación; GPS, radar, VHF. Otro fallo que encuentra en el sistema es la existencia de cables y conexiones en mal estado por la humedad, la fricción o la temperatura.

Sistema de Navegación. Es un sistema que tiene un conjunto de herramientas y tecnologías que ayudan a determinar la posición exacta de un buque, planificar rutas, etc.

A través de los tiempos, la forma de navegar por los océanos ha cambiado desde técnicas antiguas como mirar las estrellas y usar brújulas, hasta los avanzados sistemas electrónicos contemporáneos. Los sistemas navegan nuevos integran información de varios sensores para ofrecer una visión integral del entorno de la embarcación. Por ejemplo, el barco “El Rey” utiliza el GPS que indica su ubicación y un chartplotter que presenta mapas náuticos digitales.

1.1.2. Tecnologías de la Industria 4.0 Aplicadas al Monitoreo

Esta sección analiza las teorías que nos permiten comprender los logros tecnológicos relacionados con la industria 4.0, un marco fundamental para el impulso de la transformación digital actual. Este paradigma ha catalizado el desarrollo de monitoreo avanzado, automatización y análisis de tiempo real y ha redefinido la efectividad de la operación. La infraestructura del sistema se introduce en arquitectura modular, como Internet de las Cosas (IoT), Inteligencia Artificial (IA), el Big Data, computación en la nube, robótica mejorada, entre otras cosas. En el ámbito marítimo e industrial, su uso ha transformado el monitoreo, el mantenimiento predecible y la gestión integrada de activos.

➤ IoT o Internet de las Cosas

Según (Redes de Telecomunicaciones y Seguridad de la Información, 2015), la evolución de internet se caracteriza por un enfoque más centrado en las personas y cuyo potencial radica en la capacidad para combinar datos con personas, procesos y objetos.

El internet de las cosas se basa en sensores y redes de comunicación, así como en un sistema que lleva todo el proceso y sus datos generados. De esta manera, los sensores actúan como los sentidos de un sistema y deben caracterizarse por bajo consumo energético, lo que permite su empleo masivo y flexible en distintos entornos. Esta evolución se sustenta en redes de comunicación inalámbricas potentes y seguras, también conocidas como M2M (máquina a máquina), que facilitan la integración de nuevas tecnologías en las infraestructuras existentes.

Finalmente, toda la información recopilada por este sensor debe procesarse y transformarse en información útil, aquí los métodos de análisis de datos se conocen como Big Data.

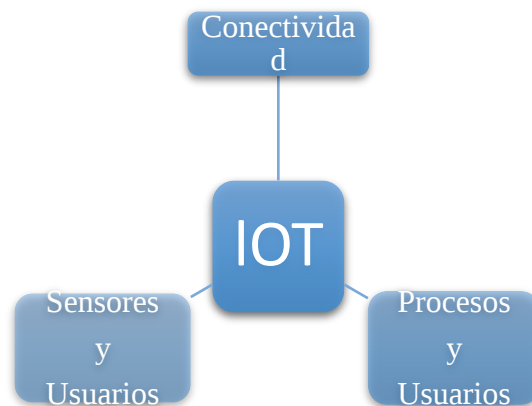


Figura 1. Componentes clave del ecosistema IoT
Fuente: Elaboración propia

IoT con relación marítima.

Las tecnologías del IoT están transformando las operaciones marítimas tradicionales en un ecosistema conectado. La comunicación entre buques y tierra, el seguimiento en tiempo real de buques y carga, la monitorización del estado de equipos críticos y el mantenimiento predictivo son solo algunos ejemplos de las aplicaciones marítimas del IoT. (Durlík , y otros, 2023)

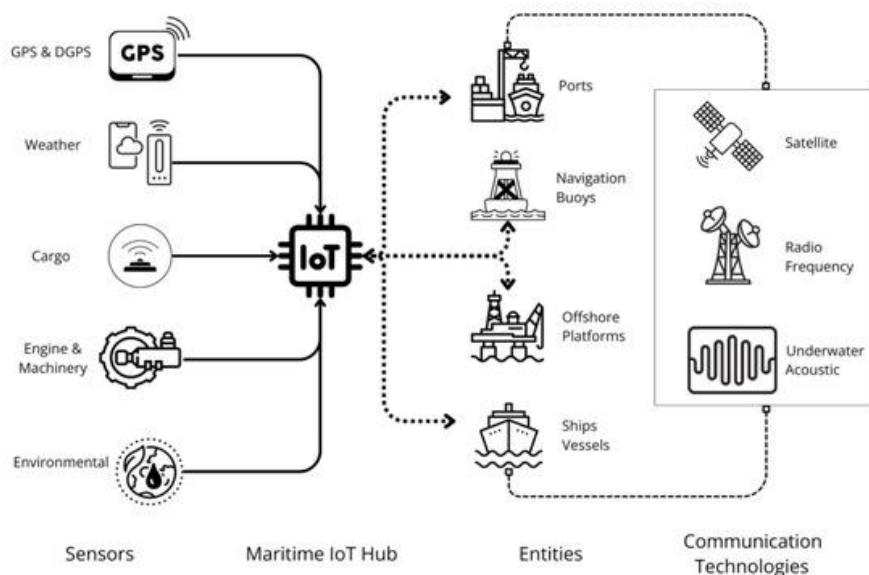


Ilustración 4. Aplicaciones claves de la inteligencia artificial en el análisis de Big Data

Fuente: (Durlík , y otros, 2023)

➤ Big Data Analytics

El término 'Big Data' se popularizó en los años 2000, cuando Doug Laney definió las 3 V, como la forma para describir los desafíos asociados con el manejo de grandes volúmenes de datos, que era el volumen, velocidad y variedad. Posteriormente, firmas tecnológicas y analistas de datos, incorporando dos dimensiones adicionales como la veracidad y valor.

Lo verdaderamente valioso no reside únicamente en la cantidad de datos disponibles, sino en la capacidad para analizarlos eficazmente y extraer información relevante que contribuya a una mejor toma de decisiones estratégicas. (Mucci & Stryker, 2024)

Para ello, se emplean principalmente cuatro enfoques de análisis de datos:

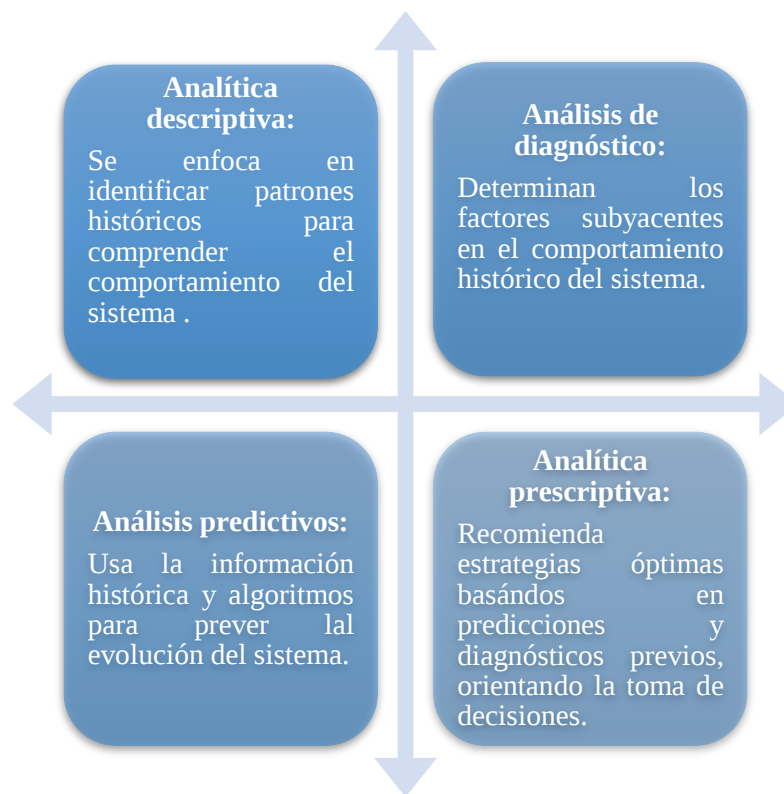


Figura 2. Métodos de análisis de datos
Fuente: Elaboración Propia

Las cinco V del Análisis de Big Data:

Las siguientes dimensiones destacan los principales retos y oportunidades inherentes al análisis de big data. (Enterprise Big Data Framework, 2025)

1. Volumen: cantidades masivas de datos procedentes de transacciones, sensores, redes sociales, etc.
2. Velocidad: los datos fluyen en tiempo real, requiriendo procesamiento casi instantáneo.
3. Variedad: incluye datos estructurados, semiestructurados (email, log) y no estructurados (texto, imágenes, audio, video).
4. Veracidad: se refiere a la calidad, fiabilidad y precisión de los datos, muy importante para evitar sesgos o ruido informativo.
5. Valor: la meta principal es que los conocimientos adquiridos sean útiles y estratégicos, generando beneficios tangibles para la organización

Tipos de Big Data:

- Datos estructurados: se refiere a la información que está organizada en formatos estrictos y predefinidos, como las tablas dentro de bases de datos relacionales, facilitando un acceso rápido y el análisis a través de consultas.
- Datos semiestructurados: son datos con cierta organización flexible y parcial, comúnmente representados en formatos que habilitan el uso de cierto nivel de estructura sin esquemas dados.
- Datos no estructurados: en este caso, se debe al tipo de información carece total o parcialmente de un formato o esquema previamente definido, incluyendo textos en lenguaje natural, imágenes, audio y video, cuyo análisis requiere insumos avanzados de procesamiento y minería de datos.

Relación sinérgica de la Inteligencia Artificial (IA) y el Big Data Analytics

La inteligencia artificial utiliza grandes volúmenes de datos para aprender, identificar patrones y automatizar decisiones, mientras que el Big Data se beneficia de la IA para analizar información compleja rápidamente. Esta colaboración mejora procesos y decisiones en sectores como finanzas, salud, comercio y manufactura. (Enterprise Big Data Framework, 2025)

Cinco aplicaciones claves de la IA en el análisis Big Data



Figura 3. Aplicaciones Clave de la inteligencia artificial en el análisis de Big Data

Fuente: Elaboración propia

➤ Inteligencia Artificial (IA)

La Inteligencia Artificial es el desarrollo de programas inteligentes que actúan de acuerdo con algoritmos (secuencia de pasos usados en las computadoras para la resolución de problemas específicos) y que permiten llevar a cabo actividades que generalmente son realizadas por el cerebro humano. La IA es un campo amplio que incluye muchas disciplinas, como la informática, el análisis y la estadística de datos, la ingeniería de hardware y software, la lingüística, la neurociencia y hasta la filosofía y la psicología. (Google Cloud, 2025)

En el artículo publicado por Zócalo (Alvarado, 2023), se menciona que, según Á. Garrido, la inteligencia artificial es “la ciencia e ingeniería necesaria para lograr que los ordenadores piensen y aprendan”.

La Inteligencia Artificial utiliza varios componentes para su funcionamiento, los cuales se muestran a continuación:

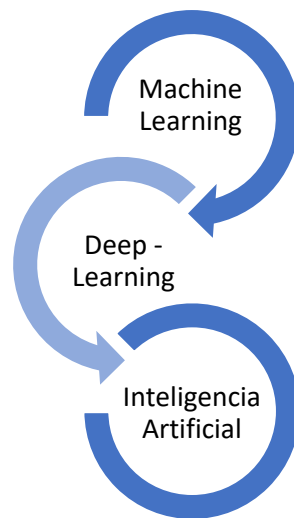


Figura 4. Relación entre la inteligencia artificial, Machine Learning y Deep Learning
Fuente: Elaboración propia

Uno de los pilares fundamentales de la inteligencia artificial es el aprendizaje automático o machine learning, el cual se basa en entrenar algoritmos para que puedan identificar patrones, tomar decisiones o realizar predicciones a partir de grandes volúmenes de datos. Dentro del mismo, destacan las redes neuronales, algoritmos inspirados en el funcionamiento del cerebro humano, estas redes están compuestas por nodos interconectados, organizados en capas, que trabajan en conjunto para procesar información y reconocer patrones complejos. (Stryker & Kavlakoglu, 2024)

A su vez, el aprendizaje profundo o deep learning representa un subconjunto avanzado del machine learning. Este se basa en el uso de redes neuronales profundas, las cuales incluyen múltiples capas ocultas entre la entrada y la salida del sistema.

La Necesidad de IA en la Industria Marítima

Uno de los casos de uso más destacados es el mantenimiento predictivo. Los modelos de machine learning analizan datos de sensores, (Internet de las cosas) IoT y (tecnología operativa).

➤ Robótica

Al vincular la inteligencia artificial con la robótica, se tiende a buscar un perfeccionamiento de la producción, con el objetivo de lograr mayor autonomía y toma de decisiones, según la seguridad y el entorno de trabajo. Tiene aplicaciones para el procesamiento de datos, sistemas de geolocalización y otras tecnologías, como también aplicación en “pick & place” (“tomar y ubicar”), se utiliza la visión artificial, el procesamiento de imágenes 3D y la robótica colaborativa, para una producción rápida, flexible y precisa. (Dovico, 2021)

➤ Impresión 3D

La impresión 3D representa una pieza clave en la transformación digital de la industria dentro del marco de la Industria 4.0. Su capacidad para revolucionar los procesos de manufactura, ofreciendo flexibilidad, eficiencia y personalización, está impulsando un cambio significativo en cómo se diseñan y producen los bienes. (Flores, Tamayo, & Trujillo, 2024)

La impresión 3D se refiere a la creación de objetos tridimensionales mediante la adición de material capa por capa, basado en un modelo digital. Este proceso contrasta con los métodos de manufactura sustractiva, que eliminan material de un bloque inicial. La flexibilidad de diseño, la capacidad de producir geometrías complejas y la eficiencia en el uso de materiales.

➤ **Ciberseguridad**

La ciberseguridad es el conjunto de políticas, procedimientos, herramientas y prácticas destinadas a proteger sistemas digitales, redes, datos y procesos frente a accesos no autorizados, alteraciones, sabotajes y otros tipos de amenazas. En la Industria 4.0, donde la tecnología está profundamente integrada a la cadena de producción, el impacto de un ciberataque puede traducirse en la detención total de una planta, pérdida de información crítica, daño a la reputación e incluso consecuencias físicas en instalaciones o personas. (Usberto, 2025)

Los ataques dirigidos a infraestructuras industriales han aumentado en frecuencia y sofisticación. Algunos de los vectores más comunes incluyen:

- Ransomware en sistemas SCADA: bloqueo de sistemas de control a cambio de rescate económico.
- Ataques de día cero en PLCs y dispositivos IoT: aprovechamiento de vulnerabilidades aún no parcheadas.
- Ingeniería social y phishing industrial: manipulación de usuarios para acceder a redes internas.
- Ataques a la cadena de suministro: infiltración a través de proveedores o software comprometido.

➤ **Servicios en la nube (Cloud Computing)**

El cloud computing en la industria 4.0 proporciona una infraestructura escalable y flexible para almacenar, procesar y analizar grandes cantidades de datos generados, entre otros, por sensores, máquinas y dispositivos IoT que funcionan en tiempo real. (Ingeniería y tecnología , 2023)

Tipos de cloud computing en la industria 4.0:

- Cloud Público: son servicios que ofrecen las empresas externas a través de una red pública, donde los usuarios acceden a recursos compartidos de baja demanda.
- Cloud: son servicios de nubes privadas con propiedad de una sola organización y se ubican en sus propias instalaciones lo que hace que tenga mayor control de los servicios y gestión de datos.
- Cloud Híbridos: combinan la base del cloud privado con el uso de servicios e integración estratégica del público.

Servicios habituales de cloud computing en la industria 4.0:

- Infraestructura como servicio (IaaS): proporciona el acceso a recursos más básicos como servidores, máquinas virtuales, almacenamiento y redes.
- Plataforma como servicio (PAA): es la herramienta que permite la creación de aplicaciones en la nube. Los recursos de hardware y software disponibles facilitan la creación de estos servicios.
- Software como servicio (SaaS): permite usar aplicaciones completas a través de internet sin necesidad de instalación local.

1.1.3. Definición de los Componentes Relevantes para el Proyecto

La identificación y descripción adecuada de los elementos de un proyecto es el paso inicial para lograr su éxito. En esta sección analizaremos cada uno de los componentes que conforman nuestro proyecto, desde los más concretos hasta los más intangibles. Comprenderemos la función y la importancia de cada elemento, y cómo se vinculan entre ellos para lograr los objetivos establecidos.

➤ ESP32

La ESP32 es una placa de desarrollo basada en un microcontrolador de bajo costo y alto rendimiento, desarrollado por Espressif Systems, lanzada como sucesora de la popular ESP8266, ofreciendo mayores capacidades de procesamiento, conectividad y flexibilidad, lo que la convierte en una opción ideal para proyectos IoT. (Ortiz, y otros, 2025)

Sin embargo, podemos encontrar muchas otras placas de desarrollo, en algunos casos incluyendo funciones muy diferentes, como alimentación por batería, comunicación por radiofrecuencia de largo alcance, entre otras funciones:

CARACTERÍSTICAS	ESP32	ESP8266	Arduino UNO
PROCESADOR	Dual- core Xtensa	Single- core Xtensa	AVR de 8 bits
VELOCIDAD DE RELOJ	Hasta 240 MHZ	Hasta 160 MHZ	16MHZ
MEMORIA RAM	520 KB	160 KB	2 KB
CONECTIVIDAD	Wifi / Bluetooth	Wifi	No incluye
PINES GPIO	30-36	17	14
PERIFÉRICOS	UART, SPI, I2C, ADC	UART, SPI, I2C	UART, SPI, I2C

Tabla 2. Diferencias entre ESP32 y otras placas de desarrollo
Fuente: (Ortiz, y otros, 2025)

Características técnicas

El ESP32 presenta un conjunto de características técnicas que lo configuran como una plataforma robusta para aplicaciones en el campo de la electrónica y el Internet de las Cosas. A continuación, se detallan las especificaciones técnicas que hacen posible su excelente rendimiento y versatilidad.

ARQUITECTURA	Doble núcleo Xtensa de 32 bits que permite la ejecución simultánea de tareas y mejora el rendimiento general.
FRECUENCIA DE RELOJ	Hasta 240 MHz para procesamiento rápido
MEMORIA RAM	Varía entre 520 KB y 4 MB según el modelo, para almacenamiento temporal de datos y programas.
CONECTIVIDAD INALÁMBRICA	Integración de Wi-Fi 802.11 b/g/n y Bluetooth 4.2 (BR/EDR y BLE) para conexión versátil.
PERIFÉRICOS	Amplia gama que incluye GPIO, UART, SPI, I2C, PWM, ADC, DAC, entre otros.
MODOS DE BAJO CONSUMO	Incluye modo de espera profundo (Deep Sleep) para optimizar el consumo energético en dispositivos con batería
SEGURIDAD	Soporte para arranque seguro (Secure Boot) y cifrado de memoria flash (Flash Encryption).
SISTEMA DE ALIMENTACIÓN	Compatible con voltajes de operación entre 2.2 V y 3.6 V, lo que brinda flexibilidad en fuentes de energía.
PUERTO GPIO	Cantidad variable según modelo, usados para entrada/salida digital y otras funciones
ACTUALIZACIÓN OTA	Soporta actualización inalámbrica de firmware (Over-the-Air) para facilitar mantenimiento.
ENTORNO DE DESARROLLO	Compatible con IDE Arduino y otras plataformas para programación e implementación sencilla.

Tabla 3. Especificaciones técnicas del microcontrolador ESP32
Fuente: (Tovar, 2024)

El ESP32 cuenta con una amplia gama de pines y periféricos que permiten su integración con múltiples dispositivos externos. A continuación, se detallan sus principales interfaces y funcionalidades:

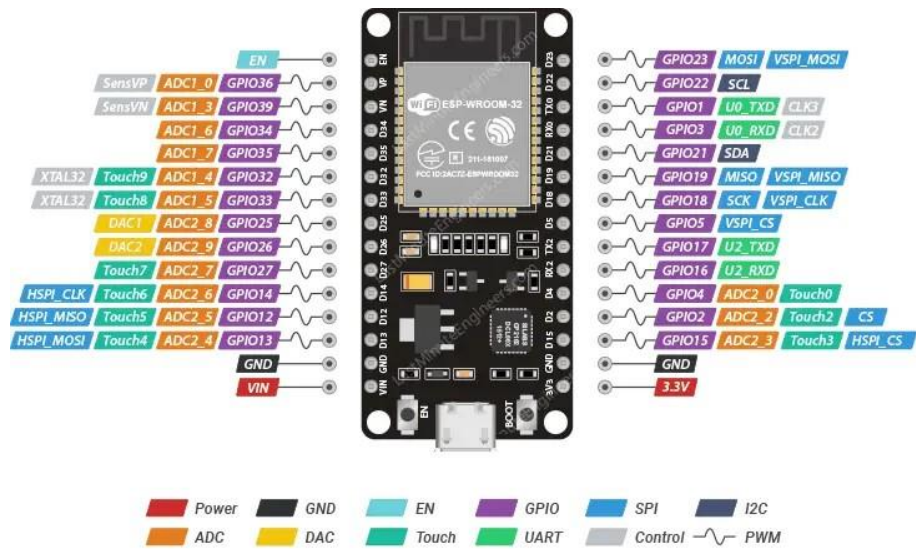


Ilustración 5. FI Pinout de la placa de desarrollo ESP32
Fuente: (Josepena, 2024)

Pines de alimentación	VIN: Entrada de 5V regulados. Sirve para alimentar el ESP32 y periféricos. 3V3: Salida de 3.3V (máx. 600 mA).
GND	Es el pin de tierra.
Pines GPIO	Son 25 pines del ESP32 que pueden configurarse como entradas/salidas digitales, analógicas, táctiles o para interrupciones.
Canales ADC	2 ADC SAR de 12 bits y 15 canales. Permiten medir señales analógicas, incluso en suspensión, y pueden amplificar señales pequeñas.
Canales DAC	2 canales DAC de 8 bits que convierten señales digitales en analógicas. Se usan como potenciómetros digitales para controlar dispositivos analógicos.
Superficie táctil	9 GPIO con detección táctil capacitiva, capaces de detectar cambios por contacto, como el de un dedo humano.
Pines SPI	El ESP32 tiene 3 buses SPI: SPI (reservado para la memoria flash), HSPI y VSPI (libres para conectar dispositivos). Soporta 4 modos de reloj para sincronizar. La velocidad máxima es de 80 MHz. Cuenta con un buffer FIFO (memoria temporal) de 64 bytes. VSPI es el bus SPI más usado en las librerías estándar para conectar sensores, pantallas, etc.
Pines I2C	Tiene un bus I2C que puede conectar hasta 112 dispositivos (sensores o periféricos).
Pines UART	El ESP32 tiene 2 interfaces UART (UART0 y UART2) para comunicación asincrónica (RS232, RS485, IrDA) hasta 5 Mbps. Incluye control hardware (CTS/RTS) y software (XON/XOFF).
Pines PWM	Cuenta con 25 canales PWM (casi todos GPIO) controlados por temporizadores y operadores que generan señales para controlar motores y LEDs.
ES Pin	Pin para habilitar el ESP32; ALTO activa el chip, BAJO lo pone en modo de baja potencia.

Tabla 4. Descripción de pines de placa EPS32

Fuente: (Josepena, 2024)

➤ Raspberry Pi

Raspberry Pi es una computadora de placa única (Single-Board Computer o SBC) desarrollada por la fundación Raspberry Pi con el objetivo de fomentar el aprendizaje de ciencias de la computación. A diferencia de plataformas como Arduino, que se basan en microcontroladores, Raspberry Pi ejecuta sistemas operativos completos y permite realizar tareas de escritorio, desarrollo de software, automatización y control de hardware. (Flores J. , 2019)

Procesador y Arquitectura

El núcleo de la Raspberry Pi está conformado por un sistema en un chip (SoC) Broadcom que incluye una unidad central de procesamiento (CPU) basada en arquitectura ARM y una unidad de procesamiento gráfico (GPU). Modelos recientes, como el Raspberry Pi 4, integran procesadores de cuatro núcleos a 1.5 GHz y capacidades de procesamiento comparables a ordenadores personales básicos. (GeeksforGeeks, 2023)

Funcionamiento General: la operación de la Raspberry Pi se divide en tres etapas principales:

- **Entrada:** a través de sus puertos USB, GPIO, entradas de cámara (CSI) o pantalla táctil (DSI), permite recibir datos desde sensores, dispositivos de entrada, módulos electrónicos o periféricos comunes como teclado y ratón.
- **Procesamiento de datos:** gracias a su procesador y memoria RAM (que varía entre 512 MB y 8 GB), Raspberry Pi ejecuta un sistema operativo completo (como Raspberry Pi OS) capaz de manejar múltiples procesos simultáneamente.
- **Salida:** los resultados pueden presentarse en pantallas a través de HDMI, mediante puertos de audio o por medio de los GPIO, controlando actuadores, LEDs, pantallas, motores, entre otros dispositivos.

Componentes Esenciales de la Raspberry Pi

Los componentes operan de manera coordinada para llevar a cabo procesos, administrar la memoria, almacenar datos y asegurar la conexión con dispositivos externos. A continuación, en la ilustración 6, se detallan sus partes esenciales:

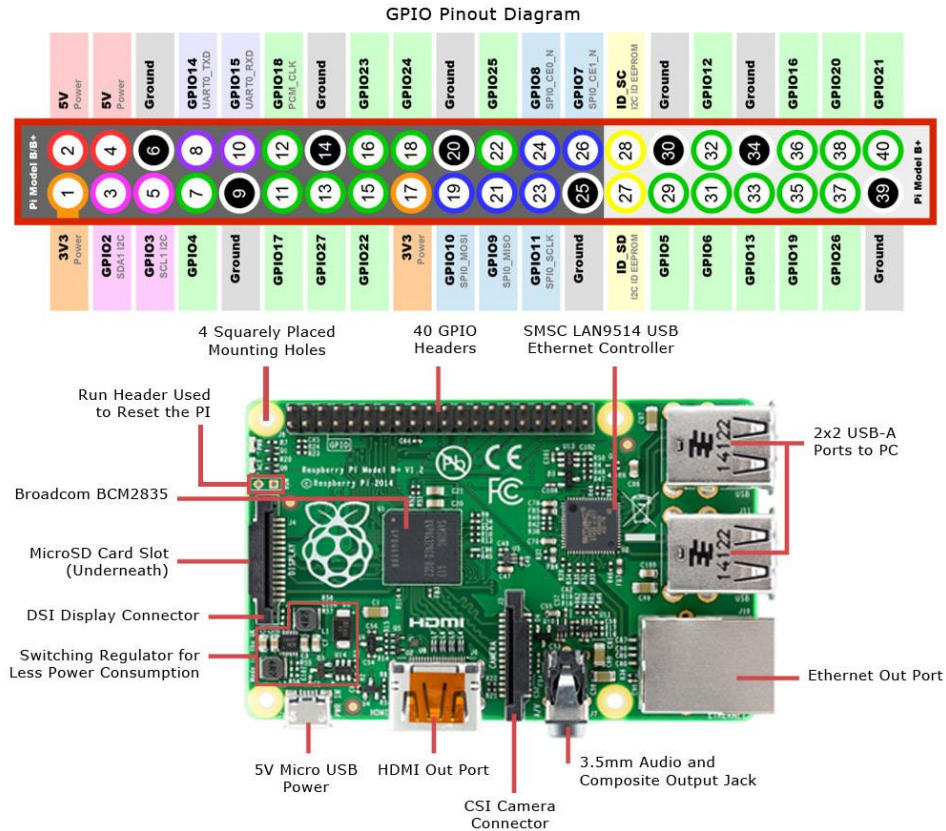


Ilustración 6. Diagrama de pines de Raspberry PI 3B
Fuente: (Winters , 2025)

➤ PLC Programmable Logic Controller (Controlador Lógico Programable)

Un PLC, o Controlador Lógico Programable, es un dispositivo electrónico industrial que se utiliza para automatizar procesos y máquinas, especialmente en entornos de producción. Funciona como una computadora especializada que recibe información de sensores, la procesa según un programa predefinido, y luego envía señales a actuadores para controlar el proceso.

Está diseñado para múltiples señales de entrada y de salida, rangos de temperatura amplios, inmunidad al ruido eléctrico y resistencia a la vibración y al impacto. Los programas para el control de funcionamiento de la máquina se suelen almacenar en baterías, copia de seguridad o en memorias internas. Un PLC es un ejemplo de un sistema de tiempo real, donde los resultados de

salida deben ser producidos en respuesta a las condiciones de entrada dentro de un tiempo determinado. (Molinari, 2004)

➤ **Lenguaje de PLC**

Los lenguajes de programación para PLC son fundamentales para sistemas de automatización industrial ya que mediante ellos se desarrollan algoritmos que definen la lógica de operación de máquinas y procesos. Son estructurados y estandarizados cuya sintaxis facilita la interacción con el controlador, lo cual garantiza la precisión y eficiencia en la realización de las tareas.

La norma IEC 61131 emerge como un pilar clave dentro del mundo de la automatización industrial, ofrece lineamientos claros y estandarizados para la programación y el diseño de los PLC. Su implementación fomenta la compatibilidad entre dispositivos de diferentes fabricantes y favorece una mejor organización, así como la reutilización y modularidad en el software de control. (Sanchis, Romero, & Ariño, 2010, pág. 134)

Específicamente, la sección 3 de la IEC 61131 define cinco lenguajes de programación reconocidos a nivel internacional, que se pueden utilizar de manera complementaria, según las características del proceso, la complejidad del sistema o las preferencias del programador.

Literales:

- Lista de instrucciones (IL).
- Texto estructurado (ST).

Gráficos:

- Diagrama de contactos (LD).

- Diagrama de bloques funcionales (FBD).

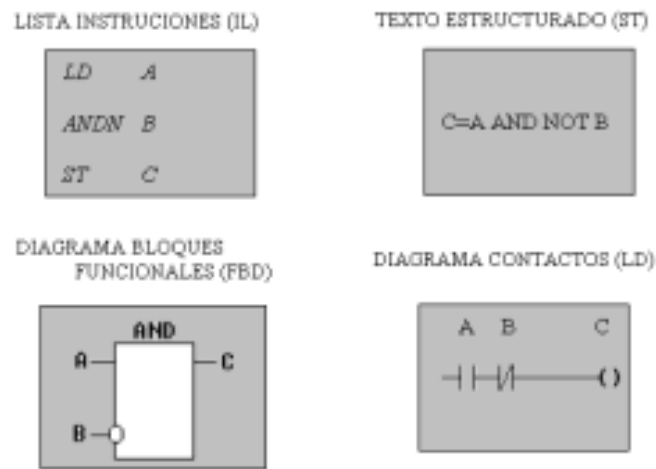


Ilustración 7. Lenguajes de programación según la norma IEC 61131-3
Fuente: (Área de Ingeniería de Sistemas y Automática, s.f)

Los cuatro lenguajes de programación describen la misma acción y depende de:

- Los conocimientos del programador.
- El problema para tratar
- El nivel de descripción del proceso
- La estructura del sistema de control
- La coordinación con otras personas o departamentos.

➤ Lista de instrucciones (IL)

Este lenguaje trabaja mediante un acumulador, es decir, los datos se cargan, procesan y almacenan usando un registro temporal llamado acumulador. Cada instrucción representa una acción lógica o aritmética que se ejecuta paso a paso.

Entre las características principales del lenguaje IL se destaca su sintaxis lineal, en la cual cada instrucción se escribe en una línea separada, lo que facilita su lectura y ejecución secuencial. Este lenguaje permite el uso de etiquetas, que funcionan como puntos de referencia para realizar

saltos condicionales o incondicionales, facilitando la programación de decisiones lógicas y bucles. Las instrucciones se basan en el uso del acumulador, utilizando comandos como LD (Load) para cargar valores y ST (Store) para almacenarlos. Además, se admite la inclusión de comentarios al final de cada línea, lo que mejora la documentación del código. IL también soporta una variedad de operadores lógicos y de comparación, ampliando sus capacidades para el control preciso de procesos automatizados. (Schneider-electric, 2019)

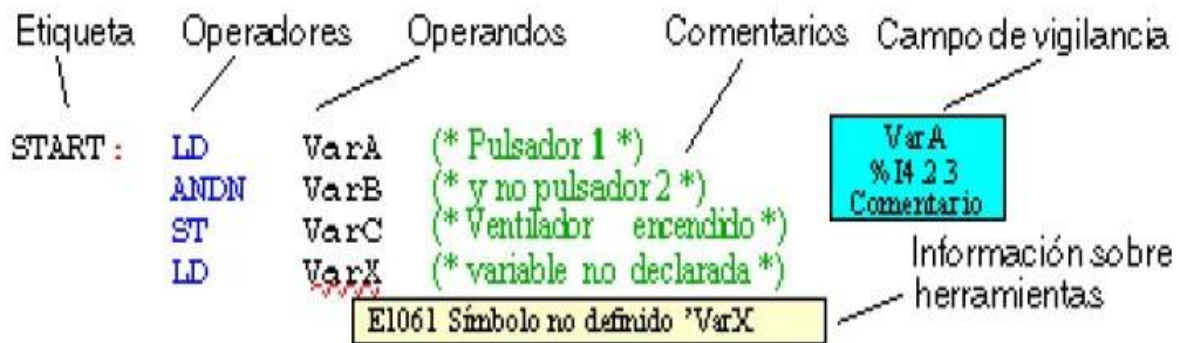


Ilustración 8. Lenguaje de programación IL
Fuente: (Perera , 2021)

➤ Texto estructurado (ST)

Este lenguaje se caracteriza por tener una estructura similar a la de los lenguajes de alto nivel como C y Pascal, lo que lo hace más comprensible y accesible para personas con formación en programación general. Una de sus principales ventajas es que permite el uso de estructuras condicionales y de control de flujo comunes, como:

- IF...THEN...ELSE: para ejecutar instrucciones según se cumpla una condición.
- WHILE...DO: para ejecutar bucles mientras se cumpla una condición.
- REPEAT...UNTIL: para repetir instrucciones hasta que se cumpla una condición

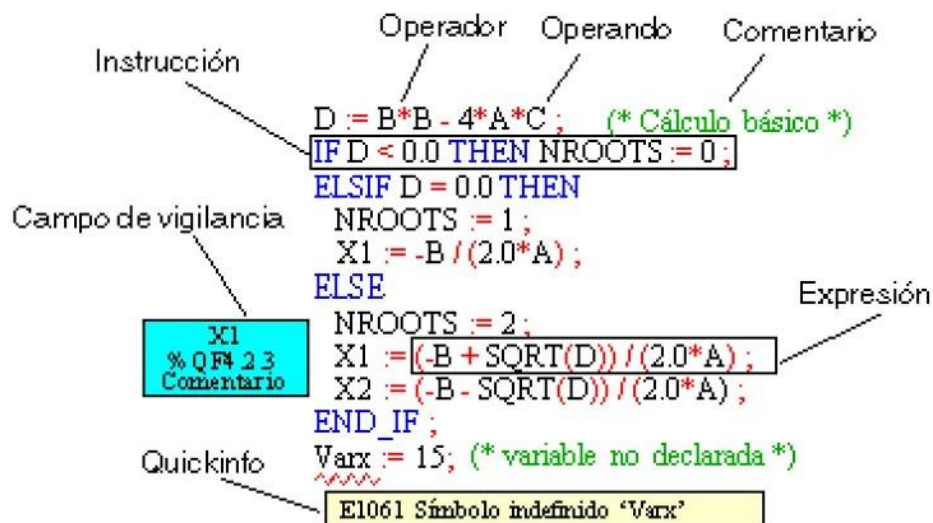


Ilustración 9. Lenguaje de programación ST
Fuente: (Perera , 2021)

➤ Diagrama de contactos (LD)

El origen en los Estados Unidos de América. Se basa en una representación gráfica de relevadores. En programas de PLC es común utilizar diagrama escalera. Se define que en cada escalón de la escalera opera una secuencia de compuertas que se lee de izquierda a derecha, y de arriba hacia abajo. En cada escalón del diagrama se ejecuta una lógica que debe iniciar con alguna entrada o bit de lectura y debe de finalizar con al menos una salida. Representa la lógica de control mediante contactos y bobinas, facilitando la comprensión y diseño de sistemas automáticos.

Estructura básica

Riel izquierdo y derecho: representan la alimentación eléctrica (por ejemplo, +24V y 0V).

Contactos: simulan interruptores, pulsadores o sensores. Pueden ser normalmente abiertos (NO) o normalmente cerrados (NC).

Bobinas o salidas: representan el dispositivo que se activa, como un motor, lámpara o una válvula.

La ilustración 10 muestra una recopilación de los símbolos fundamentales que se utilizan en el lenguaje Ladder, que se aplica en los controladores lógicos programables. Cada uno de estos símbolos representa un componente lógico o de control que se utiliza en la creación de programación.

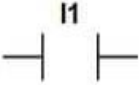
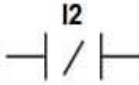
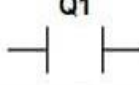
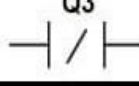
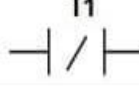
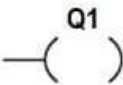
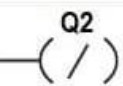
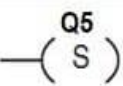
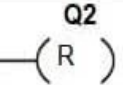
	Contacto Normalmente Abierto Asociado a la Entrada I1 de un Autómata Programable.
	Contacto Normalmente Cerrado Asociado a la Entrada I2 de un Autómata Programable
	Contacto Abierto Asociado a la Salida Q1 de un Autómata Programable
	Contacto Cerrado Asociado a la Salida Q3 de un Autómata Programable
	Contacto Cerrado Asociado al Temporizador T1
	Salida (Bobina) Directa Q1. Está sin activar hasta que le llega corriente y se activa.
	Salida Inversa. Está Activada normalmente, se desactiva cuando le llega una señal eléctrica.
	Bobina de Activación (SET). Una vez que la bobina se activa, permanece activa aunque el circuito se abra.
	Bobina de DesActivación (RESET). Al cerrarse el circuito, la bobina se desactiva, permaneciendo en este estado aunque se varíe su entrada.

Ilustración 10. Simbología de Lenguaje Ladder
Fuente: (Areatecnologia, s.f.)

La ilustración 11 muestra la conversión de un esquema eléctrico tradicional a un diagrama de lenguaje Ladder.

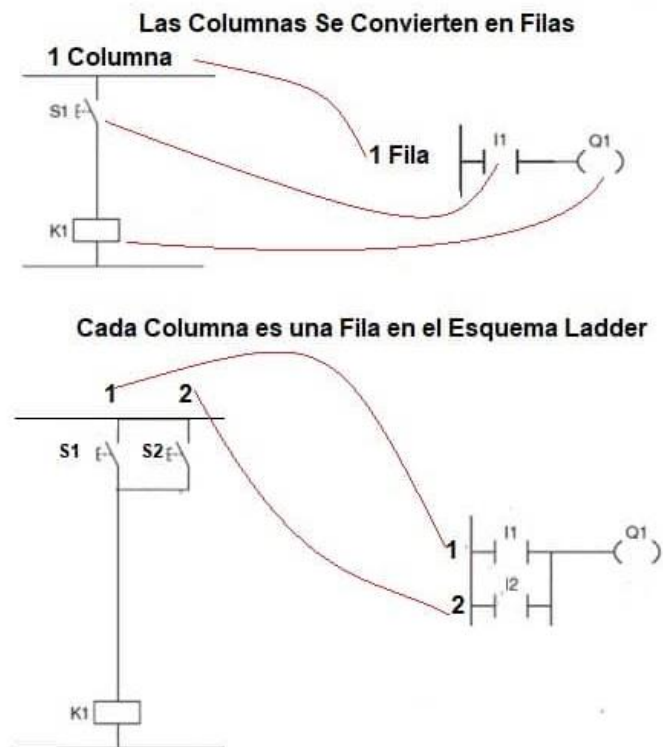


Ilustración 11. Conversión de esquema eléctrico a Ladder
Fuente: (Areatecnologia, s.f.)

➤ Diagrama de bloques funcionales (FBD).

Este lenguaje es ampliamente utilizado en sistemas de automatización que requieren representar de forma gráfica el flujo de datos entre funciones o bloques de funciones. (Schneider-electric, 2019)

Cada bloque funcional puede tener múltiples entradas y salidas. Estas entradas y salidas pueden conectarse con otros bloques, permitiendo así la construcción de lógicas complejas mediante la interconexión de funciones básicas como compuertas lógicas, comparadores, temporizadores, contadores, entre otros.

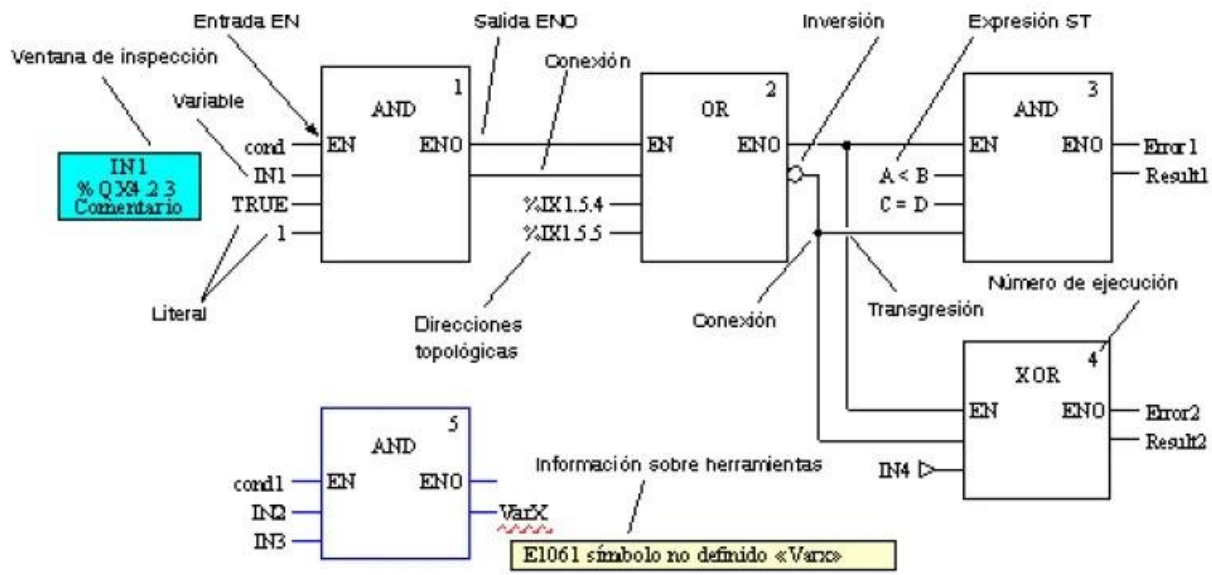


Ilustración 12. Lenguaje de programación FBD
Fuente: (Areatecnologia, s.f.)

➤ LOGO! Soft Comfort

LOGO! de Siemens se utiliza para tareas de automatización simples en aplicaciones independientes como podría ser una puerta automática de un garaje y dispone de bloques de funciones listos para su uso en diversas aplicaciones de uso doméstico o profesional como pueden ser un invernadero, un terrario, un autolavado de coches y un gran número de usos inacabables.

➤ Módulo de logo

Un módulo de expansión es un componente adicional que se conecta al módulo base LOGO para ampliar la cantidad de entradas y salidas disponibles. Los módulos de expansión no funcionan de forma autónoma, sino que son controlados por el módulo principal a través del bus de conexión. (Cama, 2025)

Tipos de módulos de expansión disponibles

Existen varios tipos de módulos de expansión, cada uno diseñado para cumplir con diferentes funciones dentro de un sistema de automatización.

- Módulo de fuente de alimentación:

Convierte la energía eléctrica entrante en voltaje requeridos por el sistema de PLC.

- Módulos de expansión de memoria:

Utilizan tarjetas SD o USB para ampliar la capacidad de almacenamiento de programas y datos, ideal para aplicaciones con gran volumen de información.

- Módulos especiales:

Incluyen funciones específicas como control de movimiento (posición, velocidad, aceleración de motores) y seguridad industrial (paradas de emergencia, monitoreo de puertas).

- Módulos de comunicación:

Permiten integrar el PLC a redes industriales mediante Ethernet/IP, Modbus, PROFIBUS, o conectividad inalámbrica como Wi-Fi o Bluetooth, facilitando el intercambio de datos entre dispositivos.

- Módulos de Entrada/Salida (E/S):

Digitales: amplían la capacidad del PLC para manejar señales digitales, utilizadas para controlar dispositivos como motores, luces y relés o para recibir señales de interruptores y sensores.

Analógicos: permiten al PLC procesar señales analógicas, esenciales para aplicaciones que requieren la medición y el control de variables continuas como temperatura, presión o flujo.

Especializadas: administran contadores de alta velocidad, control de movimiento o bucles proporcional, integral, derivativo (PID).

Por ejemplo, una embarcación podría usar módulos de E/S analógicos para monitorear la presión hidráulica y termopares, etc.

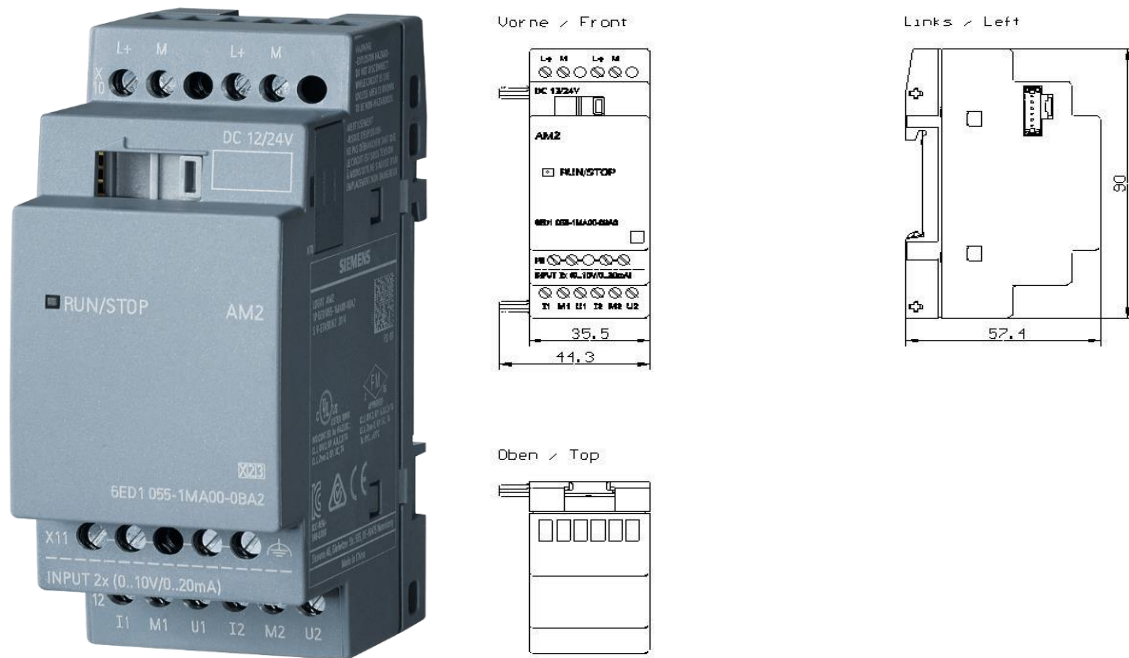


Ilustración 13. Modelo de módulo de expansión de LOGO AM2 12/24V
Fuente: **(Ipema, s.f.)**

➤ **Módulo convertidor de corriente**

Módulos Conversor de Corriente a Voltaje 0~20mA a 0V~10V, tiene la capacidad de convertir una corriente entre 0 a 20 mA a voltajes de 2.5V, 3.3V, 5V o 10V dependiendo la configuración que le otorguemos mediante los jumpers. (Ferretrónica, 2023)

Este módulo cuenta con un Trimmer de calibración para el ajuste de mínimo de voltaje de salida y uno para el máximo voltaje de salida. En la salida se puede obtener el voltaje compatible con las entradas analógicas de las Tarjetas de Desarrollo de 3.3V o 5V con los jumpers debidamente configurados, ya sea para Arduino, PIC, Raspberry PI o cualquiera otra Tarjeta de desarrollo.



Ilustración 14. Módulo de conversión de señal de corriente (4–20 mA) (0–10 V)

Fuente: (Ferretrónica, 2023)

Principales Características:

- Módulo Convertidor de Corriente a Voltaje 0 ~ 20 mA a 0V ~ 10V
- Modelo: HW-685
- Rango de alimentación VCC: 7V ~ 36V
- Mínimo debe ser 3V superior al rango seleccionado para la salida

Rango de Señal de Salida en Voltaje DC (seleccionable Mediante los Jumper):

- 0 ~ 2.5V (Pines 1 y 2 Libres; Pines 3 y 4 en Puente)
- 0 ~ 3.3V (Pines 1, 2, 3 y 4 Libres)
- 0 ~ 5V (Pines 1 y 2 en Puente; Pines 3 y 4 en Puente)
- 0 ~ 10V (Pines 1 y 2 en Puente; Pines 3 y 4 Libres)

Rango de señal de entrada en corriente:

- 0 ~ 20 mA
- 4 ~ 20mA

Temperatura de Funcionamiento: - 10 °C ~ 60 °C

Dimensiones: 43 mm x 26 mm

➤ Sensores

Los sensores son componentes esenciales de los sistemas de adquisición de datos, ya que permiten capturar variaciones de señales físicas (como temperatura, presión, posición, etc.) y traducirlas en señales eléctricas que un microcontrolador puede comprender. Esta conversión convierte las magnitudes físicas en valores eléctricos con características específicas, lo que facilita su interpretación, procesamiento y control dentro del sistema. (Hamilton Process Analytics, 2023)

Los cambios o eventos que detecta un sensor según la medida que muestre, se clasifican en analógicos y digitales.

- **Sensores analógicos.** Suministran una señal eléctrica la cual cambia proporcionalmente al efecto que se está midiendo, pueden ser de corriente o voltaje y tomar infinidad de valores entre el límite inferior y superior. (Bucheli & Velásquez, 2014)

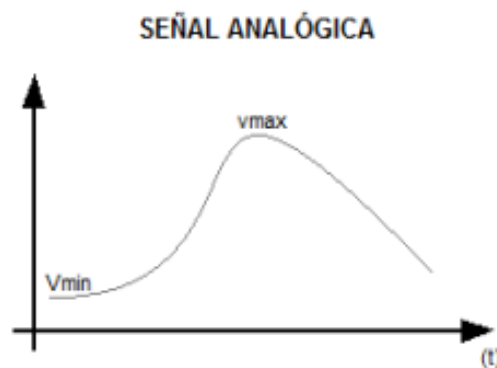


Ilustración 15. Representación temporal de una señal analógica (Vmin–Vmax)
Fuente: (Bucheli & Velásquez, 2014)

Tipos comunes de salidas analógicas

4-20 mA: la salida analógica más común es la señal de corriente de 4-20 mA, ampliamente aplicable a mediciones como temperatura, presión, PH o conductividad. Normalmente, esta salida de corriente se alimenta con una fuente de alimentación de 24 V CC. (Hamilton Process Analytics, 2023)

El transmisor traduce el valor medido a una salida de corriente de 4-20 mA, donde 4 mA representa el 0 % y 20 mA el 100 %. Existen varios esquemas de cableado para la conexión del transmisor:

- 2 cables (tanto corriente como voltaje en los mismos cables +/-, a menudo denominados "alimentados por bucle")
- 3 cables (que utilizan una fuente de alimentación compartida de 24 VCC tanto para el transmisor/sensor como para la señal de corriente de 4-20 mA)
- 4 cables (que utilizan fuentes de alimentación independientes de 24 VCC para el transmisor y la corriente de 4-20 mA)

0-10 VCC (también 1-5 VCC): las salidas de voltaje de corriente continua (CC) también son comunes para el control de procesos, y con frecuencia se utilizan 0-10 VCC en aplicaciones como el control de edificios (HVAC).

Tipos de sensores analógicos:

En el ámbito de los sistemas de medición y control, los sensores analógicos desempeñan un papel crucial al proporcionar una salida continua en función de una variable física. A continuación, se presentan algunos de los sensores analógicos más utilizados:

➤ Sensores de presión

Los sensores de presión son dispositivos electrónicos diseñados para detectar y medir la

presión de gases o líquidos. Su función principal es transformar una magnitud física la presión en una señal eléctrica proporcional, que puede ser procesada, registrada o visualizada por un sistema de control. (Doria, 2020)

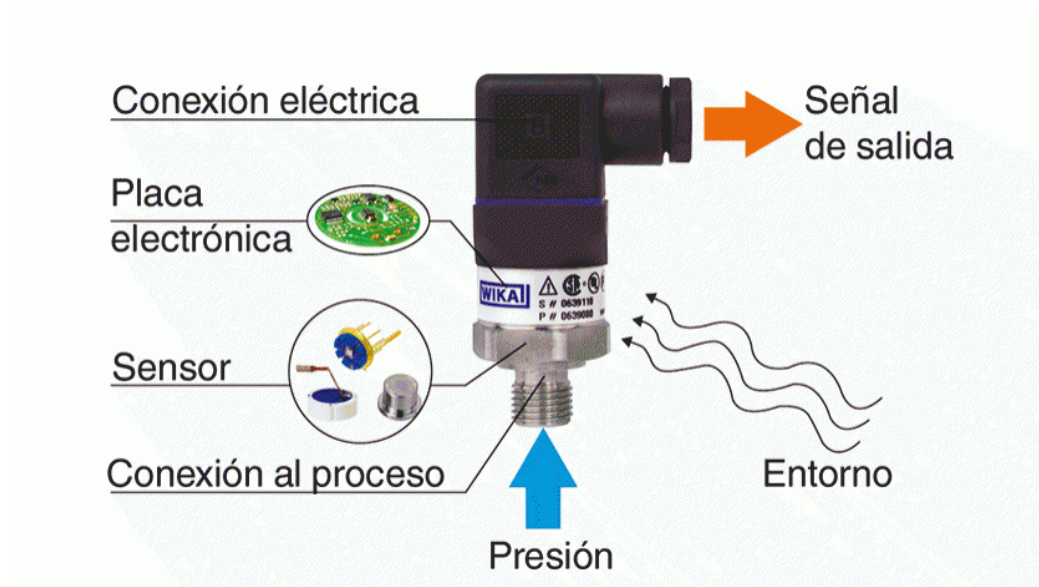


Ilustración 16. Sensor de presión componentes internos y conexión de señal
Fuente: (Doria, 2020)

➤ Sensores de temperatura

Los sensores son dispositivos utilizados para medir la temperatura de un sistema o entorno, convirtiendo esta magnitud física en una señal eléctrica proporcional.

Dependiendo sobre el principio de operación, esta señal puede producirse directamente o mediante un cambio en la resistencia del sensor de material. (Rechner Sensors, 2019)

Como termosensores, sensores de temperatura o calorímetros, estos sensores se utilizan ampliamente en aplicaciones de monitoreo y control de procesos, como activación de circuitos electrónicos, protección de equipos y termorregulación en sistemas automatizados.

Existen varios tipos de sensores de temperatura; los más populares son los siguientes:

- Termistores (NTC/PTC): sensores resistivos cuya resistencia varía de forma no lineal con la temperatura.
- RTD (Resistance Temperature Detector): dispositivos resistivos con respuesta lineal y alta precisión, comúnmente fabricados en platino.
- Termopares: generan una diferencia de potencial (voltaje) proporcional a la diferencia de temperatura entre dos metales distintos.

➤ **Sensores binarios**

Suministra una señal eléctrica que contiene dos estados lógicos “0” o “1”, o bien un código de bits, los mismos que se alternan en el tiempo para representar, almacenar y transmitir información. (Bucheli & Velásquez, 2014)

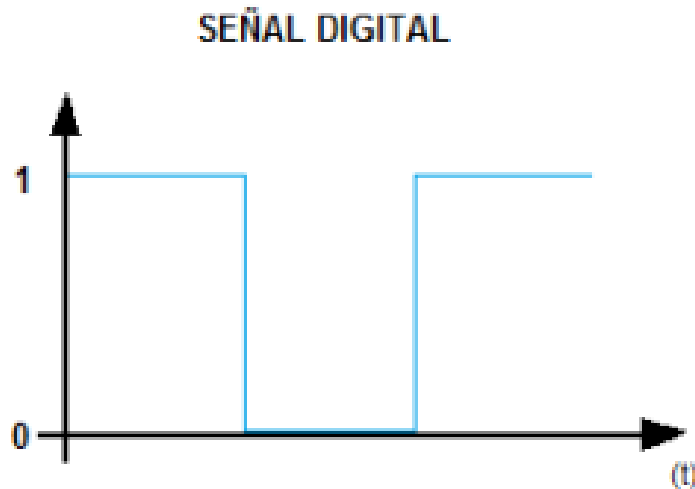


Ilustración 17. Comportamiento temporal de una señal digital binaria

Fuente: (Bucheli & Velásquez, 2014)

➤ **Sensores inductivos**

Los sensores son dispositivos diseñados para detectar objetos metálicos sin contacto físico. Su funcionamiento se basa en el principio del electromagnetismo, que crea un campo magnético de alta frecuencia y detecta perturbaciones provocadas por la presencia de materiales metálicos. (Baumer, 2025)

Entre los tipos más comunes de sensores inductivos se destacan:

- **Sensores de proximidad inductivos:** detectan la presencia de objetos metálicos cercanos y generan una señal de conmutación cuando el objeto entra en el campo del sensor. Son ideales para aplicaciones de detección puntual y sin contacto.
- **Sensores de distancia inductivos:** permiten medir con precisión la distancia entre el sensor y un objeto metálico, mediante el análisis de la variación de la tensión inducida en función de la posición del objeto.

Estructura de sensores inductivos

Los sensores de proximidad inductivos y los sensores de distancia inductivos constan de varios componentes:

Objeto de atenuación: el objeto metálico a detectar.

Campo de medición: campo electromagnético generado por el sensor.

Superficie activa: superficie activa del sensor donde emite el campo electromagnético.

Oscilador: circuito que genera una señal de tensión alterna de alta frecuencia que forma el campo de medición.

Etapas de disparo / convertidor de señal: sistema electrónico que detecta los cambios en las señales del oscilador debidos a la presencia del objeto amortiguador y los convierte en señales analógicas o digitales.

Amplificador de salida: amplifica la señal convertida para su salida a dispositivos externos.

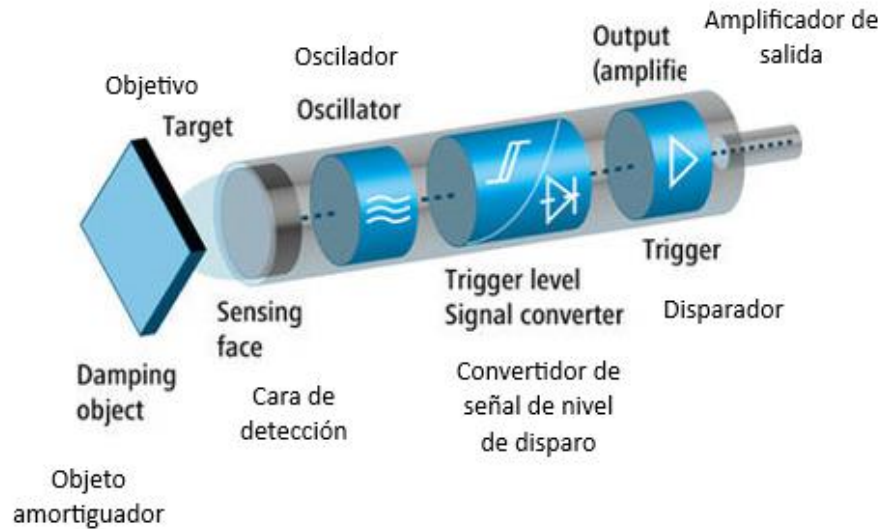


Ilustración 18. Sensor de proximidad inductivo
Fuente: (Baumer, 2025)

➤ Sensores capacitivos

Funcionan midiendo cambios en la capacitancia provocados por objetos cercanos, sean metálicos o no. La variación en la constante dieléctrica del material a detectar activa el sensor. Son eficaces para detectar materiales como papel, madera o plástico. (Yuridia, 2021)

1.1.4. Servidores en la Nube

➤ LOGO! Web Editor (LWE)

Es una herramienta de Siemens gratuita para su PLC LOGO 8.4, que facilita la creación y personalización de páginas web de forma sencilla y didáctica, adaptada para Smartphone, tabletas y PC, así este editor permite supervisar y controlar de manera remota las aplicaciones asignadas al PLC en diversos entornos de automatización. Por ejemplo, el usuario puede disponer de una imagen de su vivienda con todos los puntos controlados por el PLC, visualizar en tiempo real que

dispositivos están encendidos apagados y actuar sobre ellos con un solo clic, logrando una gestión más precisa.

El sistema está concebido para que cualquiera pueda utilizarlo sin conocimientos previos de programación o HTML. Incluye una biblioteca prediseñada con elementos básicos de operación y visualización, y permite añadir componentes personalizados de forma rápida. Asimismo, ofrece la posibilidad de manejar funciones mediante mensajes de texto preconfigurados o a través de teclas de función en diferentes dispositivos.

Las páginas web creada se mantienen en una tarjeta micro- SD, y para quienes disponen de conocimientos en HTML, el editor ofrece la opción de acceder y modificar el código HTML5, adaptándolo a necesidades más específicas.

➤ **Protocolo Simple de Transferencia de Correo (SMTP)**

Es un protocolo de comunicación que tiene la función de enviar y recibir mensajes de correo electrónico a través de internet. Su objetivo es garantizar la autenticación de los socios de comunicación, la integridad y la confidencialidad de los datos. Conlleva una capa de sockets seguros (SSL) o seguridad de la capa de transporte (TLS) para establecer una conexión. (Amazon Web Services, 2023)

Los servidores SMTP suelen ser proporcionados por proveedores de servicios de correo electrónico o pueden configurarse en su propio servidor.

➤ **Amazon Web Services**

Presta una gran cantidad de servicios que permiten realizar diferentes tipos de actividades en la nube. Desde su almacenamiento hasta la gestión de instancias, imágenes virtuales, desarrollo de aplicaciones móviles, etc., la nube de Amazon se ha ido consolidando con el pasar de los años convirtiéndose en una de las más grandes del mercado. (Feijoo, 2021, pág. 18)

Amazon Web Services ofrece herramientas en las siguientes categorías:

- **Cloud computing:** todo lo necesario para la creación de instancias y el mantenimiento o el escalado de las mismas. Amazon EC2 es el rey indiscutible dentro de los servicios de computación en la nube de Amazon.
- **Bases de datos:** algunos tipos de base de datos pueden permanecer mediante el servicio que brinda la aplicación como es Amazon RDS, que incluye distintos tipos a elegir MySQL, PostgreSQL, Oracle, SQL Server y Amazon Aurora, o Amazon DynamoDB para NoSQL.
- **Almacenamiento y gestores de contenido:** tipos de almacenamiento diferentes, tanto para archivos con acceso regular, poco frecuente o incluso como archivo. Amazon S3 es el servicio principal, aunque complementan la oferta otros como Amazon Glacier o Amazon EBS.
- **Gestión de aplicaciones móviles:** herramientas como Amazon Mobile Hub permiten la gestión, creación, testeo y mantenimiento de aplicaciones móviles a través de la nube.
- **Internet de las cosas (Internet of Things, IoT):** para establecer conexiones y análisis de todos los dispositivos conectados a internet y los datos recogidos por los mismos.
- **Herramientas para desarrolladores:** para almacenar código, implementarlo automáticamente o incluso publicar software mediante un sistema de entrega continua.

- **Seguridad y control de acceso:** se pueden establecer autenticaciones en varios pasos para poder proteger el acceso a sus sistemas internos, ya estén en la nube o instalados de forma local en sus instalaciones.

1.1.5. Redes Inalámbricas para la Transmisión de Datos en Embarcaciones

La revolución digital ha llegado a los océanos y el acceso a internet en las embarcaciones ha pasado de ser un lujo a una necesidad. Desde grandes buques hasta pequeñas lanchas de recreo, contar con conexión a internet a bordo se ha vuelto clave para la navegación segura, la comunicación y el entretenimiento de los tripulantes.

La magnitud del océano presenta un desafío para la conectividad, a diferencia de lo que ocurre en tierra. No obstante, la elección del sistema de conexión estará influenciada por factores como el tamaño de la embarcación, la zona de navegación, el presupuesto y las necesidades del usuario.

➤ Redes Wi-Fi de Puertos y Marinas

Son servicios proporcionados por el propio puerto o por empresas de telecomunicaciones que han establecido acuerdos con ellos. Los puertos instalan routers inalámbricos de alta potencia en puntos estratégicos para cubrir grandes áreas. Sin embargo, durante las horas puede ser difícil conseguir una conexión potente, sobre todo cuando se está bajo cubierta. En este caso, un amplificador de WiFi puede reforzar la conexión hasta 5NM (9,26km). (Smitten, 2024)

➤ Internet 4G/5G

Más económico que el internet satelital, pero los costos pueden aumentar rápidamente si se consumen grandes cantidades de datos. Es ideal para embarcaciones que navegan cerca de las costas y necesitan una conexión rápida y confiable.

➤ **Internet por Satélite**

Tiene un costo elevado por lo que usan satélites que orbitan la Tierra como intermediarios. En lugar de depender de cables o redes terrestres, este tipo de conexión se establece a través de señales que viajan desde tu dispositivo hasta un satélite y luego regresan a la Tierra. es una excelente opción para aquellos que necesitan acceso a internet en lugares donde no hay otras alternativas. (Rojas, 2021)

➤ **Tipos de Internet Satelital para Barcos**

Unidireccional: es la más usada por las compañías de comunicación, debido a que envían señales por medio de cableado, puede ser coaxial o de teléfono y recibe datos de forma inalámbrica, este no solo permite el servicio de internet sino también permite otro tipo de planes como telefonía o suscripción de tv.

La ventaja es que la velocidad de envío y recepción de información es mucho más alta que en el sistema bidireccional.

Como desventaja, la infraestructura debido a que a los lugares de difícil acceso no es posible el alcance de este sistema, necesita sistema cableado.

Bidireccional: es una conexión totalmente inalámbrica es decir no necesita de ningún sistema de cableado para el envío ni recepción de datos.

Tiene un beneficio principal ya que es accesible para los lugares remotos, debido a que su funcionamiento no depende de cable.

Su falencia es que la latencia de los datos suele tener ciertas bajadas, debido a que la transferencia de datos no depende de cable, lo que su velocidad no es constante, puede volverse algo lenta.

Operadoras

VSAT: ofrece altas velocidades de internet y es ideal para embarcaciones comerciales que requieren un gran ancho de banda.

Iridium: proporciona cobertura global y es resistente en condiciones extremas, lo que lo hace perfecto para embarcaciones pequeñas y aplicaciones de seguimiento.

➤ **Starlink Marítimo**

Es una solución de conexión a internet vía satélite diseñada específicamente para embarcaciones, ofrece velocidades más altas y latencia más baja en comparación con otros sistemas satelitales. (Nautica profesional, 2024)

Funciona con una constelación de satélites en órbita baja que permite transmitir datos con baja latencia y altas velocidades. Este sistema está diseñado específicamente para superar los desafíos de la comunicación en alta mar, donde las redes tradicionales no llegan o son ineficientes.

- **Componentes Principales de Starlink en Barcos.**

Para el funcionamiento de esta tecnología, hay 3 elementos principales:

Antena de Starlink: es el dispositivo instalado en la embarcación que se comunica directamente con los satélites. Está diseñada para adaptarse al entorno marítimo, enfrentando condiciones extremas como viento, humedad y salinidad.

Red de satélites: los satélites de Starlink orbitan la tierra a una altitud mucho menor que los satélites tradicionales, lo que les permite transmitir datos más rápidamente.

Estaciones terrestres: las estaciones terrestres, también conocidas como «gateways», son instalaciones en tierra que procesan la información enviada por los satélites. Estas estaciones están conectadas a la red global de internet y sirven como intermediarias entre los satélites y los servidores en línea.

- **Ventajas de la antena Starlink**

Cobertura global: acceso a internet prácticamente en cualquier lugar del mundo.

Alta velocidad: ideal para streaming, videoconferencias y otras aplicaciones que requieren un ancho de banda elevado.

Baja latencia: minimiza el retraso en la transmisión de datos, lo que es crucial para aplicaciones en tiempo real.

Fiabilidad: diseñado para funcionar en condiciones marinas exigentes.

1.2. Normativas Marítimas Aplicables en el Monitoreo de Sistemas Críticos

Estos sistemas críticos a bordo están compuestos por dispositivos potencialmente vulnerables y pueden proporcionar una gran cantidad de datos, de gran interés para los atacantes cibernéticos. Por lo tanto, la (OMI, 2017) publicó la circular MSC-FAL.1/Circ.3 “*Directrices sobre la gestión de los riesgos cibernéticos marítimos*” En estas directrices se presentan elementos funcionales que contribuyen a la gestión efectiva de los riesgos cibernéticos. Dichos elementos funcionales no son secuenciales; todos deberían ser simultáneos y continuos en la práctica y deberían incorporarse debidamente en un marco de gestión de los riesgos:

1. Identificación: definir las funciones y responsabilidades del personal en la gestión de los riesgos cibernéticos, e identificar los sistemas, activos, datos y capacidades que, si se interrumpen, plantean riesgos para las operaciones de los buques.
2. Proteger: implantar procedimientos y medidas para el control de los riesgos, así como planificación para contingencias, a fin de proteger ante cualquier suceso cibernético y garantizar la continuidad de las operaciones del transporte marítimo.
3. Detectar: crear las actividades necesarias para detectar un suceso cibernético oportunamente.

4. Responder: crear e implantar actividades y planes para dar resiliencia y restaurar los sistemas necesarios para las operaciones o servicios de transporte marítimo que hayan sido afectados por un suceso cibernético.
5. Recuperar: determinar medidas para copiar y restaurar sistemas cibernéticos necesarios para las operaciones de transporte marítimo que hayan sido objeto de un suceso cibernético.

Considerando esto, podemos regirnos a una normativa internacional la cual nos permita proteger la información recolectada mediante el Big Data Analytics, en este caso nos apoyaremos de la norma (ISO, 2022) (ISO/IEC 27001) *Information security, cybersecurity and privacy protection — Information security management systems — Requirements*, Se trata de un enfoque integral para la seguridad de la información que incluye a las personas, las políticas y la tecnología. La implementación de un sistema de gestión de la seguridad de la información (SGSI) constituye una herramienta fundamental para la gestión de riesgos, la resiliencia cibernética y la mejora operativa.

Para llevar a cabo el monitoreo de los sensores de nivel de presión y aceite de manera legal, nos vamos a ajustar al convenio SOLAS en la versión de la (Dirección General de la Marina Mercante, 2021) Capítulo II-1 que trata sobre Construcción – Estructura, compartimentado y estabilidad, instalaciones de máquinas e instalaciones eléctricas.

CAPÍTULO II: DISEÑO DEL PROYECTO

Basándose en las teorías discutidas en el capítulo anterior, esta sección se dedica a la creación técnica de un sistema diseñado para mejorar la vigilancia de los sistemas esenciales en la embarcación. Primero, se examina la situación actual del barco, seguido de la elección de los componentes de automatización apropiados. Paralelamente, se desarrolla la programación del autómatas, la cual permite gestionar las señales de los sensores, ejecutar rutinas de supervisión y activar alertas en caso de condiciones críticas. Seguido de esto, se muestran los diagramas de conexión y los planos técnicos requeridos para establecer una solución que pueda manejar procesos de supervisión constante y análisis de datos en tiempo real. Este diseño establece el fundamento para una supervisión basada en datos, con los conceptos de automatización avanzada en el ámbito marítimo.

2.1. Descripción del Proyecto

2.1.1. Inspección del Estado Actual de la Embarcación

Se realizó una inspección a la embarcación EL REY, de matrícula nacional P.04.00538, con el objetivo de revisar el estado de sus sistemas más importantes, sobre todo el motor principal y el sistema hidráulico. Es clave conocer cómo está el funcionamiento actual, los posibles fallos, las deficiencias en la instrumentación y en general en los sistemas. Los datos que obtengamos nos ayudarán a proponer soluciones para tener un mejor control, supervisión en tiempo real y la confiabilidad operativa. A continuación, se detallan los principales hallazgos:

➤ Motor Principal

La embarcación cuenta con un motor principal Detroit Diesel de seis cilindros en línea. Se identificó que el motor opera en un entorno marino altamente corrosivo, pintura deteriorada y zonas con oxidaciones visibles.

La embarcación cuenta con un motor principal Detroit Diesel de seis cilindros en línea. Se identificó que el motor opera en un entorno marino altamente corrosivo, pintura deteriorada y zonas con oxidaciones visibles.

Se visualizó la acumulación de suciedad y posibles fugas de fluidos se evidenciaron alrededor del colector de admisión y escape, así como en la base del motor, por lo que se sugiere realizar un mantenimiento preventivo y correctivo.

El cableado, especialmente alrededor del solenoide de arranque y otras partes adicionales, presentan cables expuestos, con deterioro en el aislamiento. Esta condición representa un riesgo elevado de cortocircuito, fallo eléctrico e incluso posible incendio, especialmente en un ambiente húmedo y salino.

➤ **Sistema Hidráulico**

Los componentes visibles del sistema hidráulico, como el tanque y las conexiones, presentan signos de corrosión superficial y residuos adheridos, lo que indica una falta de mantenimiento. Además, se notó que hay conductores eléctricos deteriorados muy de las líneas hidráulicas, lo que aumenta considerablemente el riesgo de cortocircuito si llegara a existir una fuga de fluido inflamable.

Instrumentación de monitoreo:

La embarcación dispone de algunos sistemas de medición, pero sin funcionamiento alguno, manómetros en mal estado sin operatividad, sensor de temperatura inhabilitado, no se logró observar indicadores de presión. La falta de mantenimiento e instrumentación en malas condiciones dificulta la detección temprana de fallas anómalas, lo que impacta negativamente en la seguridad y eficiencia de las operaciones a bordo.

En la siguiente tabla se visualizan los datos más relevantes de la embarcación “EL REY” los cuales fueron renovados y sellados el 31 de diciembre del 2024 por el Dpto. Marítimo de la Armada Del Ecuador.

DATOS DE LA NAVE / PARTICULARY OF SHIP	
Nombre Name	EL REY
Matrícula N° Port Registry Number	P-04-00538
Puerto de Registro Port of Register	MANTA
Eslora Total [m] Loa	18.24 m
Eslora Convenio Length	18.24 m
Manga [m] Breadth	5.52 m
Puntal [m] Depth	2.52 m
Calado Draught	2.14 m
Tonelaje Bruto GT	47.50 TM

Tabla 5. Datos técnicos y legales de la embarcación EL REY
Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, es importante dar a conocer las características de la máquina principal de dicha embarcación, véase en la siguiente tabla:

MÁQUINAS PRINCIPALES Y AUXILIARES				
Tipo Type	Marca Trade Mark	Modelo – Serie Model – Serie	Potencia Power	Troquelado Punching
PRINCIPAL	GENERAL MOTORS	6-71L / 6-71L	180 HP 134 KW	N/A

Tabla 6. Especificaciones técnicas de la maquina principal del EL REY
Fuente: Elaboración propia

2.1.2. Recursos materiales y económicos

Los recursos materiales y los rubros económicos para invertir en el presente proyecto se detallan en la 3.

Tabla 7. Detalle de los recursos materiales y económicos necesarios para la elaboración del proyecto

Descripción	Cantidad U°	Valor unitario \$	Valor total\$
Logo Soft 8.4	1	200.00	200.00
Antena Starlink	1	200.00	200.00
Transductor de presión	2	90.00	180.00
Transmisor de temperatura	1	75.00	75.00
Sensor inductivo	1	125.00	125.00
Módulo convertidor de corriente a voltaje	2	10.00	20.00
Tarjeta microSD 32GB	1	10.30	10.30
Cable de control	25 m	2.00	50.00
Resistencias de 500 Ω	10	0.10	0.50
Tablero	1	150.00	150.00
Fuente de alimentación	1	47.00	47.00
Breaker 2x4A	2	10.00	20.00
Relé de potencia	1	15.00	15.00
Borneras de conexión	15	1.00	15.00
Tapas de borneras	5	1.00	5.00
Topes para riel din	5	1.00	4.00
Bridas plásticas 30cm x 4.8 mm	1	4.00	4.00
Canaleta	1	5.00	5.00
Extensión eléctrica 127V 6m	1	5.00	5.00
Cable de red	10 m	0.50	10.00
Conectores RJ-45	4	0.30	1.20
Flameador	1	30.00	30.00
Abrazaderas	2	8.00	8.00
Plan de Starlink	1	95.00	95.00
Gastos varios	1	145.00	145.00

TOTAL: MIL CUATROCIENTOS VEINTE DÓLARES AMERICANO

2.1.3. Selección y Datos Técnicos de los Equipos Para el Monitoreo de los Sistemas

En el desarrollo de este proyecto, se realizó una rigurosa selección técnica, escogiendo los equipos necesarios para el monitoreo de los sistemas críticos del barco, para lograr la automatización y la monitorización eficiente de los puntos críticos a bordo.

Escoger los dispositivos idóneos fue esencial para garantizar el control preciso y confiable de todo el sistema. La siguiente tabla presenta las especificaciones técnicas detalladas de cada uno de los componentes seleccionados.

COMPONENTES	DESCRIPCIÓN
Logo SIEMENS 8.4	Controlador lógico compacto diseñado para proyectos de automatización pequeños. Dispone de 8 DI, de las cuales 4 pueden configurarse como entradas analógicas, y 4 DQ. Este modelo permite la conexión de módulos de expansión. Funciona con una alimentación de 12/24 VDC.
Yuecoom transductor de presión	Sensor de presión, su rango de medición va de 0-16bar es tipo NPT1/4 4-20mA Salida, con una precisión de medición $\pm 1.0\%$ F.S.
Taidacent transmisor de temperatura	Sensor de temperatura integrado 4-20mA (0 a 100 Celsius 4-20mA).
Sensor de medición RPM	Sensor inductivo 10-30V DC, PNP, D8mm.
Módulo Ximimark LY254	Módulo convertidor de corriente a voltaje 0/4-20mA a 0-3.3V 0-5V 0-10V.
SanDisk MicroSDHC Ultra	Es una memoria flash de 32GB 120MB/s de clase 10.
Cable de alimentación	Cable de control monopolar de cobre calibre #18AWG.
Resistencias de 500 Ω	Estabiliza la señal para que no pueda existir un ruido en la línea del sensor de temperatura.

Tabla 8. Especificaciones de los equipos seleccionados para el monitoreo del sistema crítico
Fuente: Elaboración propia

El LOGO! Soft Comfort de la versión 8.4 se eligió por sus múltiples ventajas de comunicación, puede gestionar hasta 8 señales de entradas digitales (4 pueden ser analógicas) y 4 salidas, Siemens menciona que con un módulo de expansión se pueden ampliar hasta 22 entradas y 16 salidas. Mediante su puerto Ethernet facilita la comunicación con otros equipos, permite almacenar datos en la nube de manera permanente, en especial con el AWS (Amazon Web Services) y sin dejar a un lado su capacidad de enviar correos electrónicos. Además, su software de programación es compatible con versiones anteriores y con los módulos de expansión, lo que permite ampliar sus capacidades según las necesidades del proyecto.



Ilustración 19. LOGO SOFT 8.4
Fuente: Elaboración propia

El sensor de presión tipo transductor, modelo Yuecoom, con rango 0-16 bar, salida analógica 4-20 mA, rosca NPT 1/4", y cuerpo de acero inoxidable, por sus características técnicas y la alta conveniencia para aplicaciones de monitoreo y control. Este modelo destaca por su alta precisión, atribuida a su diseño con membrana cerámica, lo que confiere una resistencia a medios de vibraciones y sobrepresiones, su salida de corriente permite una transmisión robusta de la señal, menos susceptible al ruido eléctrico.



Ilustración 20. Transductor de presión
Fuente: Elaboración propia

El transmisor de temperatura Taidacent se eligió por su rango de medición de 0-100°C, salida analógica de 4-20mA, y su tecnología termométrica basada en platino (PT100), por su precisión, estabilidad y compatibilidad con sistemas de automatización.



Ilustración 21. Transmisor de temperatura integrado
Fuente: Elaboración propia

Sensor inductivo 10-30V DC, PNP, D8mm, con un conector M8 de 3 hilos se basa en su alta precisión y fiabilidad para detectar objetos metálicos sin contacto, su compatibilidad con sistemas 10-30V DC y su salida PNP facilita la integración con algún controlador programable.

El módulo Ximimark LY254 fue seleccionado para el sistema por su diseño versátil, que facilita la integración con sensores de presión de aceite debido a su capacidad para convertir señales estándar de 0-20mA o 4-20mA en salidas de voltaje ajustable de 0-3,3V, 0-5V o 0-10, lo que hace que sea compatible con una amplia variedad de controladores. Este componente opera con un rango de alimentación de 7 a 36V, incorporando un potenciómetro de ajuste ZERO y SPAN que permite la calibración de los niveles mínimos y máximo de salida, así como jumpers para selección del rango de voltaje.

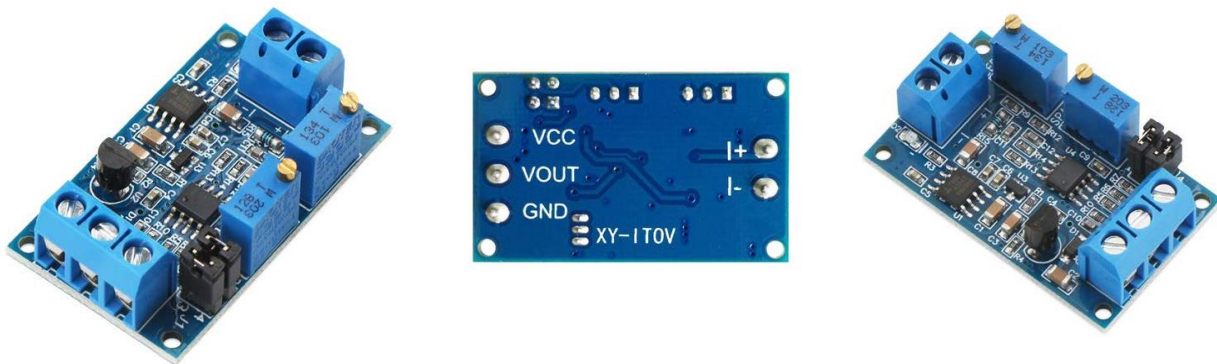


Ilustración 22. Módulo convertidor de corriente a voltaje
Fuente: Elaboración propia

La tarjeta de memoria SanDisk MicroSDHC de 32GB fue seleccionada para la incorporación al equipo de LOGO 8.4 por su alta capacidad y velocidad, para así garantizar su almacenamiento seguro de los datos en el sistema de automatización, dispone de una velocidad de lectura de hasta 120 MB/s, lo que permite un registro rápido y eficaz de la información.



Ilustración 23. Tarjeta de Memoria SanDisk Ultra 32 GB
Fuente: Elaboración propia

2.1.4. Descripción de Elementos del Tablero Eléctrico

Para el tablero de control, se incorporarán los componentes necesarios quedando todo de manera independiente, sin hacer uso de otros tableros.

COMPONENTES	DESCRIPCIÓN
Tablero	Punto de conexión para los componentes.
VAYALT alimentación eléctrica con cable	Fuente de alimentación conmutada para voltajes de entrada de 110/220V y ofrece un voltaje de salida de 24V.
5SL4204-7RC	Es un breaker SIEMENS de 2x4A, uno para la entrada y otro para la salida de la fuente.
SIEMENS LZX: PT370024	Es un relé de potencia, diseñado para aplicaciones de automatización industrial, tiene una tensión de bobina de 24VDC.
Borneras de conexión	Permite conectar y asegurar cables eléctricos, facilitando la distribución de corriente.
Tapas de borneras	Su objetivo es cubrir la parte viva de las conexiones, para prevenir contactos accidentales o daños por polvo o humedad.
Topes para riel din	Fijan componentes eléctricos, evitando que se desplacen lateralmente.
Bridas plásticas 30CMx4.8mm	Ideales para sujetar y organizar los cables.
Canaleta	Conducto de cables con tapa, PVC rígido auto extingible.

Tabla 9. Descripción técnica de componentes eléctricos del tablero

Fuente: Elaboración propia

La fuente de alimentación conmutada VAYALT fue seleccionada por su capacidad para convertir la tensión alterna de 100V AC, en una salida continua estable de 24V DC y hasta corriente máxima de 25A, su potencia nominal de 600W ofreciendo la capacidad de poder alimentar los equipos de control y módulos electrónicos. En el proyecto, esta fuente se implementa para la alimentación principal del tablero de control que proporciona 24VDC.



Ilustración 24. Fuente de alimentación conmutada.
Fuente: Elaboración propia

El interruptor automático siemens 5SL4204-7RC fue seleccionado para proteger las entrada y salida de la fuente de alimentación, debido a su capacidad nominal de 4 amperios por polo, cubre el consumo previsto de sensores, el controlador LOGO Soft 8.4 y los módulos de comunicación. Su función es prevenir sobrecargas y cortocircuito, preservando la operatividad del sistema.

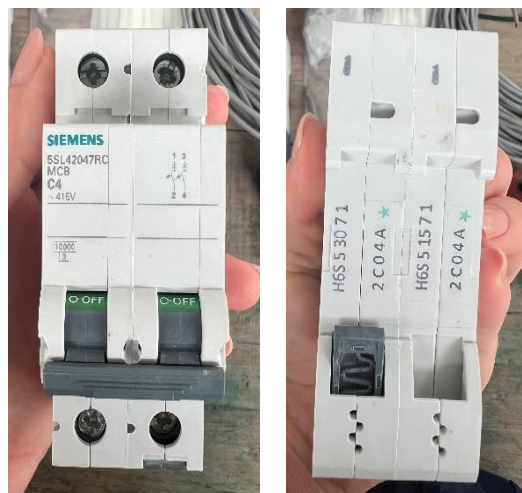


Ilustración 25. Interruptor automático
Siemens 5SL4204-7HG
Fuente: Elaboración propia

El relé siemens LZX PT370024 opera a 24VDC, cuenta con contacto de potencia de alta capacidad y proporciona aislamiento galvánico entre el circuito de control y la carga. Su diseño compacto, robusto y de respuesta rápida lo hace ideal para diferentes aplicaciones. Fue incorporado al sistema como previsión para posibles salidas futuras, como una alarma, foco o dispositivo auxiliar, permitiendo si activación segura desde el LOGO sin comprometer la integridad del sistema de control.

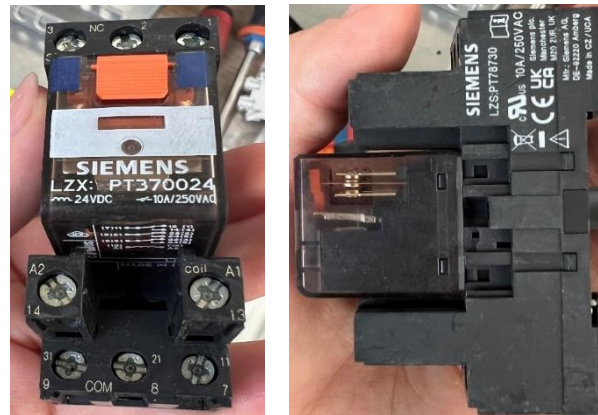


Ilustración 26. Relé Siemens LZX:PT3700
Fuente: Elaboración propia

2.1.5. Selección y Descripción de los Elementos Para la Comunicación

Dado que este proyecto se encuentra en una embarcación sin equipos de red wifi, se implementará una antena de internet para poder obtener los datos en tiempo real sin necesidad de permanecer en la embarcación. Esto permitirá una supervisión remota eficiente y continua de los sistemas críticos.

COMPONENTES	DESCRIPCIÓN
Antena Starlink	Hace uso de los satélites para proporcionar conexión a la red wifi de alta velocidad a usuarios en ubicaciones donde el acceso a internet terrestre es ilimitado.
Cables de red	Cat6, longitud 10 metros.
Conectores RJ-45	Esencial para la conexión física entre dispositivos y la red.

Extensión eléctrica	Su función es llevar electricidad a equipos que están lejos de un tomacorriente.
Tubo de acero	Tiene un diámetro externo de 48mm y 26cm de largo y su material es de acero galvanizado.
Abrazaderas	Sirven para poder sostener el tubo en el que va la antena.

Tabla 10. Descripción técnica de los equipos de comunicación

Fuente: Elaboración propia

La elección de la antena Starlink Mini se basa en su excelente relación costo – beneficio, ya que ofrece un rendimiento ideal para las necesidades planteadas sin representar una inversión elevada. Con velocidades de descarga de hasta 100 Mbps, cargando hasta 15 Mbps (Megabits, una medida de velocidad de transferencia de datos en internet), y una latencia de 20 a 40 ms, garantiza una conectividad estable y eficiente para las operaciones a bordo.

Su certificación IP67, un amplio ángulo de cobertura de 110°, el bajo consumo energético de 25-40 W/h y la compatibilidad con Wifi 5 la convierte en una solución practica y eficiente para la embarcación.

2.2. Programación y Configuración

2.2.1. Programación en el LOGO! Soft Comfort

Para la programación del LOGO! Soft Comfort V8.4 se hizo uso del lenguaje de bloques el cual se rige por la lógica cableada y la funcionalidad del propio software, no se basa en una norma estandarizada como es el caso del PLC que trabaja en base a la IEC 61131-3. Sin embargo, la estructura de bloques en LOGO! sigue un orden jerárquico y lógico para su comprensión.

Para el censado de las RPM el bloque “instrucción aritmética” (B002) es el que calcula la velocidad de un motor a partir de sus RPM, para determinar si la velocidad está dentro de los parámetros que se le designen y tiene una salida configurada para que se active cuando las RPM superan un cierto valor de umbral, indicando una condición de sobrevelocidad.

La finalidad de leer estas señales es para obtener una operación segura de la embarcación y tener una consideración económica en el mantenimiento de este.

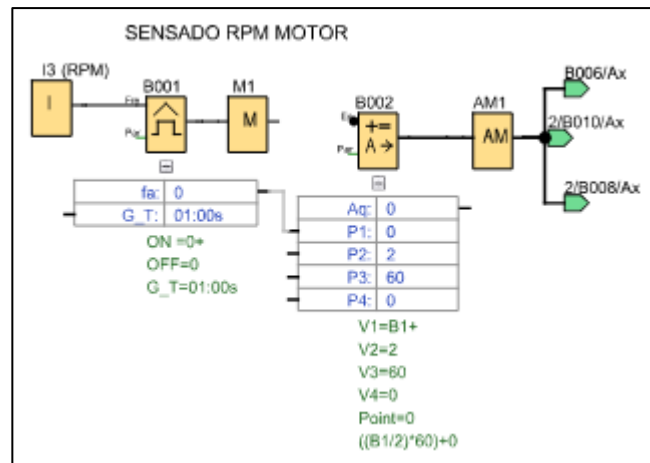


Ilustración 27. Bloque para censado RPM
Fuente: Elaboración propia

En la ilustración 28 se puede visualizar el bloque conmutador analógico de valor umbral, el cual nos permite activar la señal de aviso de horas de trabajo cumplidas. Este parámetro se puede escribir en el interfaz mismo que se identifica como “ON” ahí escribimos las horas que queremos que cumpla el motor para enviar un aviso de alarma.

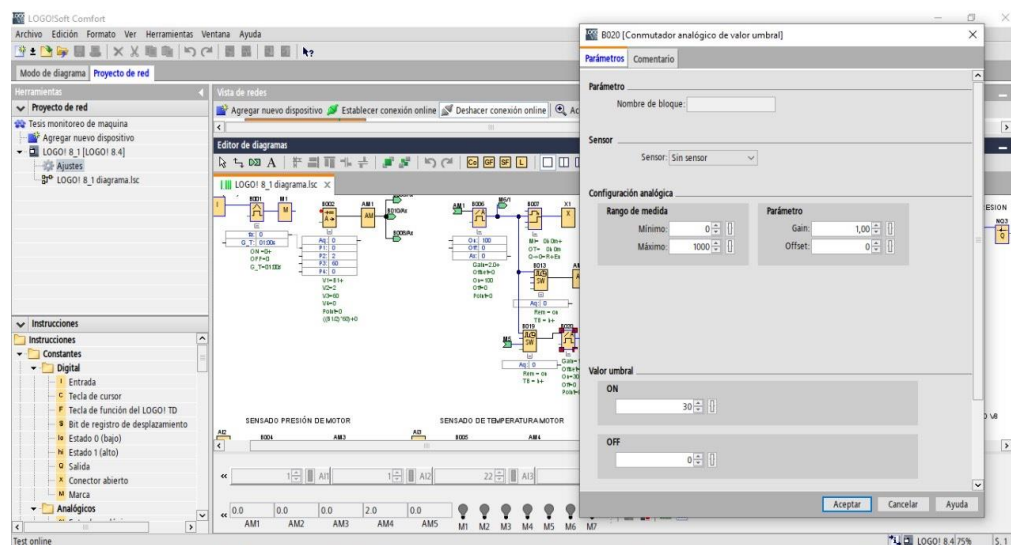


Ilustración 28. Bloque conmutador analógico de valor umbral
Fuente: Elaboración propia

El censado de la temperatura del motor, la presión del hidráulico y del motor tienen una similitud en el uso de los bloques, ambos hacen uso de una señal de “entrada analógica” (AI3, AI4) y un “amplificador analógico” (B003 y B004), este último sirve para amplificar un valor aplicado en la entrada analógica y lo devuelve en la salida analógica.

El parámetro “Gain” (ganancia) se encarga de multiplicar la señal de entrada, mientras que el “Offset” (desplazamiento) se encarga de sumar o restar un valor a la señal que fue amplificada.

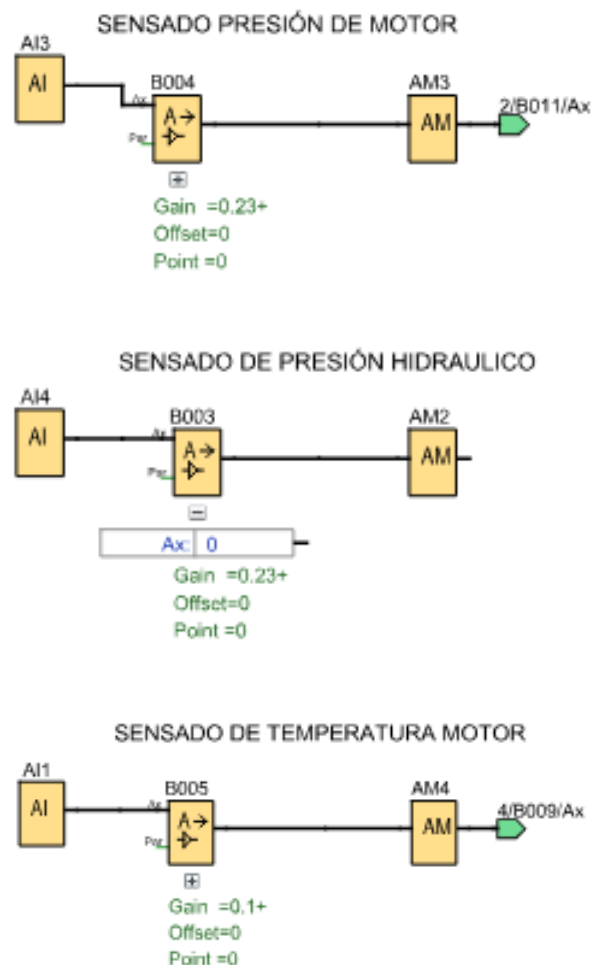


Ilustración 29. Bloques para censado de presión y temperatura
Fuente: Elaboración propia

Para el conteo de horas de funcionamiento del motor se realizó uso de varios bloques tales como: “conmutador analógico de valor umbral” (B006 y B020) permite generar una señal de salida binaria a partir de una señal analógica, detectando si se supera el valor definido.

El “contador de horas de funcionamiento” (B007) cuando la entrada de vigilancia se activa, comienza a transcurrir un tiempo configurado y la salida se activa una vez expirado este tiempo y por último, tenemos el “cronómetro” (B013 y B019) registra el tiempo transcurrido desde que fue activado, en este último una señal de entrada “reset” reinicia el tiempo transcurrido a cero.

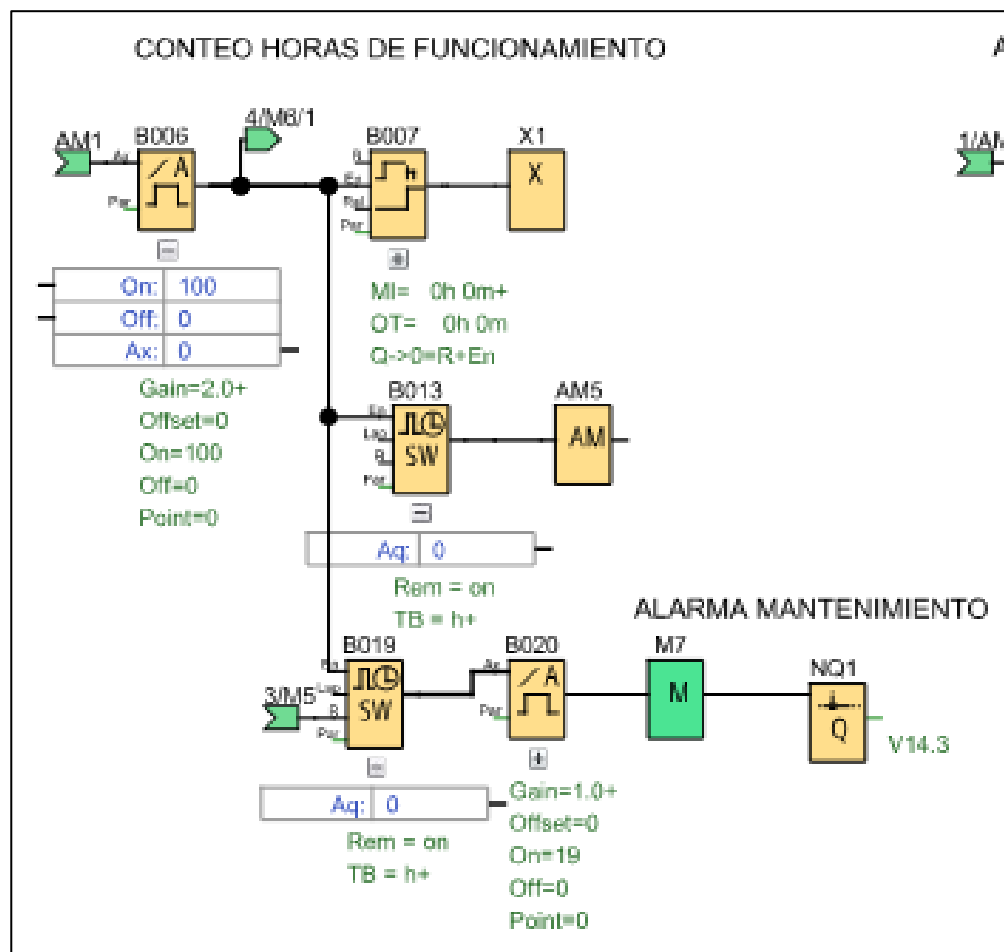


Ilustración 30. Conteo de horas de funcionamiento
Fuente: Elaboración propia

Por último, se tiene la programación de cada una de las alarmas las cuales se activarán en base a los parámetros registrados de cada sensor y el reset de cada una de ellas.

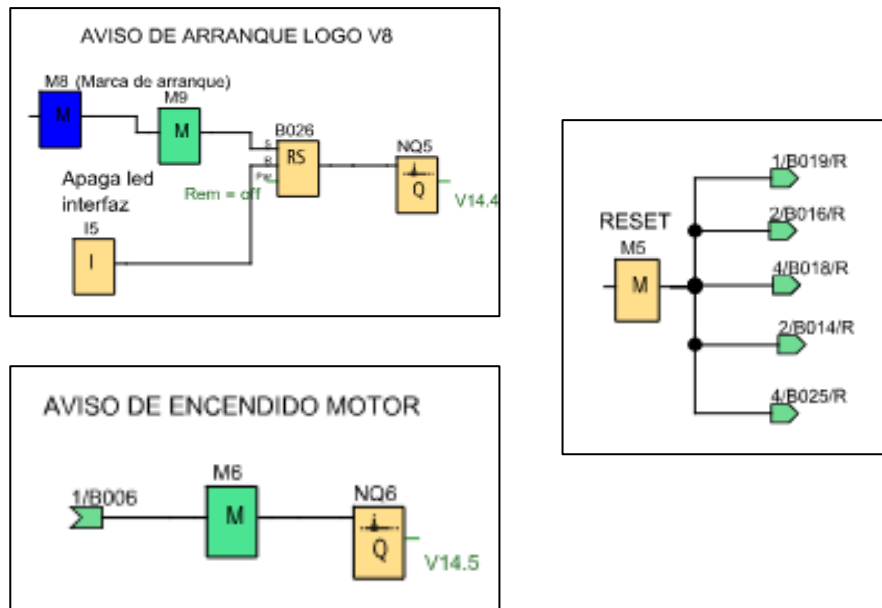
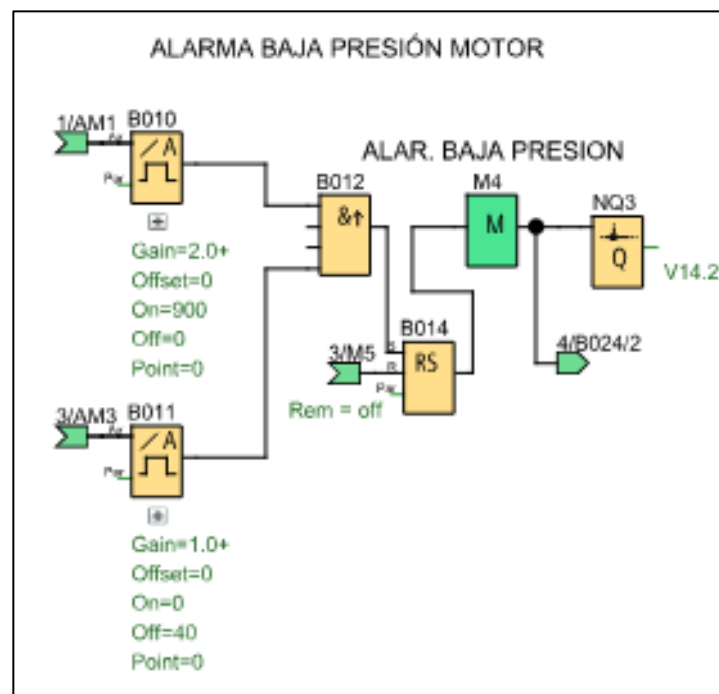


Ilustración 31. Programación de alarmas de encendido y reset
Fuente: Elaboración propia



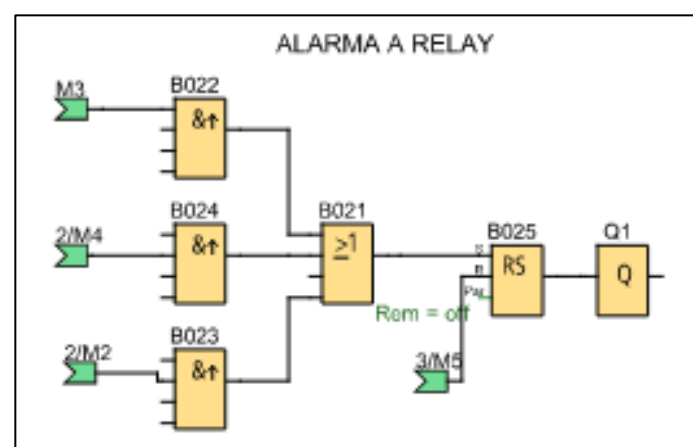
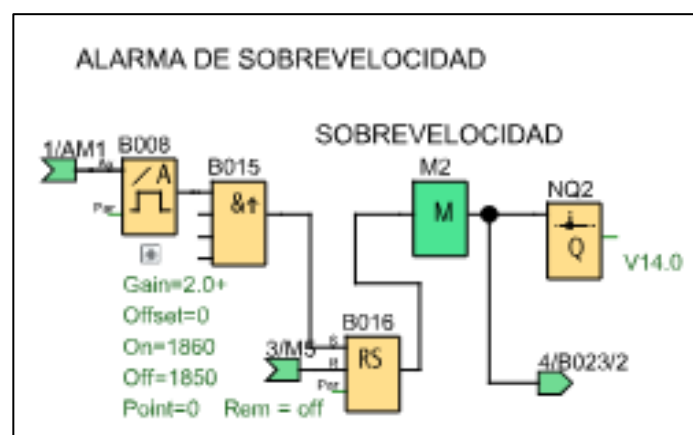
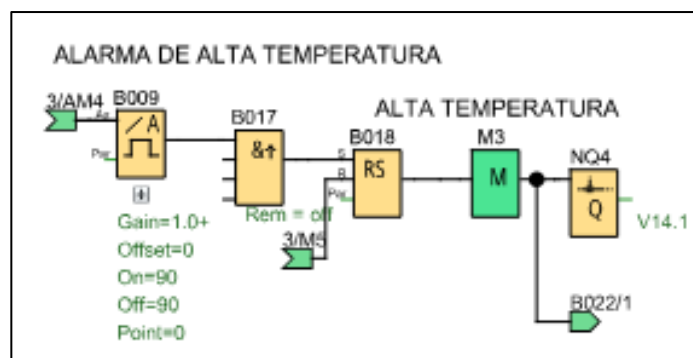
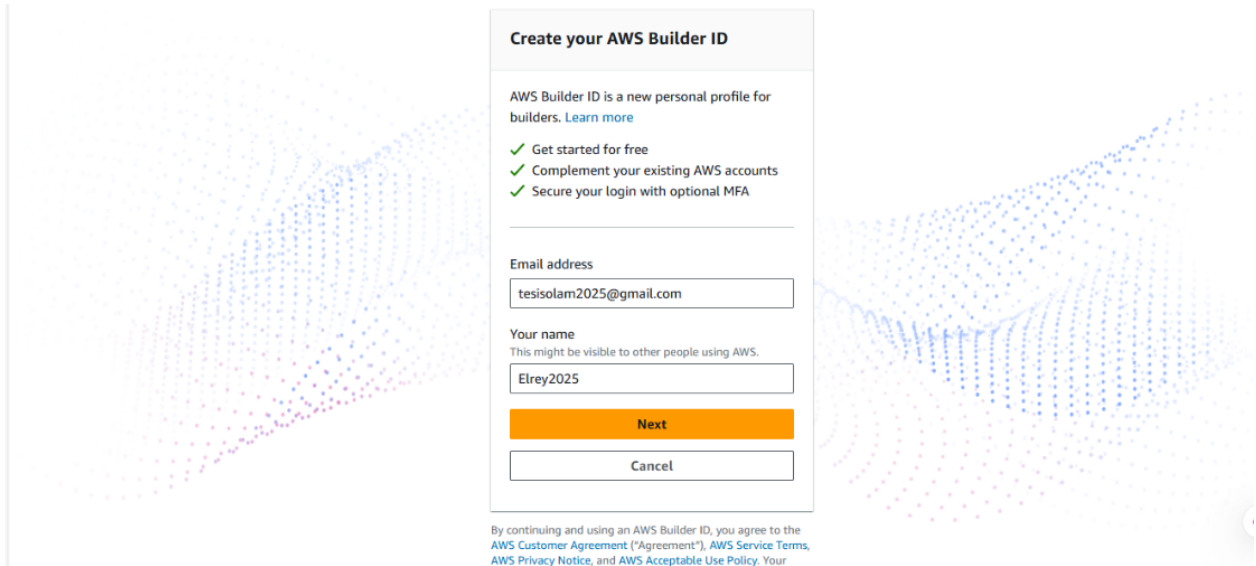


Ilustración 32. Programación de alarmas de puntos críticos
Fuente: Elaboración propia

2.2.2. Creación de Cuenta AWS

En el navegador, web buscamos Amazon Web Services (AWS) para poder crear una cuenta, llenan los datos solicitados tal y como se muestra en la siguiente figura.



The screenshot shows the 'Create your AWS Builder ID' form. At the top, it says 'Create your AWS Builder ID'. Below that, it explains that AWS Builder ID is a new personal profile for builders and provides a link to 'Learn more'. There are three green checkmarks indicating benefits: 'Get started for free', 'Complement your existing AWS accounts', and 'Secure your login with optional MFA'. The form has two input fields: 'Email address' with the value 'tesisolam2025@gmail.com' and 'Your name' with the value 'Elrey2025'. Below the fields are two buttons: 'Next' (orange) and 'Cancel' (white with a grey border). At the bottom, there is a small disclaimer: 'By continuing and using an AWS Builder ID, you agree to the AWS Customer Agreement ("Agreement"), AWS Service Terms, AWS Privacy Notice, and AWS Acceptable Use Policy. Your'.

Ilustración 33. Paso #1. Creación de cuenta AWS

Fuente: Elaboración propia

Se elige una contraseña para el correo electrónico que ya fue verificado.



The screenshot shows the 'Elija la contraseña' (Choose the password) form. At the top, there is the AWS logo. Below it, the title 'Elija la contraseña' is displayed. A green box with a checkmark icon contains the text: 'Su dirección de correo electrónico se ha verificado correctamente.' (Your email address has been verified correctly.). Below this, it says 'Utilizará esta contraseña para iniciar sesión con el ID de creador de AWS.' (You will use this password to log in with the AWS creator ID.). There are two input fields: 'Contraseña' (Password) and 'Confirmar contraseña' (Confirm password). Below the 'Confirmar contraseña' field is a checkbox labeled 'Mostrar contraseña' (Show password). At the bottom, there is an orange button labeled 'Crear ID de creador de AWS' (Create AWS creator ID).

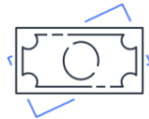
Ilustración 34. Paso #2. Contraseña AWS

Fuente: Elaboración propia

Registramos todos los datos que requiere el AWS.

Obtenga créditos de AWS adicionales

Complete diversas actividades para ganar hasta 100 USD adicionales en créditos, como, por ejemplo, crear su primer presupuesto de AWS para supervisar los costos de la nube.



Registrarse en AWS

Información de contacto

¿Cómo tiene previsto utilizar AWS?

- ☐ Empresarial: para su trabajo, escuela u organización
- ☒ Personal: para sus propios proyectos

¿A quién debemos contactar para consultar sobre esta cuenta?

Nombre completo

Barco Elrey

Código de país Número de teléfono

+593

098

País o región

Ecuador

Línea de dirección 1

Los esteros

Línea de dirección 2

Apartamento, suite, unidad, edificio, plant

Ciudad

Ilustración 35. Paso #3 Registro de datos en AWS

Fuente: Elaboración propia

AWS ofrece una cuenta gratuita por 6 meses, pero con ciertos límites, aun así, se debe ingresar una tarjeta de crédito o débito, ya que, en caso de utilizar el modo más avanzado de esta plataforma, se puedan realizar los cobros.

¿Por qué es obligatorio?

Nuestro proceso de verificación retiene 1 USD (o su equivalente) durante 3 a 5 días para verificar su cuenta y evitar fraude.

En el caso del plan gratuito, no se aplicarán cargos hasta que actualice a un plan de pago. Asimismo, si proporciona su información de facturación, podrá actualizar fácilmente a un plan de pago.



Registrarse en AWS

Información de facturación

País de facturación

El país de facturación determina los métodos de pago disponibles para pagar los servicios de AWS.

Ecuador

Número de tarjeta de crédito o débito

El número de tarjeta de crédito es obligatorio.



AWS acepta la mayoría de las tarjetas de crédito y débito principales. Para obtener más información sobre las opciones de pago, consulte nuestras [preguntas frecuentes](#)

Fecha de vencimiento

Mes

Año

La fecha de vencimiento es obligatoria.

Código de seguridad

CVV/CVC

Nombre del titular de la tarjeta

Ilustración 36. Paso #4. Facturación de AWS

Fuente: Elaboración propia

Para confirmar la identidad AWS solicita un número de teléfono, es importante tenerlo habilitado y a mano ya que nos llegará un mensaje de texto o llamada con un código de verificación para continuar con el registro.



Registrarse en AWS

Confirme su identidad

Para poder utilizar la cuenta de AWS, debe verificar su número de teléfono. Cuando continúe, el sistema automatizado de AWS se comunicará con usted para proporcionarle un código de verificación.

¿Cómo prefiere que le enviemos el código de verificación?

- ☒ Mensaje de texto (SMS)
☐ Llamada de voz

Código de país o región

Ecuador (+593)

Número de teléfono móvil

Enviar SMS (paso 4 de 5)

Ilustración 37. Paso #5. Confirmación de registro en AWS
Fuente: Elaboración propia

Una vez verificado el código, se procede a elegir el plan que más te convenga, en este caso se eligió el de “Soporte Developer” ya que cumple con las necesidades del proyecto.

☐ Soporte de nivel Basic: gratis - Recomendado para los usuarios nuevos que recién comienzan a utilizar AWS - Acceso de autoservicio las 24 horas del día, los 7 días de la semana a los recursos de AWS - Solo para problemas de facturación y cuentas - Acceso a Personal Health Dashboard y Trusted Advisor	☒ Soporte Developer: a partir de 29 USD al mes - Recomendado para desarrolladores que experimentan con AWS - Acceso por correo electrónico a AWS Support durante el horario laboral - Tiempos de respuesta de 12 horas (horario laboral)	☐ Soporte Business: a partir de 100 USD al mes - Recomendado para ejecutar cargas de trabajo de producción en AWS - Soporte técnico las 24 horas, los 7 días de la semana por correo electrónico, teléfono y chat - Tiempos de respuesta de 1 hora - Conjunto completo de recomendaciones de prácticas de Trusted Advisor
---	--	--



¿Necesita soporte de nivel Enterprise?

A partir de los 15 000 USD por mes, tendrá tiempos de respuesta de 15 minutos y una experiencia de consejería con un director técnico de cuenta asignado. [Más información](#)

Finalizar registro

Ilustración 38. Paso #6. Plan en AWS
Fuente: Elaboración propia

Se ha creado nuestra cuenta y así se visualiza la pantalla de inicio de la consola, lista para poder hacer uso del AWS.

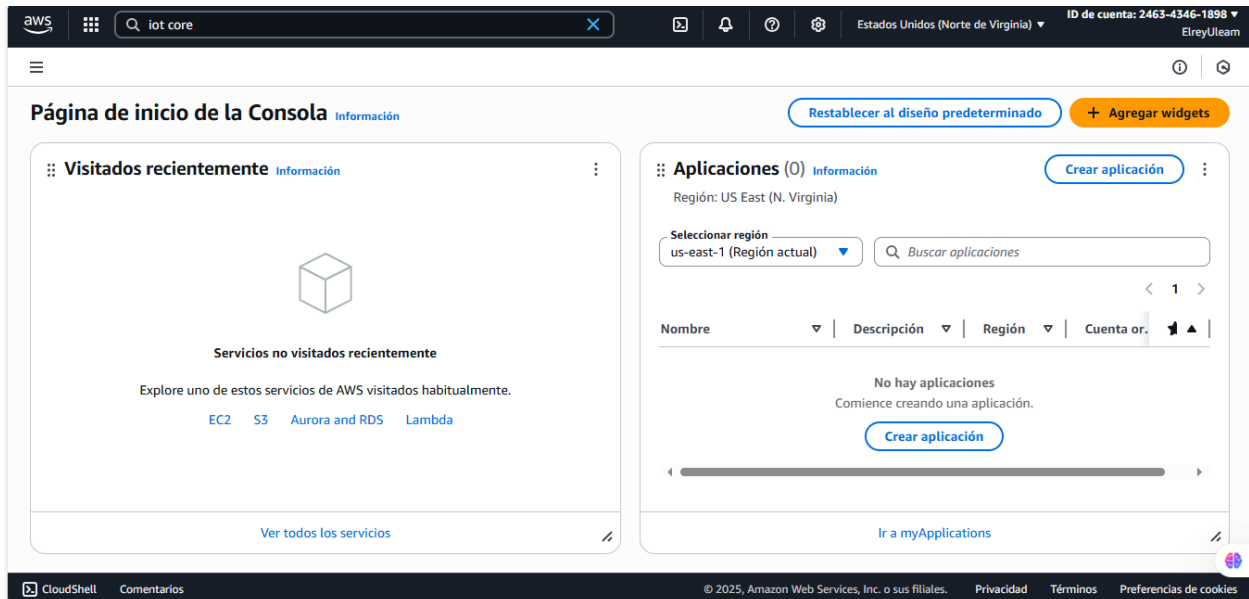


Ilustración 39. Paso #8. Pantalla de inicio de la consola en AWS
Fuente: Elaboración propia

2.2.3. Creación de Usuario en AWS (persona)

La creación de usuarios en AWS a través de IAM tiene como objetivo administrar el acceso a los recursos de manera segura, por lo que uno mismo asigna los accesos a los servicios y que operaciones pueden realizar los usuarios, evitando así que personas no autorizadas accedan a la información o manipulen el AWS.

Antes de crear el usuario, se debe elegir la región en la cual va a estar habilitado el data center de nuestros datos, en este caso se eligió el Norte de Virginia porque es la que actualmente está siendo activa para ofrecer los servicios de LOGO.

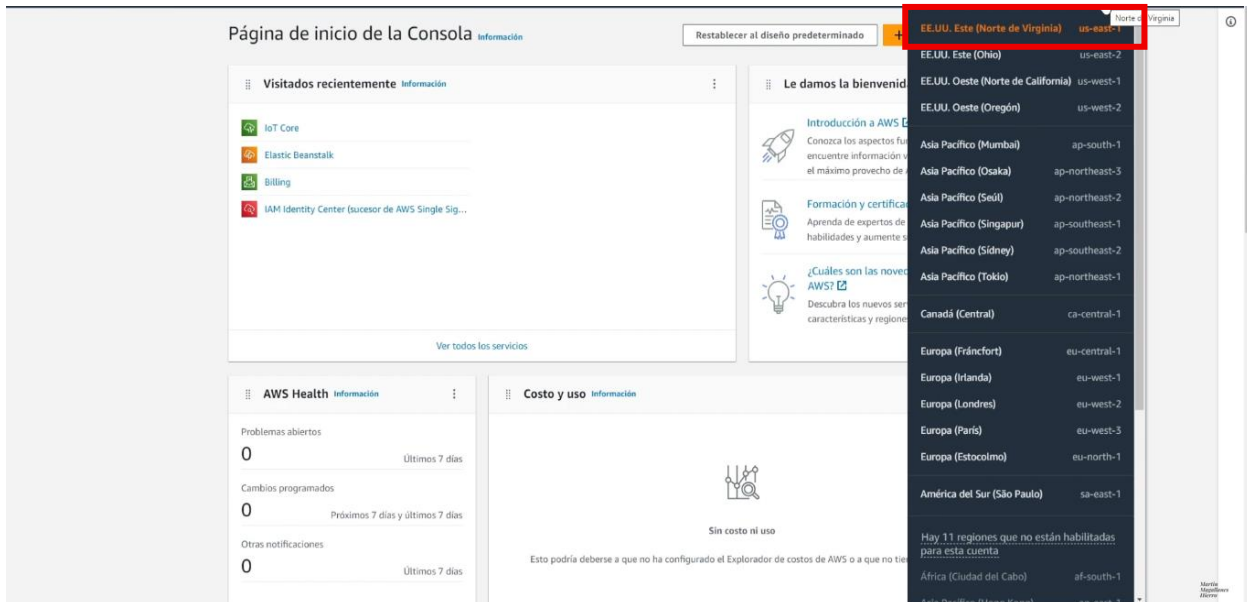


Ilustración 40. Paso #9. Región Norte de Virginia
Fuente: Elaboración propia

Un usuario de IAM es una entidad que representa a una persona o a una aplicación que se usa para interactuar con AWS. Un usuario consta de un nombre y credenciales.

Se debe de crear un usuario, para esto en el buscador de la página de inicio de la consola buscamos “IAM” damos clic.

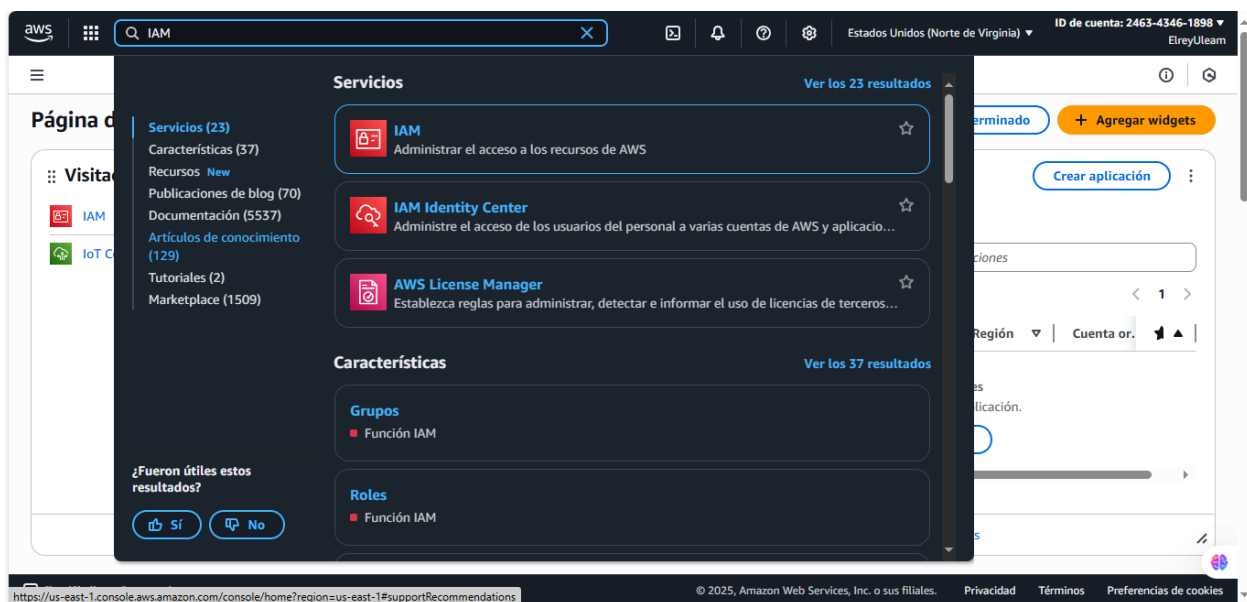


Ilustración 41. Paso #10. Servicios IAM
Fuente: Elaboración propia

Procedemos a dar clic en “crear persona”

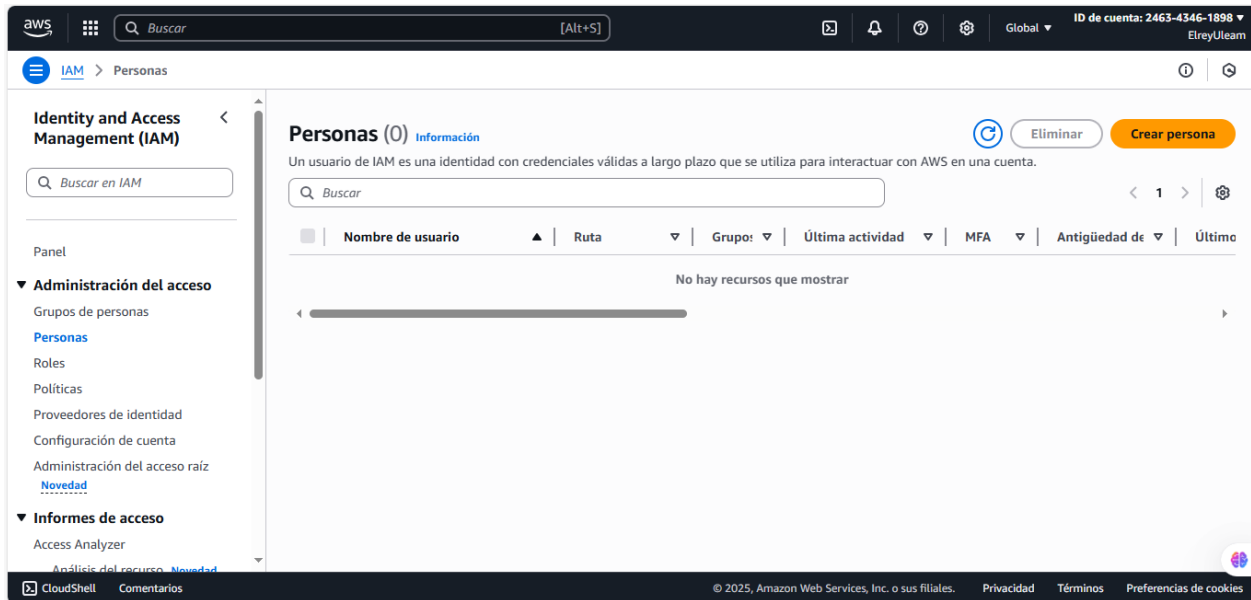


Ilustración 42. Paso #11. Creación de persona en AWS
Fuente: Elaboración propia

Generamos una contraseña, es criterio personal si desean generarla de manera automática o personalizada.

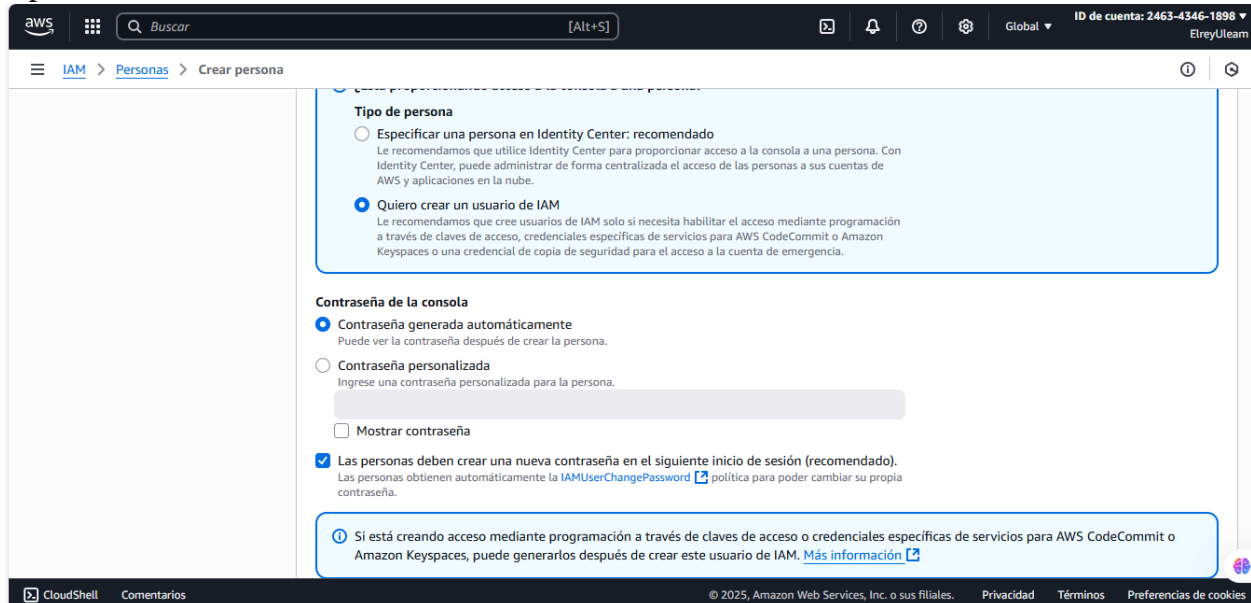


Ilustración 43. Paso #12. Registro de datos en AWS
Fuente: Elaboración propia

Luego se le añaden unas políticas al usuario, aquí tenemos la primera política que es AWSIoTFullAccess y la añadimos.

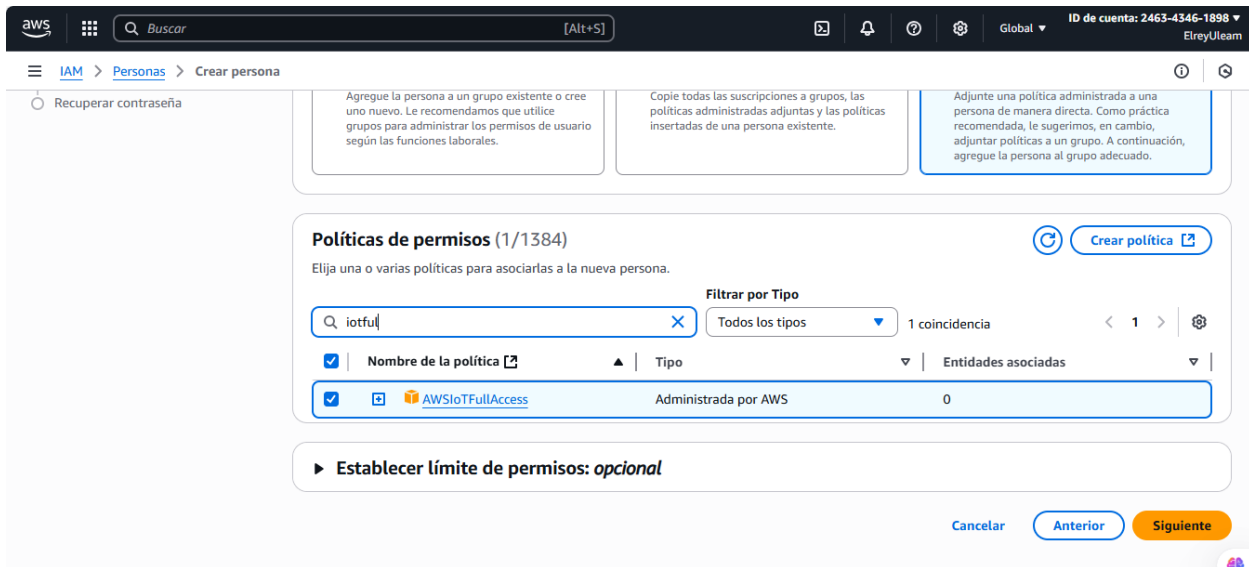


Ilustración 44. Paso #13. Primera política
Fuente: Elaboración propia

La segunda política toca crearla manualmente.

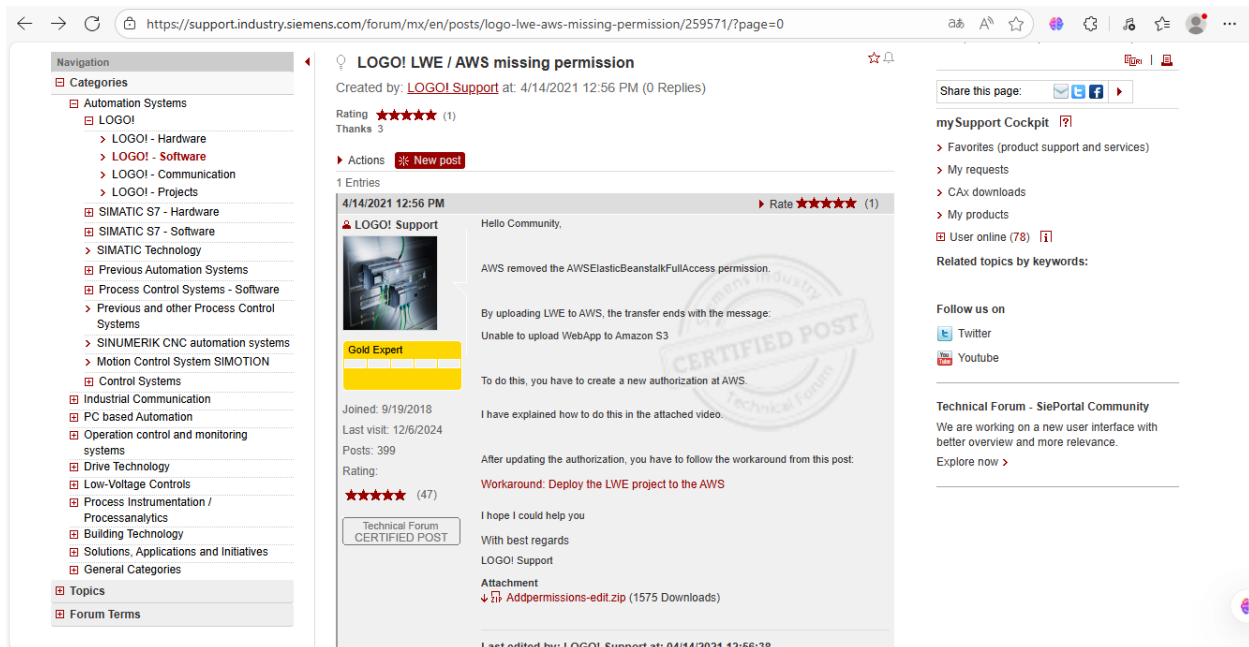


Ilustración 45. Paso #14. Segunda política
Fuente: Elaboración propia

En la segunda política debemos eliminar el código que viene por default y toca pegar el que descargamos del foro de Siemens.

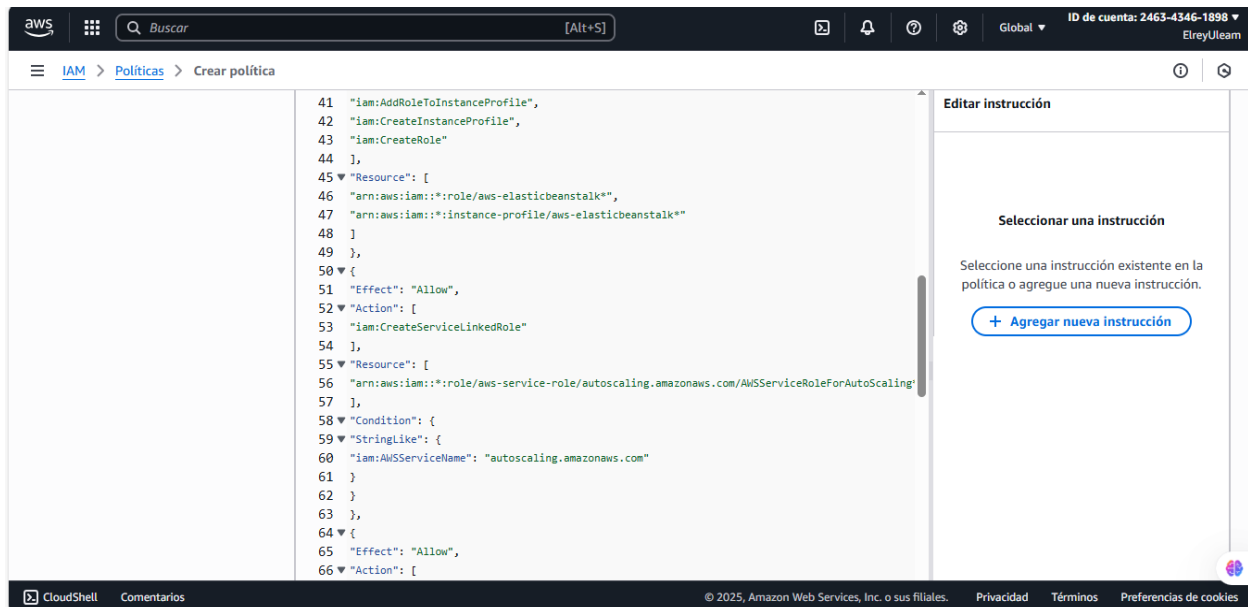


Ilustración 46. Paso #15. Código de Siemens
Fuente: Elaboración propia

Asignamos un nombre a la política.

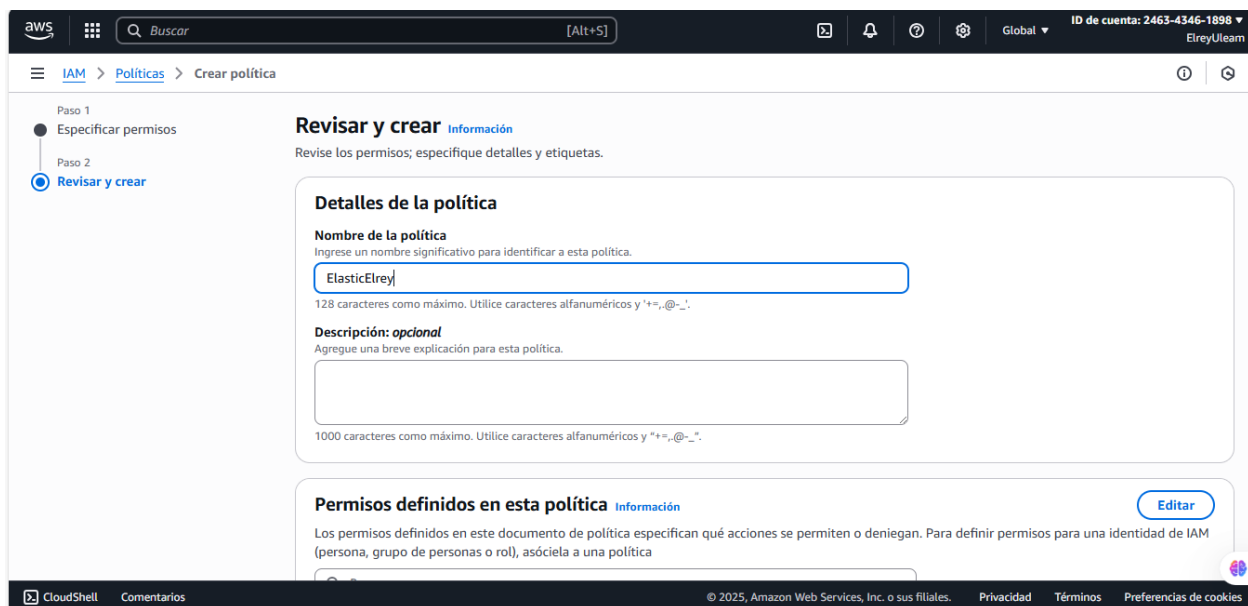


Ilustración 47. Paso #16. Nombre de la política
Fuente: Elaboración propia

Finalmente se encuentra creada con el nombre que se muestra en la figura.

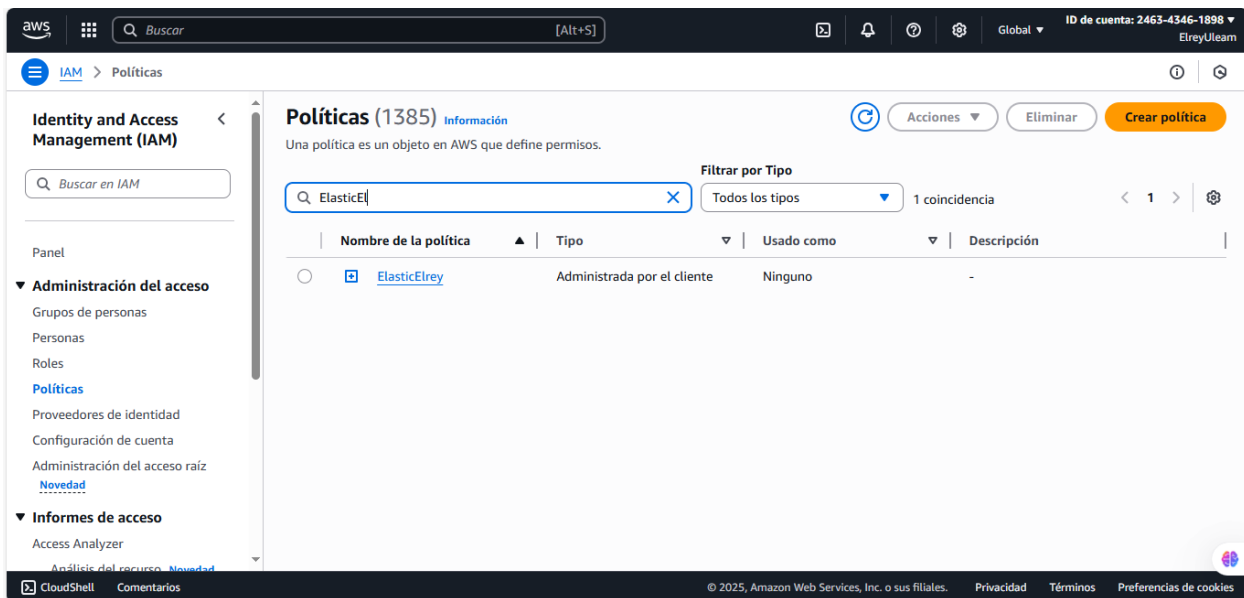


Ilustración 48. Paso #17. Política generada
Fuente: Elaboración propia

2.2.4. Conexión de AWS con LOGO! Soft Comfort 8.4

Se ingresa a la configuración online y de manera física se conecta el LOGO! con el internet en este caso de la embarcación mediante el cable ethernet.

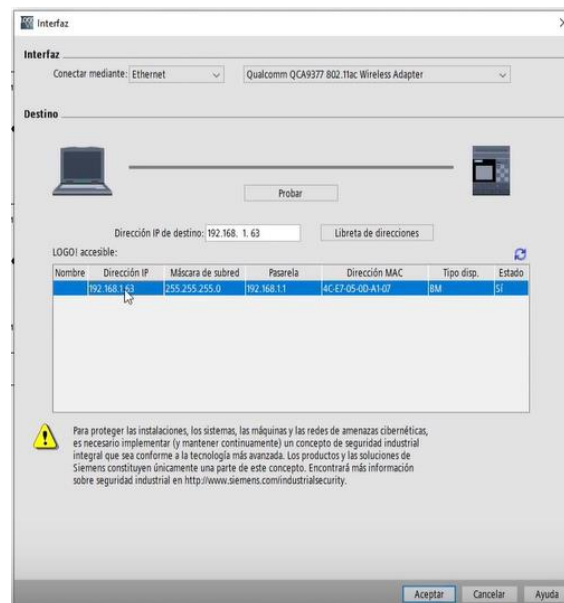


Ilustración 49. Conexión de AWS con LOGO!
Fuente: Elaboración propia

Antes de seguir avanzando se debe situar en “ajustes del control de acceso” ya que, si se va a usar el AWS para vincularnos con el LOGO, no podemos tener activo el servidor web de LOGO, caso contrario ocasionaría un conflicto y no se podría enlazar con el AWS.

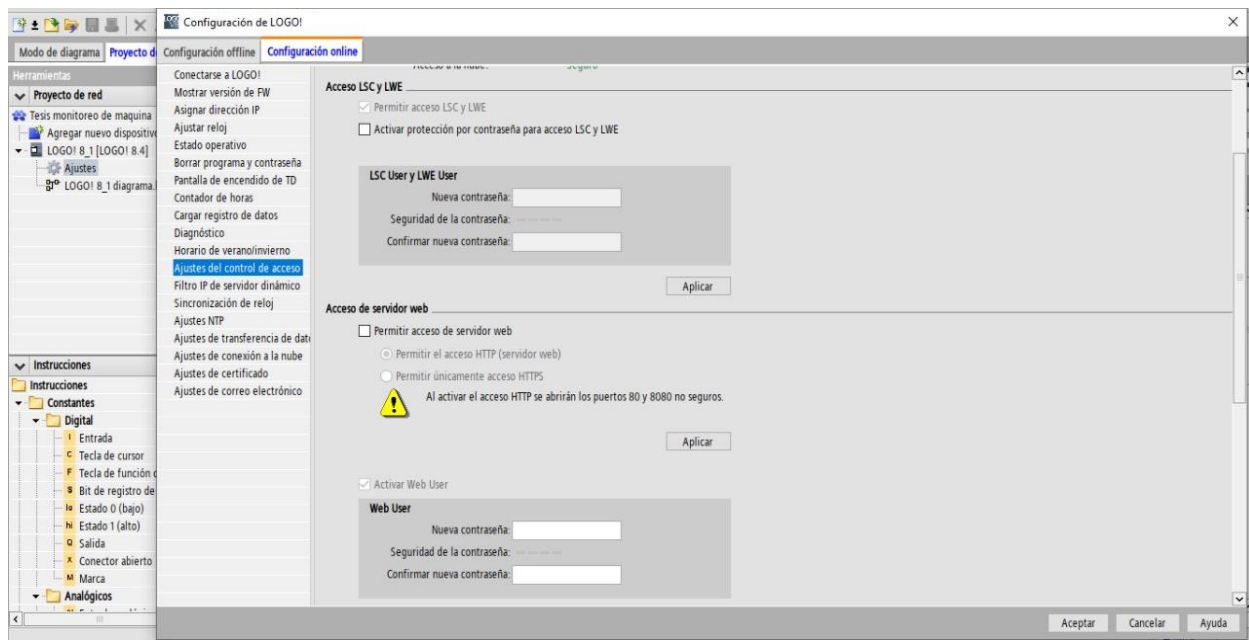


Ilustración 50. Ajustes del control de acceso
Fuente: Elaboración propia

Luego se da clic en “Ajustes de conexión a la nube > Registrar objeto, esto quiere decir que toda nuestra programación la vamos a mandar a la nube mediante un objeto.

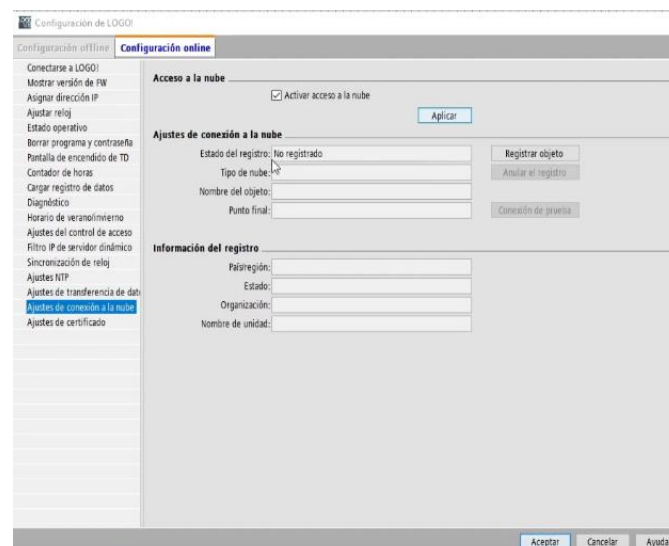


Ilustración 51. Ajustes de conexión a la nube
Fuente: Elaboración propia

Clic en “Registrar objeto” se abre una ventana en la cual debemos ingresar el ID de clave de ingreso y una clave de acceso, en el cuadro de “región IoT” es importante colocar la misma que hayamos usado en el AWS, en este caso fue la de **EE. UU Este (Norte de Virginia) us-east-1**.

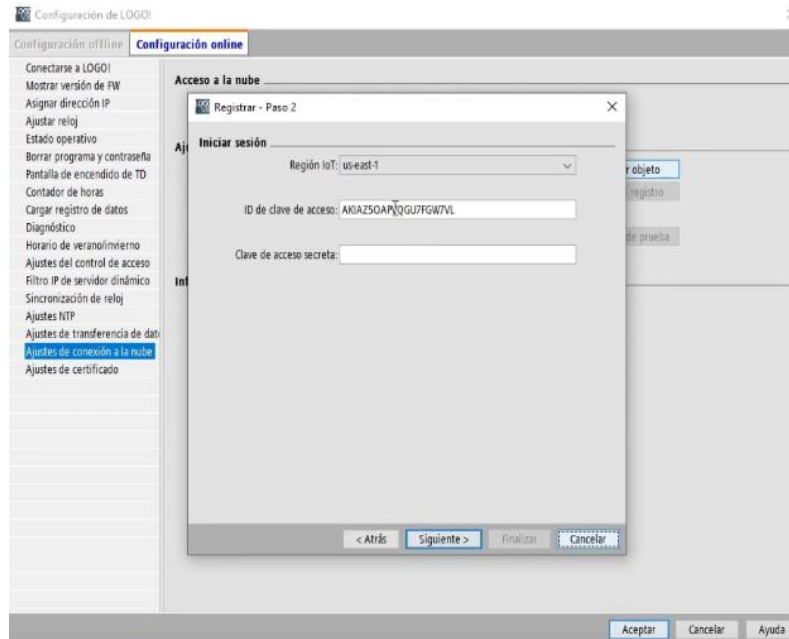


Ilustración 52. Registrar objeto
Fuente: Elaboración propia

En la ilustración 53 vemos el correcto ingreso de datos que se debe realizar, luego que se finalice la configuración se puede realizar una conexión de prueba y así verificamos el registro del objeto a la nube, si todo está bien debe salir un mensaje “completado correctamente”.

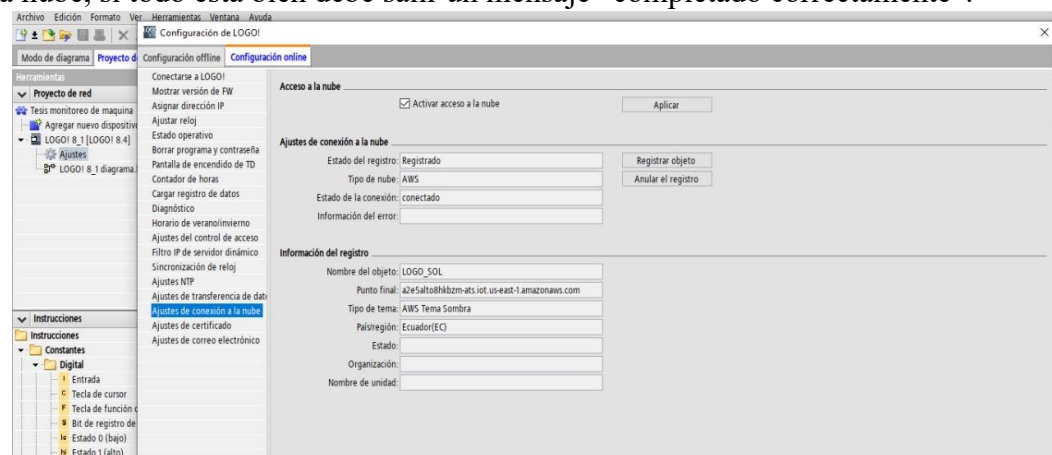


Ilustración 53. Ingreso de datos
Fuente: Elaboración propia

Una vez cargado el programa se dirigen “Ajuste de transferencia de datos de la nube” para elegir que variables queremos que se muestren en la nube y para esto debemos activar la variación “con la frecuencia” “con cambio” y solo dos variables tendrán activa la variación “con permiso”.

En este paso queda a criterio personal si desean añadir que se pueda escribir desde la nube o solamente desean leer, también se puede designar el tiempo con el que queremos que se actualice la lectura de la variable que seleccionemos.

Cabe mencionar que todas las variables que se muestran en la figura ya están mapeadas en el programa de LOGO!.

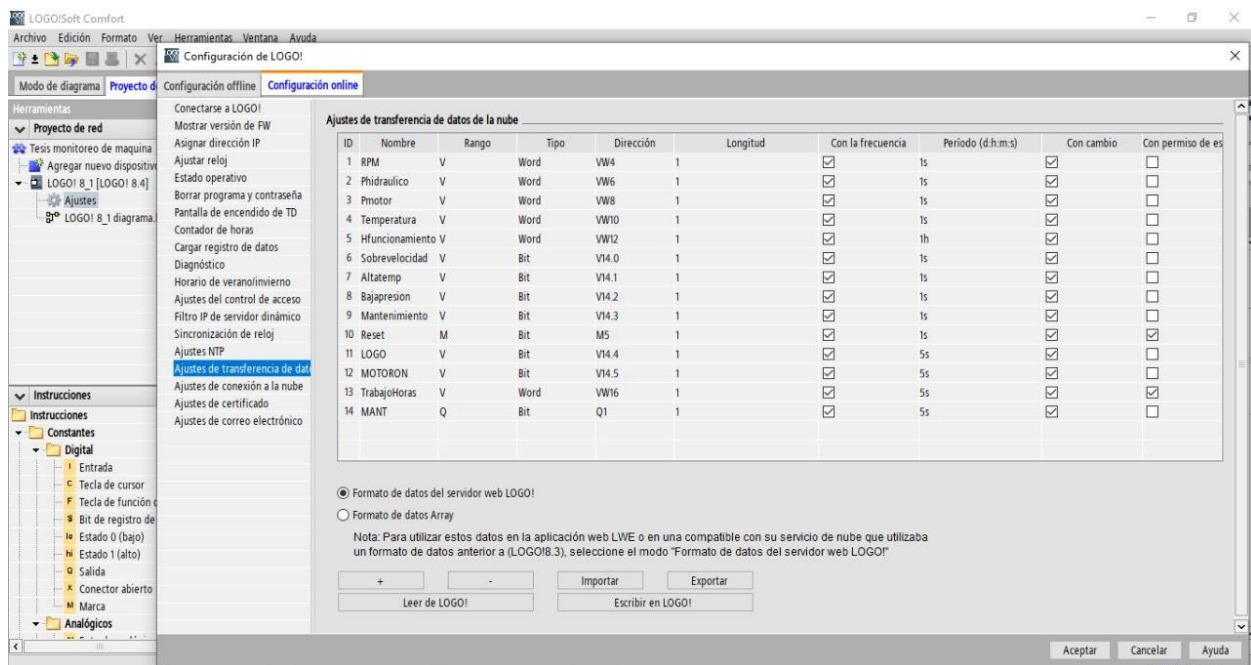


Ilustración 54. Ajuste de transferencia de datos de la nube
Fuente: Elaboración propia

Las variables creadas en LWE deben tener el mismo nombre para que se puedan enlazar, en este caso “LOGO_SOL”

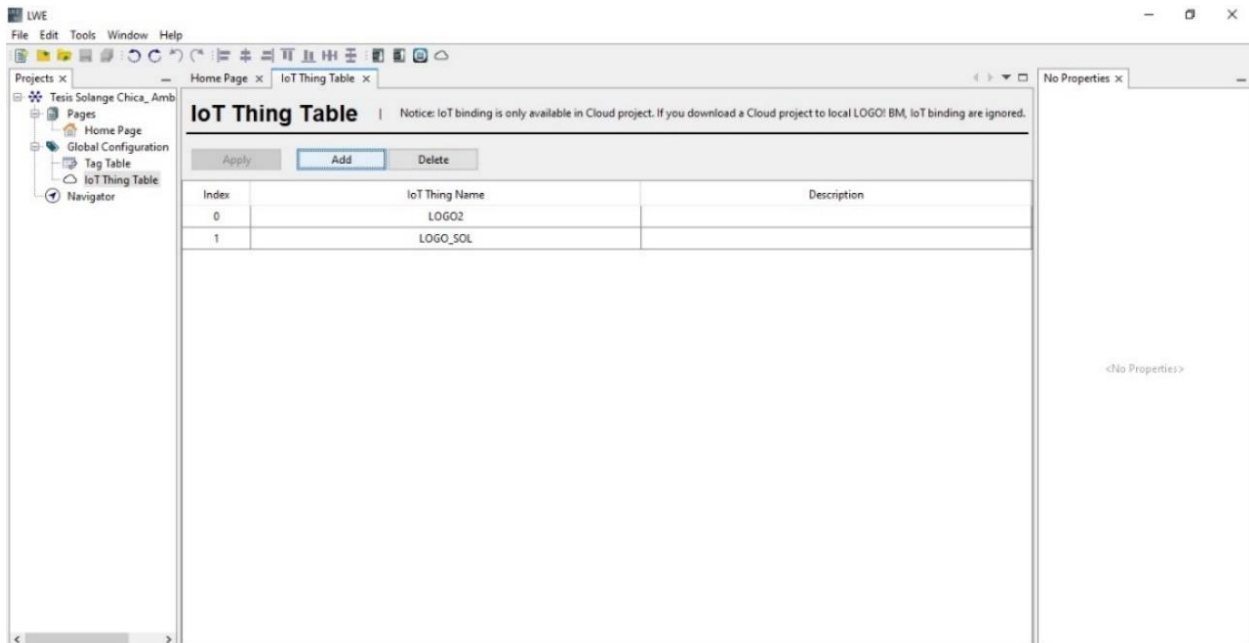


Ilustración 55. Variables en LWE
Fuente: Elaboración propia

Se verifica que todos los elementos tengan el mismo nombre “LOGO_SOL”



Ilustración 56. Elaboración de página en LWE
Fuente: Elaboración propia

Página creada con LWE.

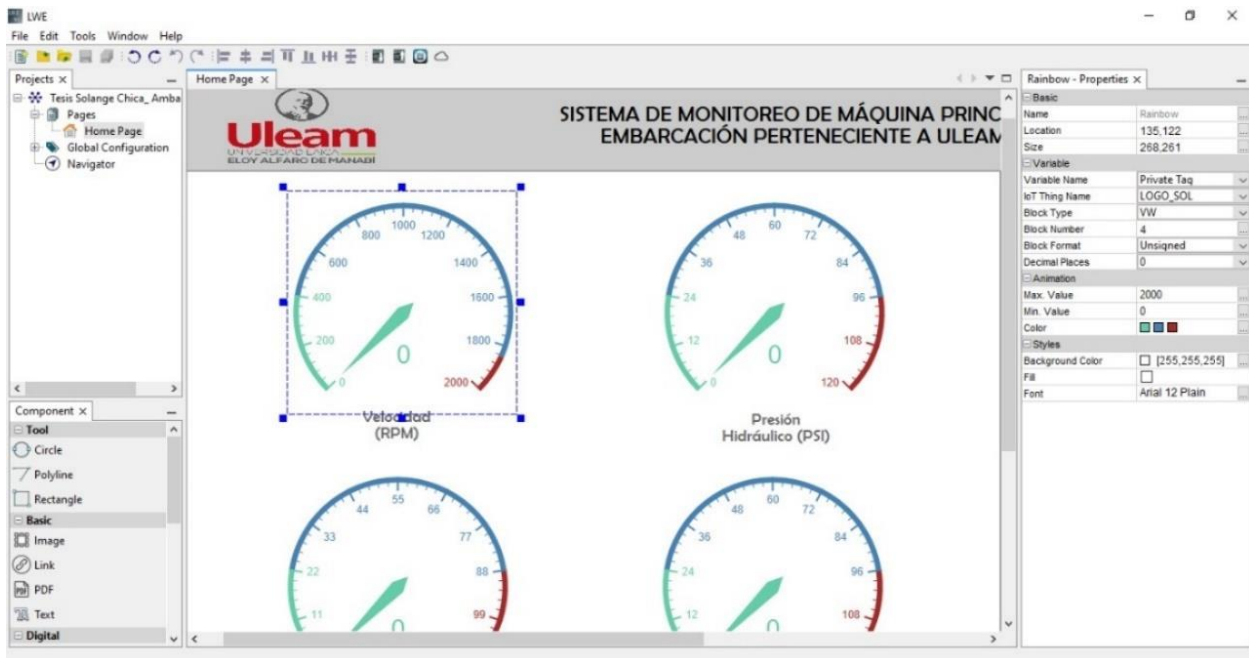


Ilustración 57. Página web con LWE
Fuente: Elaboración propia

2.2.5. Conexión de LWE con AWS

Cuando ya tengamos el diseño del servidor web el siguiente paso es enlazar el LWE con AWS dando clic en la nube donde nos pedirá las claves que se mencionaron en el apartado anterior y la zona horaria quedaría en <us-east-1> en las 2 franjas como se muestra en la ilustración.

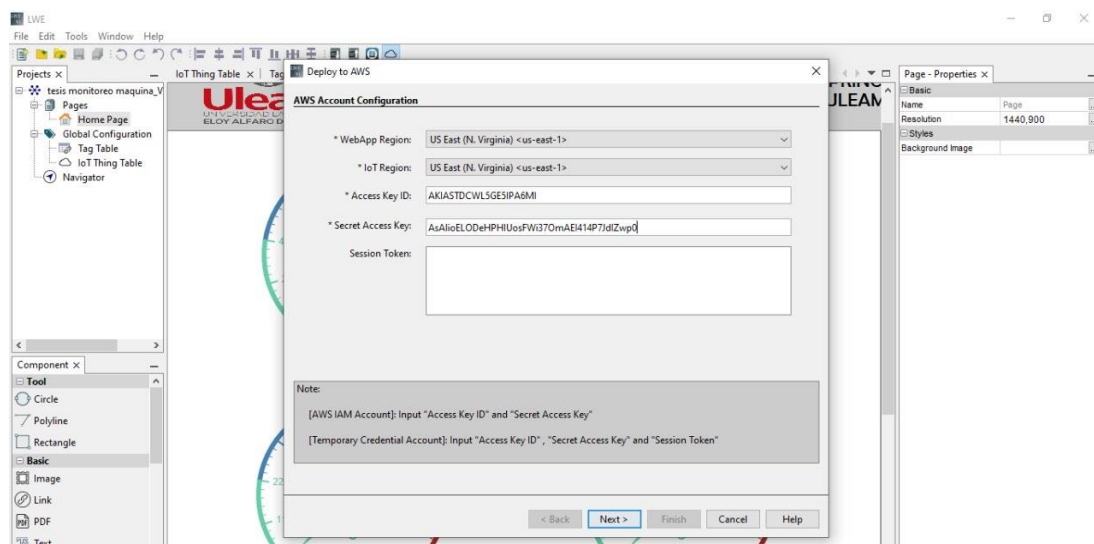


Ilustración 58. Conexión de LWE con AWS
Fuente: Elaboración propia

Si la simulación se va a realizar por primera vez el siguiente paso sería crear un nuevo entorno (create a new environment), en tal caso que ya hayan existido pruebas anteriores se selecciona el ambiente existente (choose an existing environment).

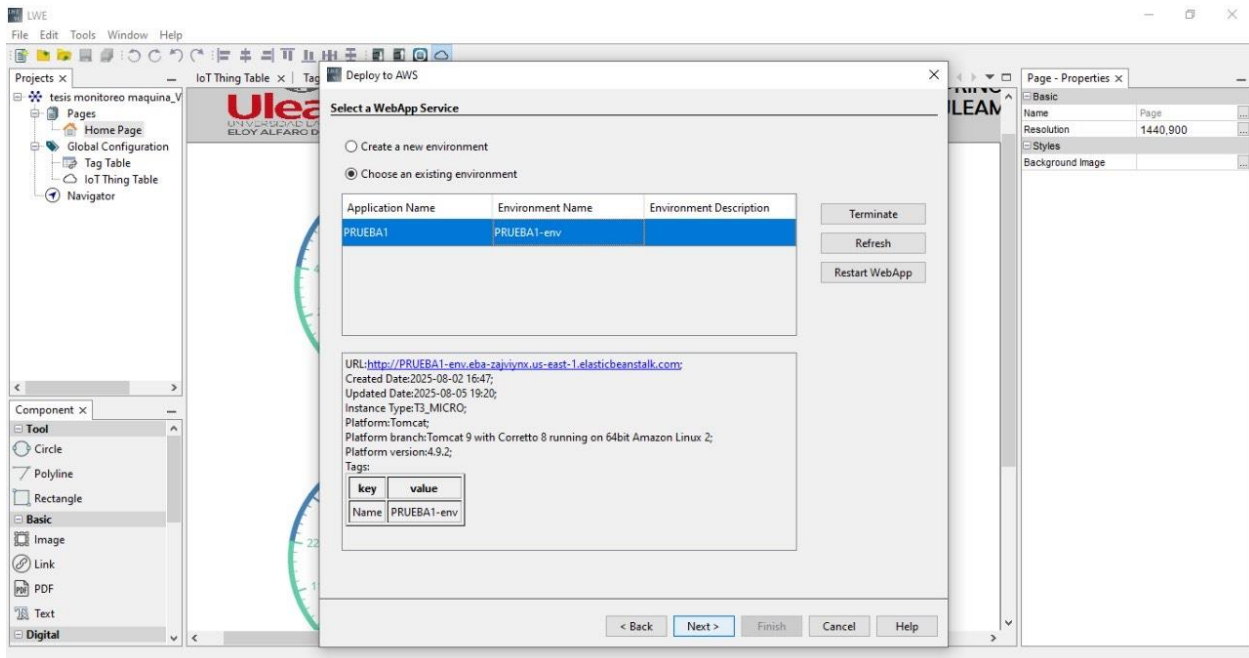


Ilustración 59. Elección del entorno
Fuente: Elaboración propia

Cuando ya se crean los ambientes o si ya hay uno existente siempre se deberá crear una nueva clave para la interfaz de ese ambiente.

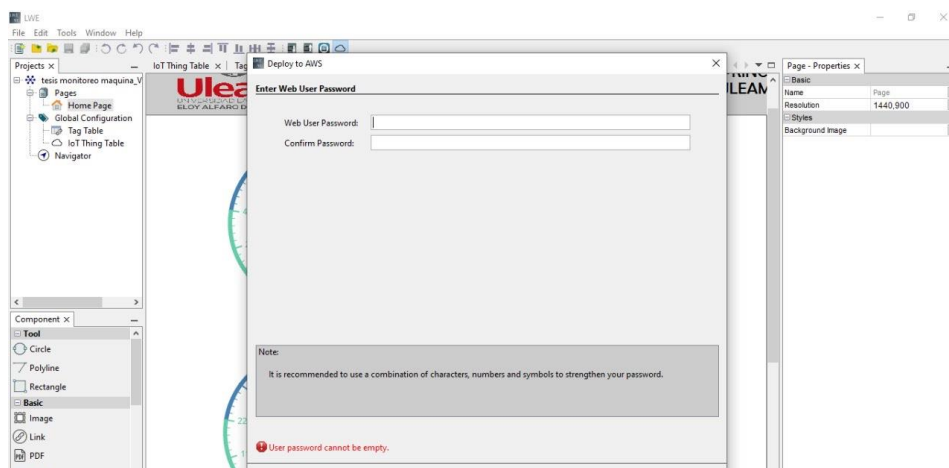


Ilustración 60. Clave para la interfaz
Fuente: Elaboración propia

2.2.6. Configuración del Servidor SMTP en Gmail

Para configurar el servidor SMTP en Gmail debemos ubicarnos en el navegador de Google y dar clic en el ícono “cuenta” para configurar la verificación en dos pasos.

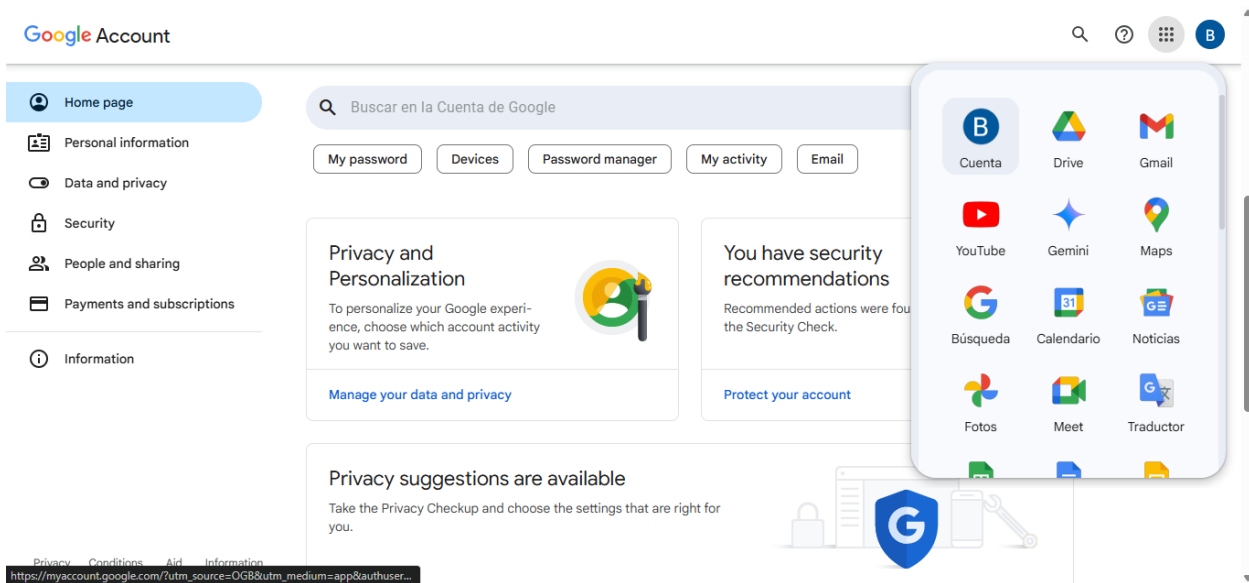


Ilustración 61. Configuración del SMTP en Gmail

Fuente: Elaboración propia

Damos clic en security (seguridad) y nos desplazamos hacia abajo hasta encontrar “verificación en dos pasos” y damos clic. Luego nos a pedir el ingreso de contraseña del correo.

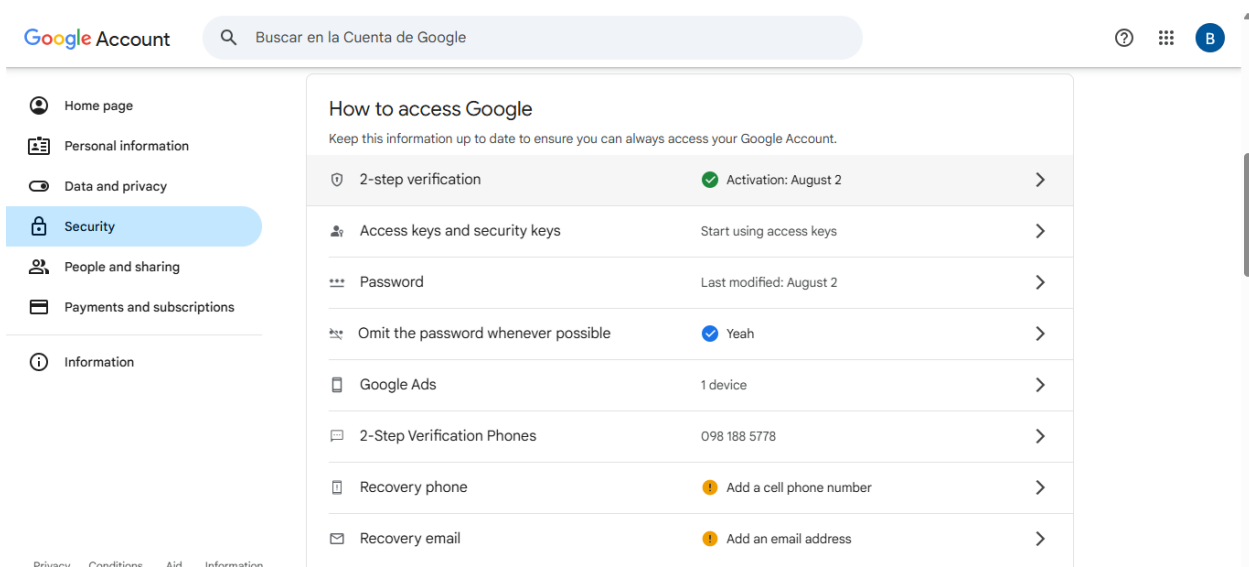


Ilustración 62. Verificación en dos pasos

Fuente: Elaboración propia

La cuenta ha sido verificada después de confirmar algunos ítems.



Ilustración 63. Cuenta verificada
Fuente: Elaboración propia

Para verificar el SMTP, vamos a la herramienta de prueba de SMTP, la encontramos en nuestro navegador web como “SMTP Tast Tool” y damos clic en la primera ventana.

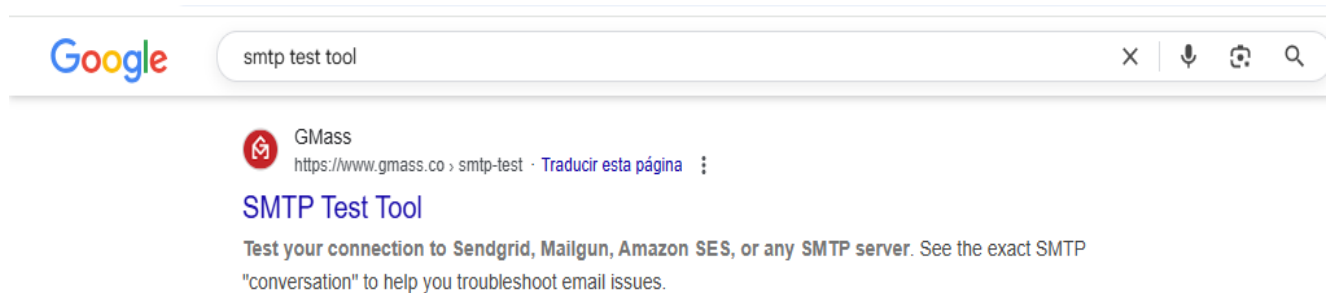


Ilustración 64. SMTP Tast Tool
Fuente: Elaboración propia

Aquí colocamos los datos solicitados tal y como se muestra en la siguiente figura.

Ilustración 65. Datos en GMail
Fuente: Elaboración propia

Por último, una vez que se haya probado se debe recibir un correo electrónico de la herramienta de prueba.

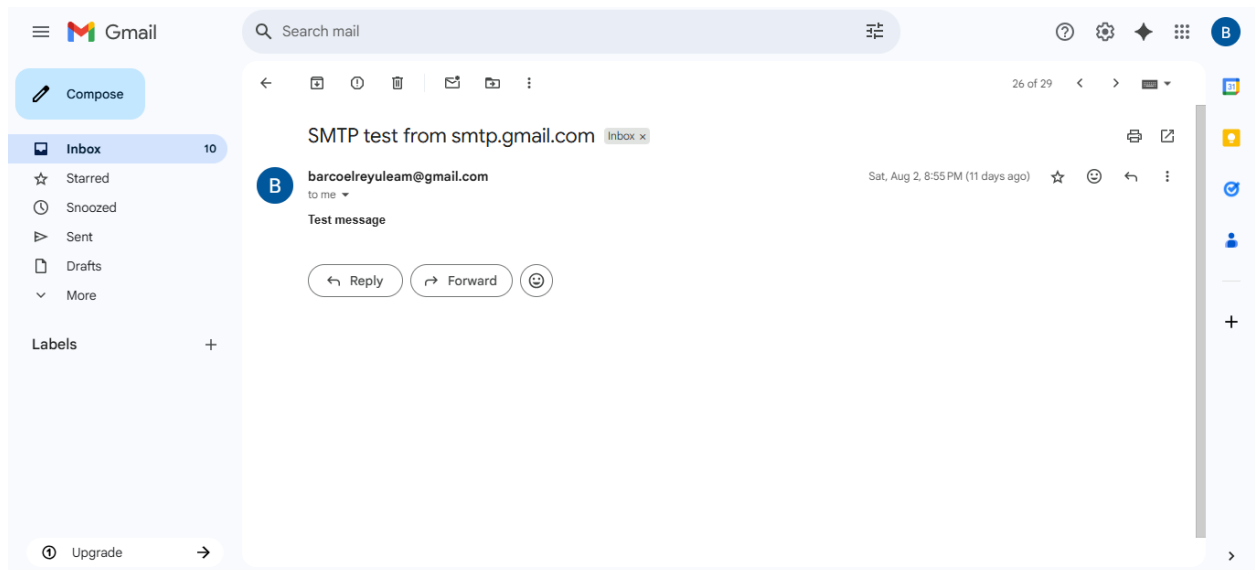


Ilustración 66. Confirmación del SMTP con Gmail
Fuente: Elaboración propia

Una vez configurados los correos necesarios, desde el LOGO! nos dirigimos hacia “Ajustes de correo electrónico” en LOGO, aquí se crearon dos grupos de destinatarios de correo electrónico, es decir; a esos dos correos deben llegar las alarmas que se presenten.

Ajustes SMTP de correo electrónico

SMTP

Nombre de servidor: smtp.gmail.com

Connection security: TLS

Certificado CA: ☐

Puerto: 465

Nombre de inicio de sesión: barcoelreyuleam@gmail.com

Contraseña de inicio de sesión:

Comprobar ajustes SMTP

Aplicar

Ajustes de grupo de destinatarios de correo electrónico

Grupo de destinatarios 1

barcoelreyuleam@gmail.com;

Aplicar

Grupo de destinatarios 2

tesiolam2025@gmail.com;

Ilustración 67. Ajustes de correo electrónico
Fuente: Elaboración propia

Como último paso damos clic en “Ajustes de evento de correo electrónico” donde se crea el evento y marca, el contenido del mensaje que quiere leer en el correo por cada alarma y en este caso se eligen dos grupos de destinatarios porque se vincularon dos correos.

ación online

Evento de correo electrónico

ID	Evento y marca	Asunto del mensaje	Grupo de destinatarios
1	M2	Alarma por sobrevelocidad	☒ 1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8
2	M3	Alarma por sobretemperatura	☒ 1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8
3	M4	Alarma por baja presión de aceite	☒ 1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8
4	M7	Alarma mantenimiento	☒ 1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8
5	Encender	Aviso de controlador encendido	☒ 1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8
6	Stop->Run	Aviso Stop->Run controlador	☒ 1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8
7	Run->Stop	Aviso Run->Stop controlador	☒ 1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8
8	M6	Aviso de motor encendido	☒ 1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8
9			☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8

Nota: es obligatorio rellenar Evento y marca. De lo contrario no se guardará ninguna configuración para este elemento de evento.

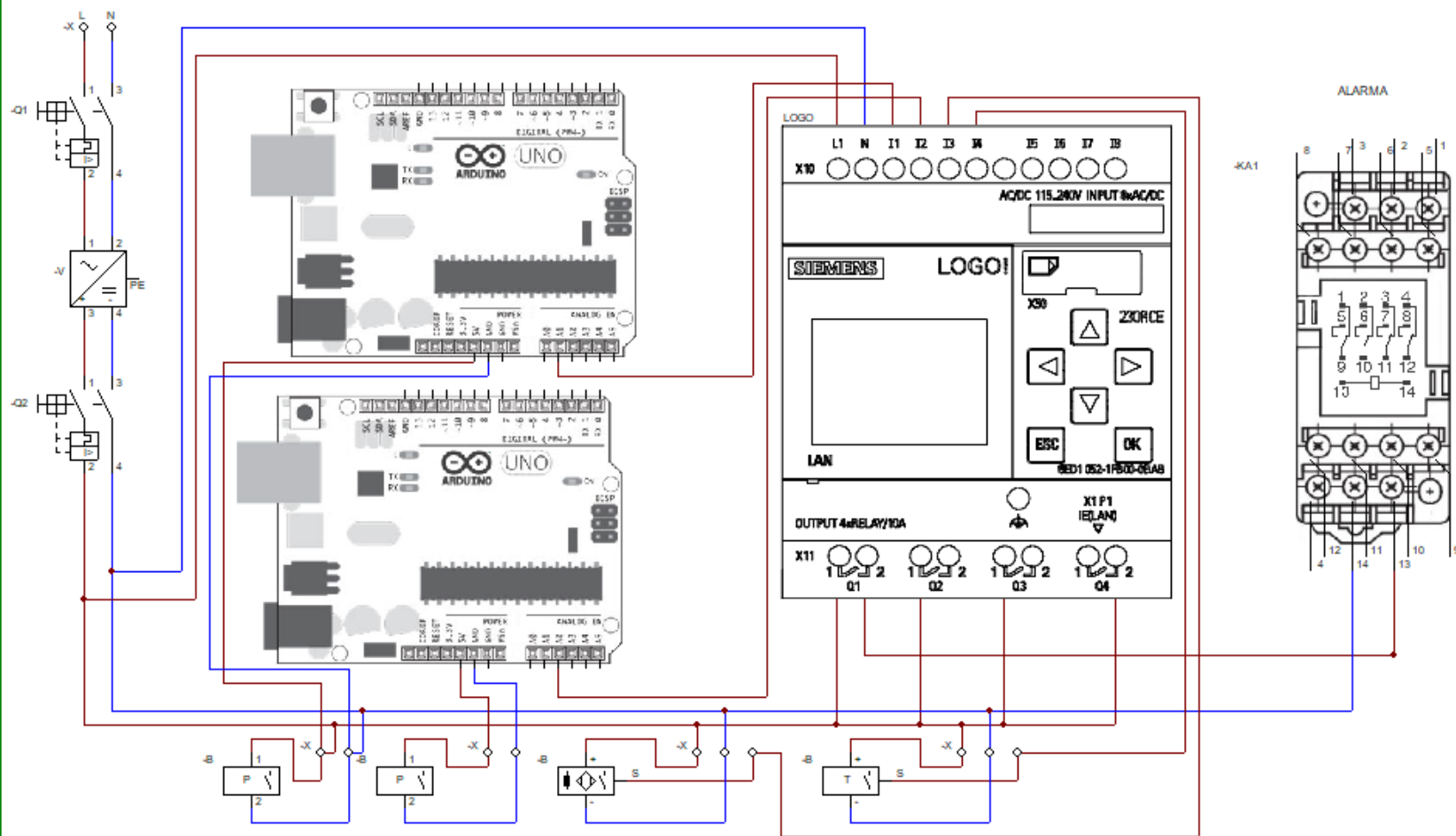
Contenido de evento de correo electrónico

Asunto del mensaje:

Contenido del mensaje:

Ilustración 68. Ajustes de evento de correo electrónico
Fuente: Elaboración propia

2.3.Lógica cableada



CAPITULO III: MONTAJE E INSTALACIÓN

Una vez concluido el diseño del sistema, se realiza su implementación física y su puesta en funcionamiento. Esta fase clave implica colocar físicamente todos los componentes de automatización, buscando el lugar óptimo para su correcto funcionamiento. El sistema se configura para garantizar la recopilación y transmisión continua de datos, lo que permite el monitoreo en tiempo real. Se efectúan las pruebas para la comprobación del funcionamiento para así poder garantizar el cumplimiento de los objetivos planteados.

3.1.Implementación del Proyecto

3.1.1. Armado de Tablero

El tablero se encuentra ubicado en el puente de mando en el lado de estribor de la embarcación, construido completamente en material plástico, con dimensiones de 400x500x245mm, contiene protección IP65, su marca es BEAUCOUP. En su interior se encuentran ubicados los dispositivos de control, protección, alimentación y expansión analógica.

En la parte superior derecha del tablero están instalados los breakers termomagnéticos de marca Siemens de 2 polos. El primero de ellos está destinado a la protección de la fuente de alimentación, mientras que el segundo suministra energía al LOGO, así como a las borneras de marca Siemens y al relé, también conectado a tierra.

El componente principal del sistema es el LOGO Soft 8.4 de Siemens, cuya función es leer las señales de los sensores mediante sus entradas analógicas, detectar fallos y activar salidas específicas. Una de estas salidas energiza un relé Siemens de 24 VDC, que puede ser utilizado para accionar una alarma sonora (bocina) u otro dispositivo de alerta. En el mismo riel DIN se encuentran instalados dos módulos convertidores de corriente a voltaje marca Ximimark, con rango de entrada de 0/4-20 mA y salidas de 0-3.3V 0-5V o 0-10V, su propósito es adaptar la señal

analógica proveniente de sensores como el de presión hidráulica o presión de aceite del motor, para que puedan ser procesadas correctamente por el LOGO.

En la parte inferior izquierda del tablero se instaló una fuente de alimentación marca VAYALT, con entrada de 100-240 VAC y salida de 24 VDC a 25A, la cual es fundamental para suministrar energía al sistema general.

Finalmente, en la parte inferior derecha se ubican las borneras que distribuyen las señales de entrada y salida de los sensores.

- Primer conjunto (2 bornes): alimentación general de sensores.
- Segundo conjunto (3 bornes): lectura del sensor de presión hidráulica, cuya señal pasa por el módulo convertidor y se dirige a la entrada I01 del LOGO.
- Tercer conjunto (3 bornes): lectura del sensor de presión de aceite del motor, con el mismo flujo de señal hacia la entrada I02 del LOGO.
- Cuarto conjunto (3 bornes): lectura del sensor de proximidad, el cual mide las RPM del motor y permite calcular las horas de funcionamiento, conectándose a la entrada I03 del LOGO.
- Quinto conjunto (2 bornes): lectura del sensor de temperatura, utilizado para monitorear las condiciones térmicas del motor, conectando su salida a la entrada I04 del LOGO.

Todas las conexiones internas se realizaron utilizando cable de control monopolar de cobre calibre #18AWG.

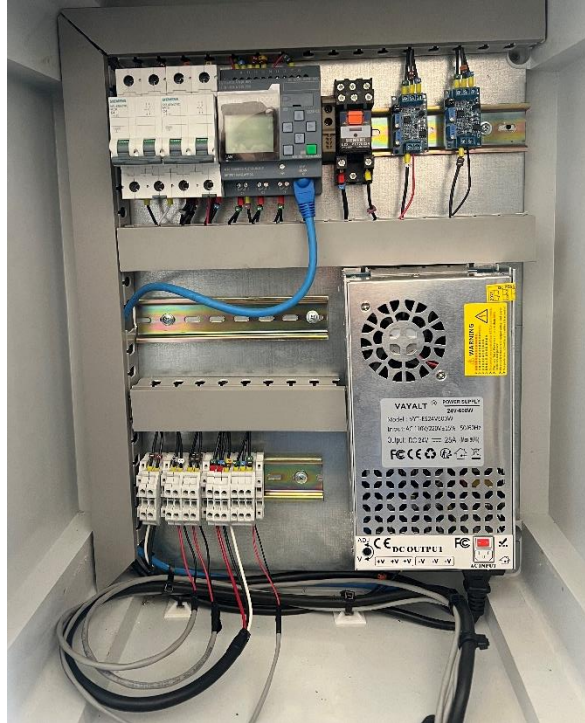


Ilustración 69. Distribución de componentes en tablero de control automatizado.

Fuente: Elaboración propia

3.1.2. *Instalación de los Sensores Para la Automatización*

El sistema de monitoreo del motor de la embarcación EL REY cuenta con una red de sensores estratégicamente distribuidos, diseñada para supervisar en tiempo real las variables críticas de operación.

Sensor de temperatura del motor: ubicado en la parte superior en el colector de admisión del enfriador, permite medir la temperatura del refrigerante y del bloque del motor.

Sensor de presión de aceite del motor: instalado en el costado del bloque, en el cilindro del cárter, permite monitorear la presión interna del lubricante.

Sensor de proximidad inductivo: montado en la parte frontal del motor, en la zona de las correas de distribución, permite medir las revoluciones por minuto (RPM), con el fin de determinar el total de horas de funcionamiento de este.

Sensor de presión del sistema hidráulico: ubicado en la tubería hidráulica del lado de estribor, permite medir la presión de trabajo del sistema de dirección.

3.1.3. *Instalación del Internet*

Starlink debe estar completamente libre de obstrucciones para un rendimiento óptimo. Incluso pequeñas obstrucciones en el campo de visión afectarán negativamente la calidad de la conexión, incluyendo interrupciones intermitentes, pérdida de paquetes o sesiones, y una reducción del ancho de banda promedio.

Cada antena debe tener una vista despejada del cielo desde una elevación aproximada de 20° (sobre el horizonte), con un azimuth (rotación) de 360°. Si existen obstrucciones en el campo de visión, se pueden usar varias antenas y equilibrar la carga con un enrutador externo. Sin embargo, cualquier antena con obstrucciones resultará en un rendimiento inferior al nominal (es decir, el ancho de banda). Es fundamental instalarla en un lugar con una vista despejada del cielo.

En el barco El Rey quedó instalada en el lado de estribor, sujeta por una base de acero inoxidable.



Ilustración 70. Instalación de la antena Starlink en la embarcación.

Fuente: Elaboración propia

3.2.Pruebas y Validación

En esta sección se ejecutaron pruebas unitarias orientadas a evaluar el desempeño de cada componente. Esta fase permitió identificar fallos de origen eléctrico, lógico o de configuración. Se registró la activación de módulos, la reacción de los sensores ante variaciones físicas simuladas y la emisión correcta de señales por parte del LOGO! Soft 8.4.

Además, se verificó la gestión de alarmas del sistema, cualquier anomalía que sea detectada se refleja en el Logo Web Editor, y debido a la actualización de LOGO! Soft 8.4, las alarmas son enviadas automáticamente a un correo electrónico previamente configurado. Esto permite un monitoreo remoto y oportuno de eventos críticos, asegurando la rápida reacción ante situaciones anómalas.

A continuación, se describen condiciones aplicadas en cada prueba.

3.2.1. Pruebas Unitarias: Verificación de Componentes Individuales

1. Cuando se encienda la fuente del tablero, se encenderá el LOGO, Para lo cual se creó una alarma con el siguiente mensaje “Equipo de monitoreo encendido”.

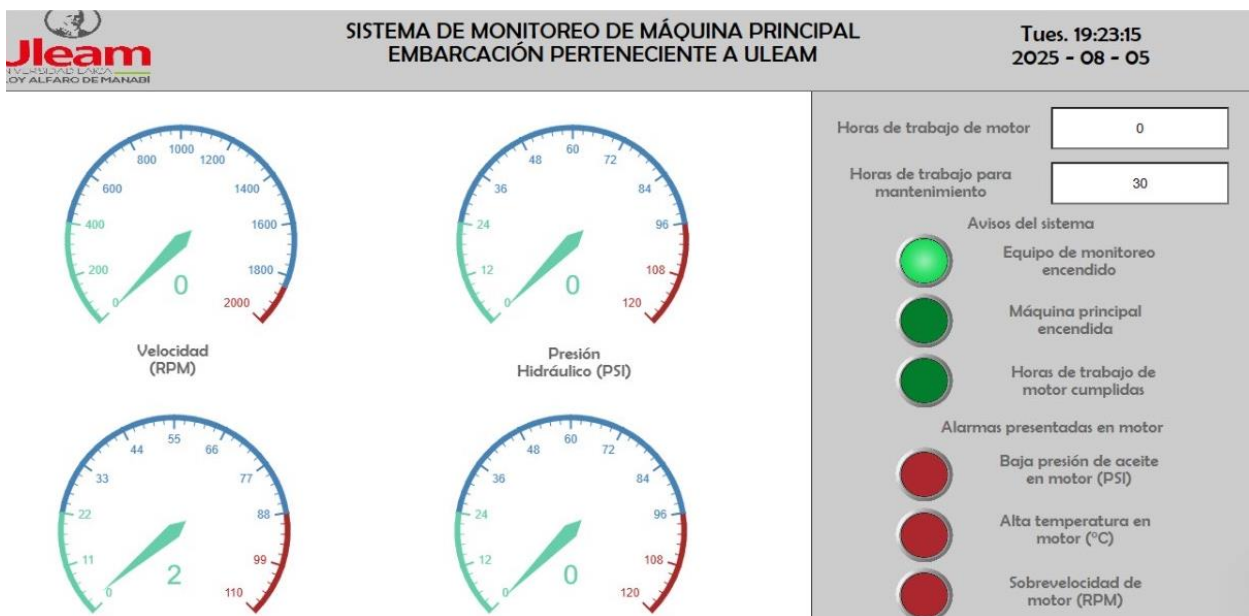


Ilustración 71. Equipo de monitoreo encendido
Fuente: Elaboración propia

2. Similar al punto anterior, cuando se encienda la máquina principal del barco se activará la alarma “Máquina principal encendida”, siempre y cuando el LOGO y la antena estén conectados. Se visualizan los datos que envía cada sensor con los valores correspondientes.

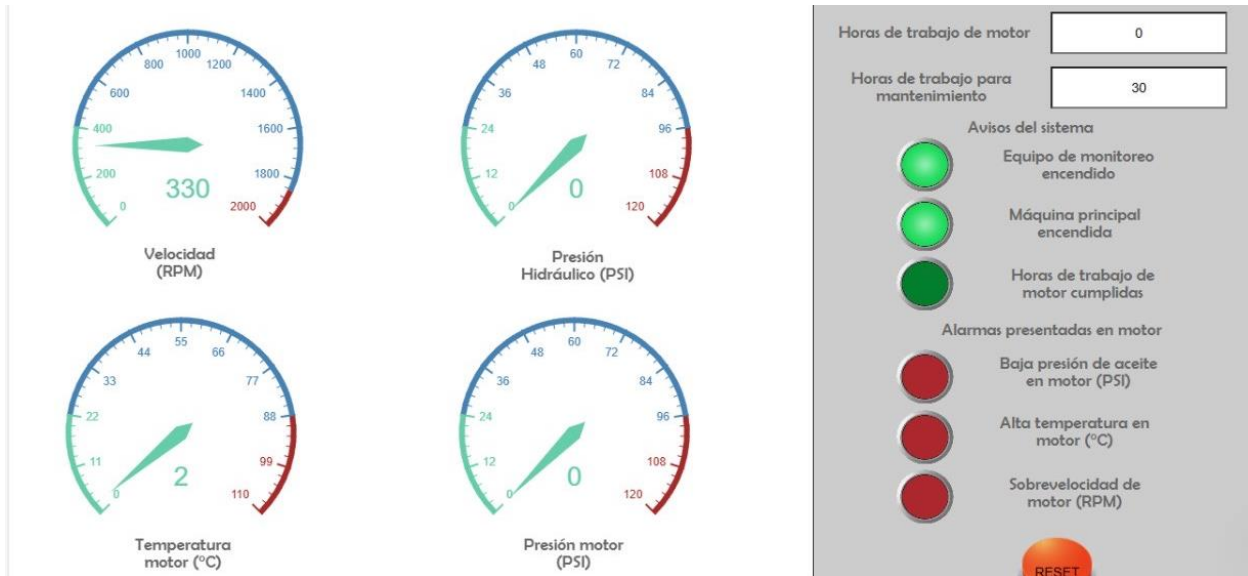


Ilustración 72. Visualización de datos
Fuente: Elaboración propia

Muy aparte de la visualización de alarmas en la página web, también serán enviadas a los correos que fueron registrados en el capítulo III.

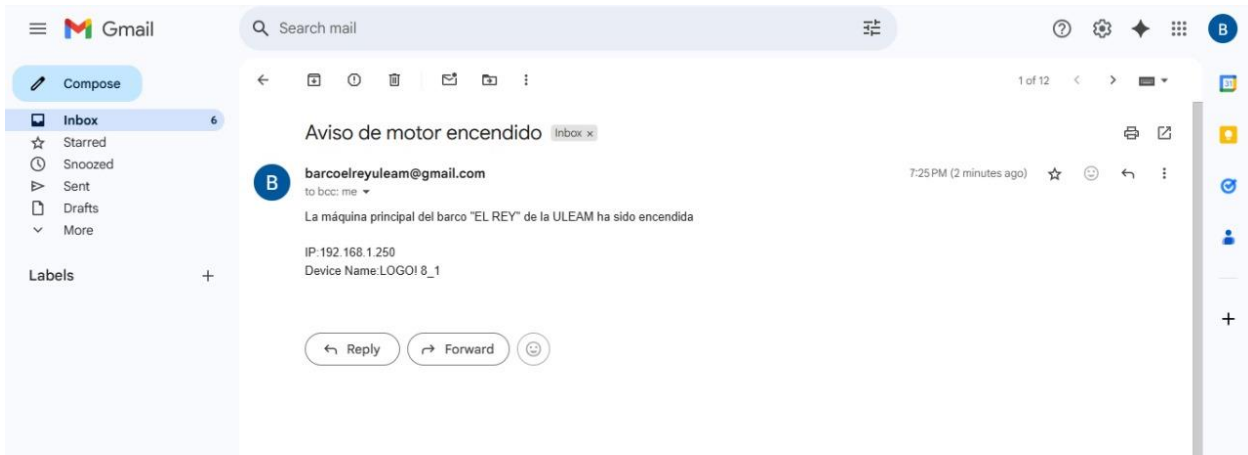


Ilustración 73. Correo de alarmas
Fuente: Elaboración propia

En este caso la alarma presentada “Stop-Run” o viceversa “Run-Stop” es debido a la intervención de la programación del LOGO! mientras estaba en funcionamiento. A pesar de que el equipo de LOGO está protegido mediante una clave, la alerta es importante ya que si alguna persona no autorizada intenta craquear el programa y eliminar la programación, nosotros de manera inmediata recibiremos este dato y buscaremos soluciones.

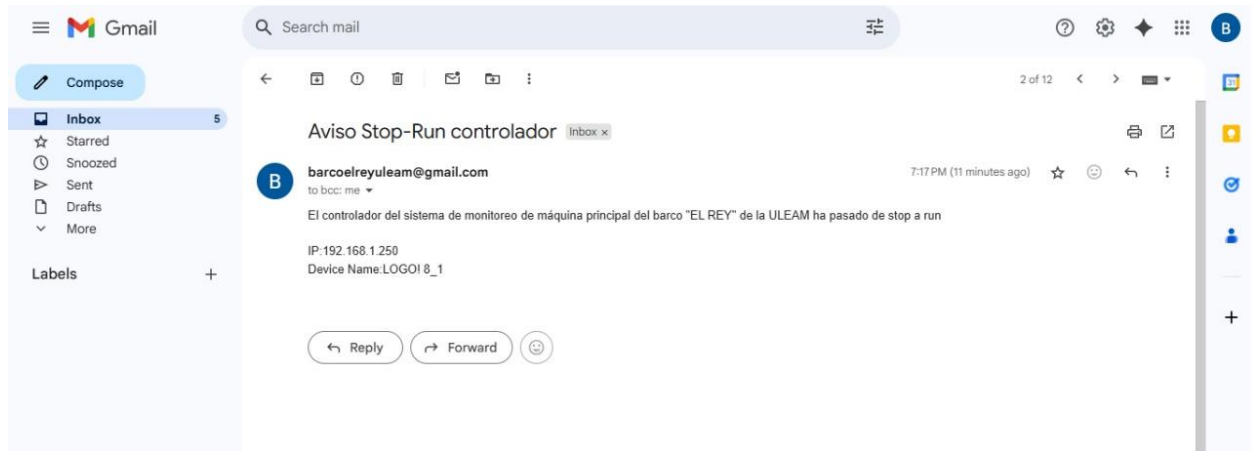


Ilustración 74. Aviso Stop-Run controlador
Fuente: Elaboración propia

Se verificó que se reciban los correos electrónicos de cada alarma configurada desde el LOGO! y almacenada en la nube.

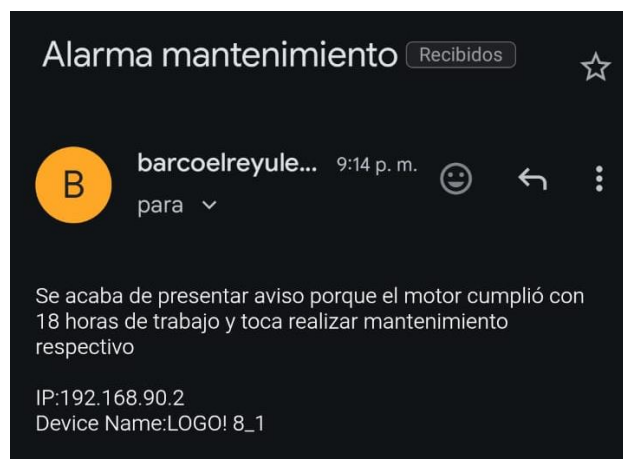


Ilustración 75. Alarma mantenimiento
Fuente: Elaboración propia

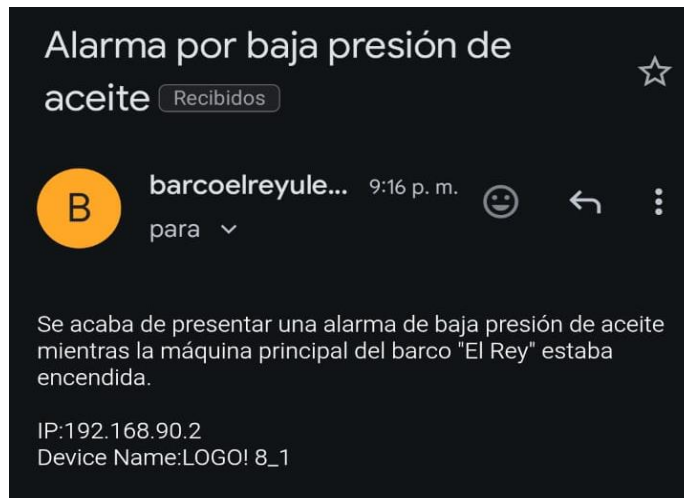


Ilustración 76. Alarma baja presión de aceite
Fuente: Elaboración propia

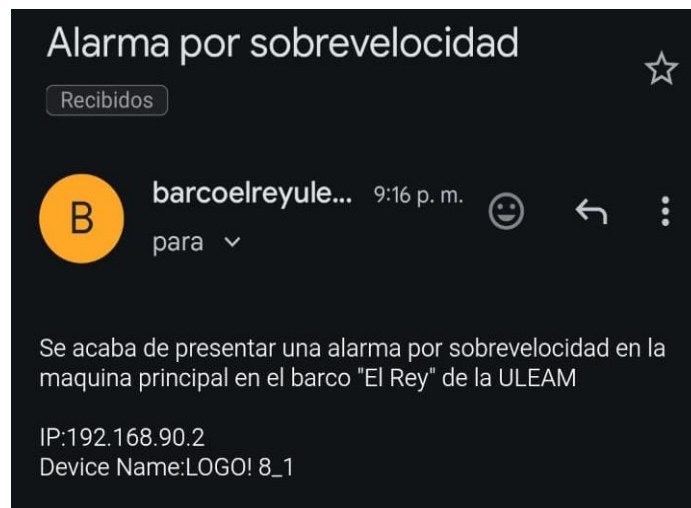


Ilustración 77. Alarma por sobre velocidad
Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

El presente proyecto representa un avance significativo en la implementación del sistema de monitoreo en tiempo real de los puntos críticos, de acuerdo con el código ISM, la regla 10 del mantenimiento del buque y equipo, apartado 10.3. Se identificaron como parte de sistemas críticos el sistema hidráulico y la máquina principal de la embarcación “El Rey”, dedicada a actividades de turismo e investigación marina.

La automatización del sistema se logró mediante la integración de sensores y el uso de tecnologías como Logo soft 8.4, diseñando una solución que combina eficiencia, flexibilidad y costo/beneficio. Este proyecto resulta especialmente relevante para velar por el seguimiento del monitoreo orientado a la protección de la tripulación.

Además, aporta una alternativa viable frente a los sistemas SCADA, que tienden a ser costosos y limitan el abordaje a ello. Paralelamente se accedió a un servidor en la nube como lo es Amazon Web Services, la cual permite acceder al almacenamiento a través de una conexión a internet. Esta arquitectura se complementó con el uso de Logo Web Editor para evidenciar el monitoreo en tiempo real, y con la conectividad satelital proporcionada por Starlink, que garantiza el acceso confiable.

- Se logró implementar sensores adecuados para el monitoreo de variables críticas en el sistema hidráulico y el motor principal, cumpliendo con los requisitos de precisión, robustez y compatibilidad con el logo soft 8.4.
- Se instaló una red de conectividad satelital mediante Starlink, la cual proporciona el acceso estable a internet en zonas marítimas. La antena utilizada cuenta con grado de protección IP56, lo que garantiza una alta resistencia frente a la entrada de polvo

y chorros de agua desde cualquier dirección, y cumpliendo con los requisitos para entornos expuestos a condiciones climáticas adversas y salinidad.

- Se programó la solución automatizada para la recolección y análisis de datos en tiempo real, utilizando Logo Soft Comfort y Logo Web Editor, aplicando el lenguaje de programación diagrama de bloques funcionales normado por la IEC 61131-3, garantizando una estructura estandarizada, clara y modular en el desarrollo de sistemas de control industrial, facilitando la interpretación.
- Se diseñó el esquema electrónico que integra sensores, fuente de alimentación, convertidores de señal y almacenamiento local cumpliendo con las especificaciones.
- Se realizaron pruebas de funcionamiento las cuales se pudo verificar la correcta instalación, respuesta de los sensores, así como la comunicación entre el Logo Soft 8.4, sistema de visualización y el servidor en la nube. Los resultados confirmaron que el sistema cumple con los parámetros de rendimiento esperados.

RECOMENDACIONES

El proyecto queda finalizado técnicamente y no se autoriza ninguna intervención adicional, ya que la programación realizada en Logo Soft Comfort 8.4 ha sido protegida mediante una contraseña. Esto garantiza la integridad del sistema y evita modificaciones no autorizadas, asegurando estabilidad operativa.

Es ideal establecer un protocolo de verificación periódica de los sensores instalados, especialmente en aquellos expuestos a condiciones de vibración, para asegurar la precisión de las mediciones. Realizar pruebas adicionales durante las labores y en diferentes condiciones climáticas, para verificar el rendimiento, la estabilidad de la conexión satelital y la fiabilidad de los datos.

Como una línea de implantación futura, se propone evaluar el uso de un relé adicional para un sistema de alarma básico, compuesto por una bocina o una luz de señalización, que pueda ser activado mediante el equipo ya mencionado.

Adicionalmente, se recomienda realizar un mantenimiento tipo overhaul a la máquina principal, debido a que durante la instalación del sensor de temperatura se evidenció una corrosión intensificada en ella, en fin, de restablecer sus condiciones óptimas de operación.

RECURSOS

Recursos humanos

Tabla 11. Detalle de los recursos humanos y su aporte en el desarrollo en el proyecto.

Nombre		Función o cargo	Aporte al proyecto
Ing. Jonathan Israel García Mejía		Docente de la carrera de Ingeniería Marítima	Tutor del proyecto
Ing. Milton Enrique Moreano Alvarado		Docente de la carrera de Ingeniería Eléctrica	Asesor del proyecto

Chica Muñoz Solange Yumay	Estudiante de la carrera de Ingeniería Marítima	Autor del proyecto
Moreira Huerta Ambar Melissa	Estudiante de la carrera de Ingeniería Marítima	Autor del proyecto

Recursos institucionales

Tabla 12. Detalle de los recursos institucionales y lugar de origen

Equipo/laboratorio/software (otros)	Área	Facultad
Embarcación “El Rey”	Sala de máquinas	Ciencias de la Vida y Tecnologías

BIBLIOGRAFÍAS

- Hamilton Process Analytics. (2 de Noviembre de 2023). *Cuáles son los fundamentos de las señales de sensores analógicos y digitales*. Obtenido de AZoSensors: <https://www.azosensors.com/article.aspx?ArticleID=2929>
- Alvarado, S. (25 de Noviembre de 2023). *Inteligencia artificial es un arma de doble filo*. Obtenido de Periódico Zócalo | Noticias de Saltillo, Torreón, Piedras Negras, Monclova, Acuña: <https://www.zocalo.com.mx/inteligencia-artificial-un-arma-de-doble-filo/>
- Amazon Web Services. (2023). *Explicación del servidor SMTP*. Obtenido de Amazon Web Services, Inc.: <http://aws.amazon.com/es/what-is/smtp/>
- Área de Ingeniería de Sistemas y Automática. (s.f). *IEC 61131-3: un recurso de programación*. Obtenido de Universidad de Oviedo: https://plcopen.org/sites/default/files/downloads/intro_iec_61131_3_spanish.pdf
- Areatecnologia. (s.f.). *Lenguaje de Contactos*. Obtenido de Areatecnologia.com: <https://areatecnologia.com/electricidad/lenguaje-de-contactos.html>

- Aula21. (12 de Octubre de 2020). *Cómo funciona un motor eléctrico: tipos y partes*. Obtenido de aula21 | Formación para la Industria: <https://www.cursosaula21.com/como-funciona-un-motor-electrico/>
- Baumer. (2025). *Funcionamiento de sensores inductivos*. Obtenido de Baumer.com: https://www.baumer.com/int/es/service-support/funcionamiento/funcionamiento-y-tecnologia-de-sensores-inductivos/a/Know-how_Function_Inductive-sensors
- Bucheli, J., & Velásquez, L. (Abril de 2014). *Diseño e implementación de un módulo didáctico con sistema hmi para el análisis y estudio de sensores y transductores de proximidad analógicos por medio de la tarjeta de adquisición de datos daq ni y controlada por el software labview*. Obtenido de Universidad Politécnica Salesiana de sede Quito: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6334/6/UPS%20-%20ST001076.pdf>
- Cama, E. (7 de Marzo de 2025). *Módulos de Expansión para PLC: Mejora tu Sistema*. Obtenido de Suministrosparalaindustria.com: <https://suministrosparalaindustria.com/modulos-de-expansion-para-plc/>
- Daniel Nautical Solutions. (20 de Diciembre de 2024). *Instalaciones Eléctricas en Embarcaciones*. Obtenido de Daniel Nautical Solutions: <https://www.dnauticalsolutions.com/instalaciones-electricas-en-embarcaciones/#:~:text=Las%20instalaciones%20el%C3%A9ctricas%20en%20embarcaciones,hasta%20grandes%20yates%20o%20buques>
- Dirección General de la Marina Mercante. (30 de Noviembre de 2021). *SOLAS*. Obtenido de [https://cdn.mitma.gob.es/portal-web-drupal/marima_mercante/normativa-maritima/convenios/1_solas_consolidado_2020_\(v.2021\).pdf](https://cdn.mitma.gob.es/portal-web-drupal/marima_mercante/normativa-maritima/convenios/1_solas_consolidado_2020_(v.2021).pdf)

Doria, S. (28 de Octubre de 2020). *Cómo funciona un transmisor de presión*. Obtenido de Blog de WIKI: <https://blog.wika.com/es/productos/como-funciona-un-transmisor-de-presion/>

Dovico, A. (Junio de 2021). *Robótica en la industria 4.0*. Obtenido de Aadeca Revista : https://www.editores-srl.com.ar/sites/default/files/alejandro_dovico_20210628_robotica_en_la_industria_40.pdf

Durlik , I., Miller, T., Cembrowska-Lech, D., Krzemińska, A., Złoczowska, E., & Nowak , A. (28 de Agosto de 2023). Navigating the Sea of Data: A Comprehensive Review on Data Analysis in Maritime IoT Applications. *Applied Sciences*, 5. Obtenido de Applied Sciences: <https://www.mdpi.com/2076-3417/13/17/9742>

Enterprise Big Data Framework. (18 de Febrero de 2025). *The Role of Artificial Intelligence (AI) in Big Data Analytics* . Obtenido de Enterprise Big Data Framework: <https://www.bigdataframework.org/knowledge/the-role-of-artificial-intelligence-ai-in-big-data-analytics/>

Feijoo, B. (2021). *Sistema de empaquetado automático de accesorios para riego*. Obtenido de Escuela Superior Politécnica del Litoral: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/56317/1/T-112660%20FEIJOO%20AGUILAR.pdf>

Ferretrónica. (2023). *Modulo Conversor de Corriente a Voltaje 0~20mA a 0V~10V*. Obtenido de Ferretrónica: <https://ferretronica.com/products/modulo-conversor-de-corriente-a-voltaje-0-20ma-a-0v-10v>

Flores, J. (2 de Septiembre de 2019). *Qué es Raspberry Pi*. Obtenido de OpenWebinars.net: <https://openwebinars.net/blog/que-es-raspberry-pi/>

Flores, R., Tamayo, Y., & Trujillo, D. (27 de Mayo de 2024). *Incidencia de la tecnología en impresión 3D en la industria 4.0*. Obtenido de Polo del Conocimiento: <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/7440/pdf>

GeeksforGeeks. (Septiembre de 2023). *Architecture of Raspberry Pi*. Obtenido de GeeksforGeeks: https://www.geeksforgeeks.org/computer-organization-architecture/architecture-of-raspberry-pi/?utm_source

Google Cloud. (2025). *Qué es la inteligencia artificial o IA*. Obtenido de Google Cloud: <https://cloud.google.com/learn/what-is-artificial-intelligence?hl=es-419>

Ingeniería y tecnología . (19 de Diciembre de 2023). *El cloud computing en la industria 4.0*. Obtenido de Unir: <https://www.unir.net/revista/ingenieria/cloud-computing-industria-4-0/>

Ingeniero Marino. (19 de Marzo de 2021). *Introducción al Circuito de Lubricación. MCIA (1ª Parte)*. Obtenido de Ingeniero Marino: <https://ingenieromarino.com/introduccion-al-circuito-de-lubricacion/>

Ipema. (s.f.). *LOGO AM2 12/24V, 2AI 6ED1055-1MA00-0BA2*. Obtenido de Solucionesyservicios.biz: https://www.solucionesyservicios.biz/6ED1055-1MA00-0BA2?srsltid=AfmBOoqo_DqfMjeIPAJcgik3ZOqenMfITHSRg5gurxvorqGqxvidyh-K

ISO. (2022). *ISO/IEC 27001*. Obtenido de <https://www.iso.org/es/contents/data/standard/08/28/82875.html#amendment>

Josepena. (5 de Julio de 2024). *Introducción a ESP32 - MCI Educación*. Obtenido de MCI Educación: <https://cursos.mcielectronics.cl/2024/07/05/introduccion-a-esp32/>

Molina, D., Quesada, A., Flebes, Y., & Ramos, L. (Agosto de 2017). *La simulación en el diseño de los sistemas hidráulicos navales*. Obtenido de Ingeniería Hidráulica y Ambiental: <http://scielo.sld.cu/pdf/riha/v38n2/riha03217.pdf>

Molinari, N. (Julio de 2004). *Controladores lógicos programables -PLC*. Obtenido de INET /
 Fluídica y controladores lógicos programables:
<http://bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL007459.pdf>

Mucci, T., & Stryker, C. (5 de Abril de 2024). *Qué es el análisis de big data*. Obtenido de Ibm.com:
<https://www.ibm.com/es-es/think/topics/big-data-analytics>

Nautica profesional. (18 de Noviembre de 2024). *Starlink para barcos conexión náutica avanzada*
 . Obtenido de Nautica profesional: <https://nauticaprofesional.com/starlink-para-barcos/>

Nautica profesional. (15 de Febrero de 2025). *Sistema de refrigeración de un barco*. Obtenido de
 Nautica profesional: <https://nauticaprofesional.com/sistema-de-refrigeracion-de-un-barco>

Nautilus Shipping. (6 de Junio de 2022). *Deciphering the 12 Parts: Anatomy of a Marine Engine*.
 Obtenido de Nautilusshipping.com: <https://www.nautilusshipping.com/news-and-insights/marine-engine-parts>

OMI. (5 de Julio de 2017). *DIRECTRICES SOBRE LA GESTIÓN DE LOS RIESGOS CIBERNÉTICOS MARÍTIMOS* . Obtenido de
[https://wwwcdn.imo.org/localresources/es/OurWork/Security/Documents/MSC-FAL.1-Circ.3%20-%20Directrices%20Sobre%20La%20Gesti%C3%B3n%20De%20Los%20Riesgos%20Cibern%C3%A9ticos%20Mar%C3%ADtimos%20\(Secretar%C3%ADa\)%20\(1\).pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/es/OurWork/Security/Documents/MSC-FAL.1-Circ.3%20-%20Directrices%20Sobre%20La%20Gesti%C3%B3n%20De%20Los%20Riesgos%20Cibern%C3%A9ticos%20Mar%C3%ADtimos%20(Secretar%C3%ADa)%20(1).pdf)

Organización Marítima Internacional. (1993, modificado en 2000). *Código internacional de gestión de la seguridad operacional del buque y para la prevención de la contaminación (Código ISM)*. Obtenido de Ministerio de Obras Públicas de Ecuador:
https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/02/LOTAIP_1_codigo-ism.pdf

Ortiz, J., Valencia, F., Bosmediano, C., Bastidas, A., Aguirre, V., & Jácome, P. (Febrero de 2025).

ESP32: Manual básico para estudiantes. Obtenido de Alumni Editora:

<https://doi.org/10.70625/alumned/9>

Perera, A. (14 de Octubre de 2021). *Lenguajes de programación de PLC*. Obtenido de

AutomatismosMundo: <https://automatismosmundo.com/los-lenguajes-de-programacion-de-plc/>

RAMOS, N. U. (2022). *BIG DATA, EL NUEVO ADN DE LAS ORGANIZACIONES*. Obtenido de

<https://repository.unimilitar.edu.co/server/api/core/bitstreams/c278fc9e-48b1-4f53-9887-d94a024a609d/content>

Ramos.Mtr., P. (7 de Mayo de 2024). *ULEAM*. Obtenido de [https://www.ulead.edu.ec/el-barco-](https://www.ulead.edu.ec/el-barco-uleam-incorpora-al-mar-como-nuevo-espacio-de-aprendizaje/)

[uleam-incorpora-al-mar-como-nuevo-espacio-de-aprendizaje/](https://www.ulead.edu.ec/el-barco-uleam-incorpora-al-mar-como-nuevo-espacio-de-aprendizaje/)

Rechner Sensors. (2019). *El sensor de temperatura*. Obtenido de Rechner Sensors:

<https://www.rechner-sensors.com/es/documentacion/knowledge/el-sensor-de-temperatura>

Redes de Telecomunicaciones y Seguridad de la Información. (2014). *La Internet de las Cosas no*

necesitará enchufes. Obtenido de

<https://resdesycomunicaciones2.blogspot.com/2014/12/la-internet-de-las-cosas-no-necesitara.html>

Redes de Telecomunicaciones y Seguridad de la Información. (2015). *La Internet de las cosas no*

necesitará enchufes. Obtenido de Blogspot.com:

<https://resdesycomunicaciones2.blogspot.com/2014/12/la-internet-de-las-cosas-no-necesitara.html>

Rodríguez González, M. (Julio de 2018). *Sistema de Gobierno de Buque*. Obtenido de Universidad

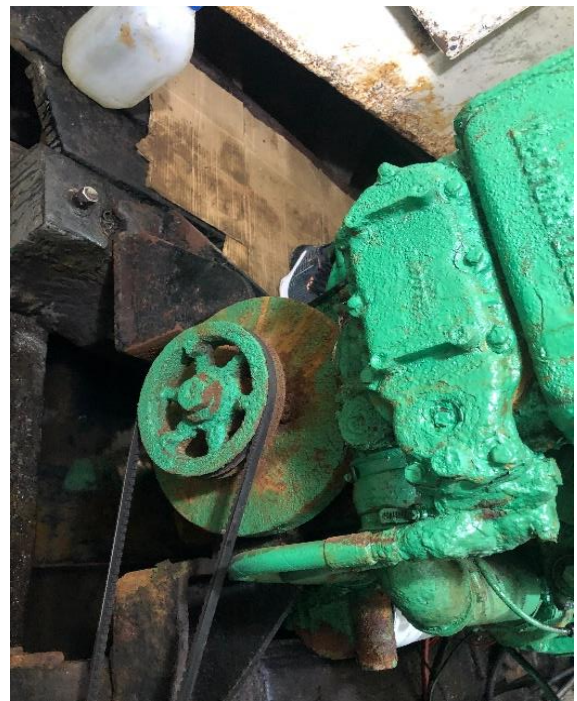
de la Laguna:

- <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/9589/Sistemas%20de%20gobierno.%20Diseno%20de%20un%20autopiloto%20para%20una%20embarcacion%20de%20pequena%20Oeslora.Maricha.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rojas, W. (11 de Abril de 2021). *Qué es y como funciona el internet satelital*. Obtenido de Globaltecnoly: <https://globaltecnoly.com/sin-categoria/que-es-y-como-funciona-el-internet-satelital/>
- Sánchez., C. (Julio de 2020). *Sistema de Gobierno en un buque Fast- Ferries y Ferries*. Obtenido de Universidad de la Laguna : <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/20837/Sistemas%20de%20Gobierno%20en%20los%20Buques%20Fast-ferries%20y%20Ferries..pdf>
- Sanchis, R., Romero, J., & Ariño, C. (2010). *Automatización industrial*. Obtenido de Universitat Jaume. I: <https://core.ac.uk/download/pdf/61392918.pdf>
- Schneider-electric. (2019). *Guía de programación*. Obtenido de Schneider-electric.com: https://product-help.schneider-electric.com/Machine%20Expert/V1.1/es/SoMProg/index.htm#t=SoMProg%2FFBD_LD_IL_Editor%2FFBD_LD_IL_Editor-6.htm
- Smitten, K. (14 de Mayo de 2024). *WiFi a bordo: tu guía de Internet en el mar*. Obtenido de Yachtworld.es: <https://www.yachtworld.es/research/wifi-a-bordo-tu-guia-de-internet-en-el-mar/>
- Stryker, C., & Kavlakoglu, E. (9 de Agosto de 2024). *Inteligencia artificial*. Obtenido de Ibm.com: <https://www.ibm.com/es-es/think/topics/artificial-intelligence>
- Tovar, J. (2024). *Repotenciación de un módulo interactivo a través de Arduino con comunicación de radioenlace a IoT y Node-RED para integración a Django en la visualización y*

- almacenamiento de datos (SQL Server)*. Obtenido de Universidad Politécnica Salesiana:
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/28131/1/UPS-GT005512.pdf>
- Twin Disc. (27 de Abril de 2023). *Híbrido serie en el agua* . Obtenido de Twin Disc:
<https://twindisc.com/es/categoria-del-sistema/hibrido-en-serie-sobre-agua/>
- Twin Disc. (27 de Abril de 2024). *Híbrido paralelo en el agua* . Obtenido de Twin Disc:
<https://twindisc.com/es/categoria-del-sistema/hibrido-paralelo-sobre-agua/>
- Tymoteusz, M., Irmina, D., Danuta, C.-L., Krzemińska, A., Złoczowska, E., & Nowak, A. (2023). Navigating the Sea of Data: A Comprehensive Review on Data Analysis in Maritime IoT Applications. *Applied Sciences*, 13(17), 9742. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2076-3417/13/17/9742>
- Usberto, M. (2025). Ciberseguridad en la Industria 4.0: Desafíos y estrategias para un entorno industrial resiliente. *Revista Ciberseguridad*, párr.3.
- Winters , R. (2025). *Raspberry PI 3 Pinout | Top Brands*. Obtenido de Jameco Electronics:
https://www.jameco.com/Jameco/workshop/CircuitNotes/raspberry-pi-circuit-note.html?utm_source
- Yáñez Vallverdú, A. (11 de Octubre de 2016). *Volumen I "Simulación CFD sistema de combustible*. Obtenido de Universitat Politècnica de Catalunya:
<https://upcommons.upc.edu/server/api/core/bitstreams/af001ee5-96fe-4746-aa4a-1194b19deaec/content>
- Yuridia. (25 de Junio de 2021). *Sensores*. Obtenido de SDI Industrial:
<https://sdindustrial.com.mx/blog/sensores/#Capacitivos>

ANEXOS

Anexo A: Inspección de la embarcación



7/10/24 5:50 PM



Matrícula de Nave

Certificado No. CAPITAN MANTA-13-KS-024



ARMADA DEL ECUADOR



República del Ecuador MATRÍCULA DE NAVE Port Registry Certificate

Expedido en virtud de las disposiciones del Código de Policía Marítima, Sección III, Título IV, Art. 123 con la Autoridad conferida por el Gobierno de Ecuador
Issued under the provisions of the Maritime Police Code, Section III, Title IV, Art. 123 under the Authority of the Government of Ecuador

El presente Certificado, deberá renovarse ANUALMENTE o solicitar su renovación cuando la nave sea modificada en cualquiera de sus datos de registros o características y solicitar la cancelación en caso de BAJA de la nave.
This Certificate, shall be renewed ANNUALLY when the ship is modified in any of its record data or characteristics and it shall be cancelled when the ship record terminates.

Por: CAPITANÍA DE MANTA

By: (Persona u organización autorizada) (Authorized person or organization)

1. Datos de la Nave / Particulars of Ship

Nombre Name			Matrícula No. Port Registry Number	OMI IMO	Puerto de Registro Port of Register
EL REY			P-04-00538	---	MANTA
Eslera Total Loa (mts)	Eslera Convenio Length (mts)	Manga Breadth (mts)	Puntal Depth (mts)	Calado Draught (mts)	Tonelaje Bruto GT
18.24	18.24	5.52	2.52	2.14	47.50 TM
Fecha Construcción Date Built		Fecha de Registro Date of Register		Tipo de Casco Hull Type	Propulsión
09-04-1996		03-03-2005		MADERA	MECANICA

Datos relativos al Propietario / Particulars of Ship Owner

Razón Social Trade Name	LOPEZ MERO JHON ENRIQUE	Identificación Identification	1305453795001
Dirección Address	CONDOMINIO TERRAZAS DEL CONDE VILLA 5	Teléfono Phone Number	---
Email	dolores72@yahoo.es	Celular Mobile Number	0999891195

Avalúo y Clasificación / Value and Classification

Avalúo / Value		Fecha Avalúo / Value Date	
\$ 32,691.75 USD		04-08-2009	
Servicio	Tipo Nave		Uso
Pesca	Barco pesquero		PRIVADO

Capacidad de Combustibles / Fuel Capacity

Tipo de Combustible	Capacidad Almacenamiento para Consumo Propio	Capacidad Almacenamiento para Transporte	Razón de Consumo diario
DIESEL OIL	2300 GAL	---	215 GAL

El presente certificado es válido hasta:
This Certificate is valid until:

31-12-2024

Expedido en: MANTA
Issue at:

el: 10-07-2024
on:



OLUACO

Formato No. SUBMAR-01 A Rev.0 Vigencia 01/07/07

Jorge LOPEZ Lara
CAPITAN DE FRAGATA - EM
CAPITAN DEL PUERTO DE MANTA

Página 1 de 2

websigmap.dirnea.org/sigmap/registro_naves/reportes/jmatricula_v3.jsp?id_nave=636

Nº 02718382

5. Máquinas Principales y Auxiliares / Main and Auxiliar Engines

Tipo / Type	Marca / Trade Mark	Modelo - Serie / Model - Serie	Potencia / Power		Troquelado / Punching
PRINCIPAL	GENERAL MOTORS	6-71L / 6-71L	180 HP	134 KW	

6. Propietarios Adicionales / Additional Ship Owners

No tiene mas propietarios.

7. Historia de la Nave / History Of Ship

Año Year	Nombre Name	Propietario Ship Owner	Puerto de Registro Port of Registry	Pabellón Flag State
Información no disponible.				

Información no disponible.

8. Nombres Anteriores de la Nave / Previous Names Of Ship

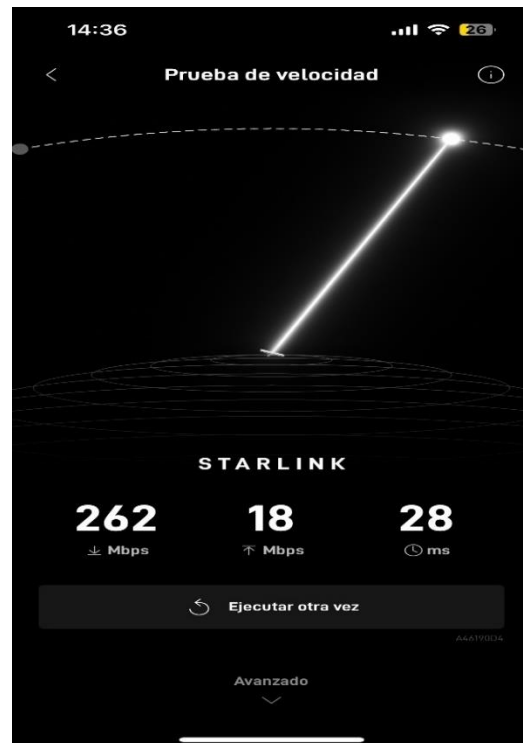
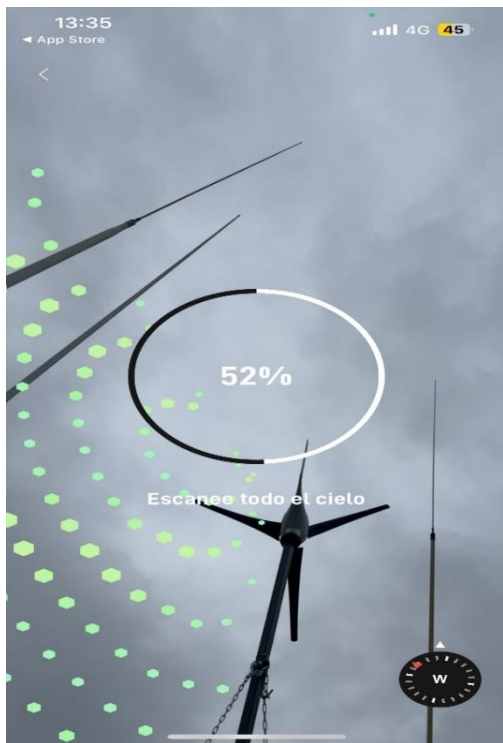
Nombre Anterior Last Name	Fecha Inicio Start Date	Fecha Fin End Date	Nombre Actualizado Updated Name
REY DAVID II	03 March 2005	No existe fecha registrada	EL REY

Anexo B: Armado del tablero de control

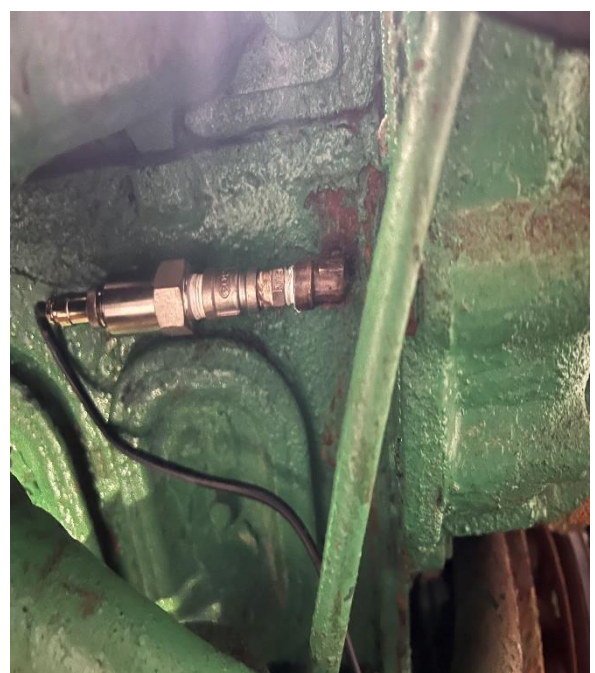
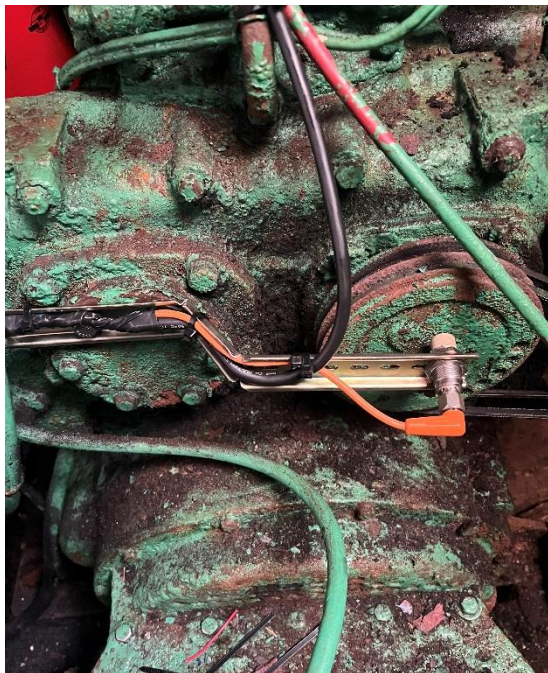
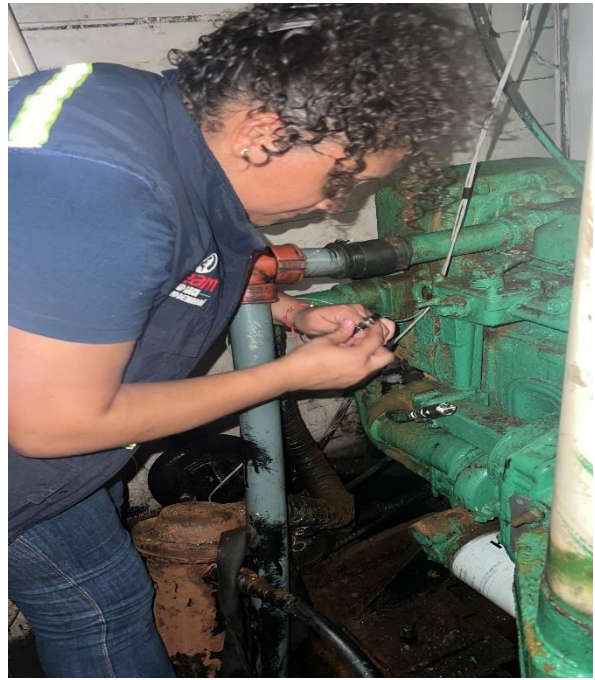


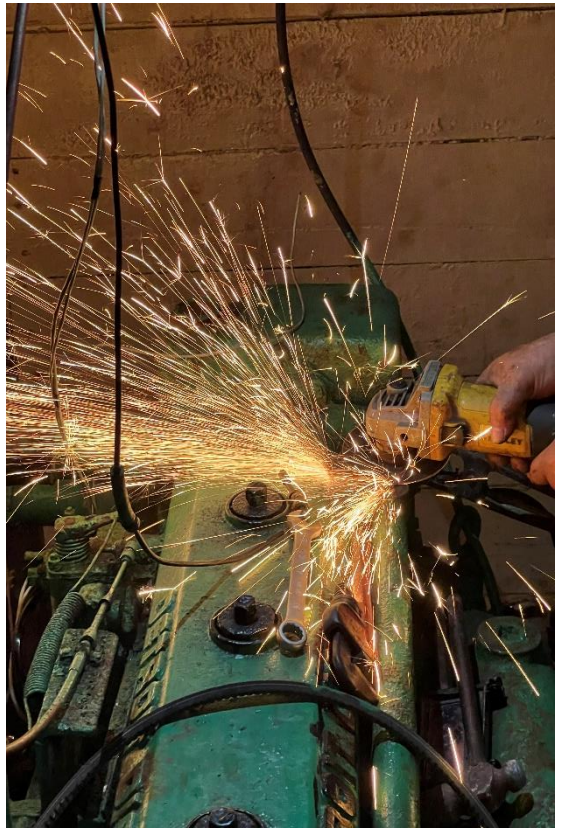
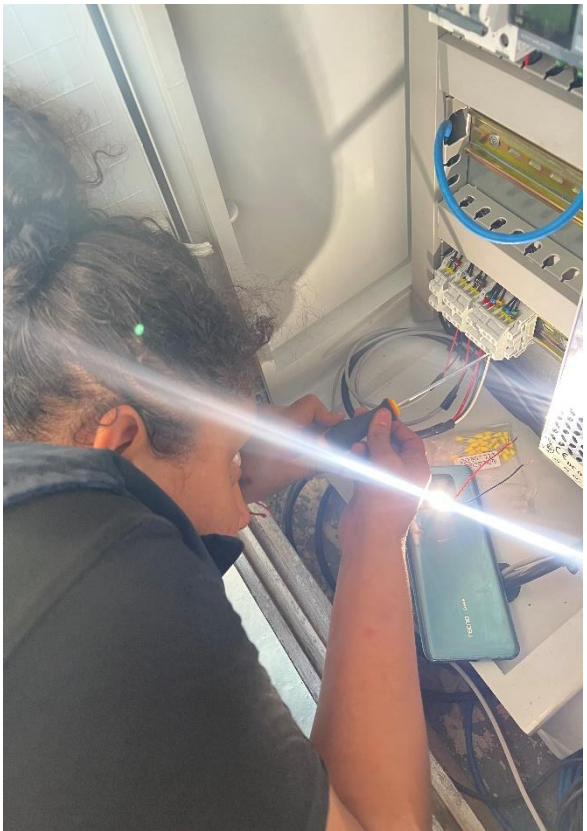
Anexo C: Instalación y pruebas de la antena Starlink.

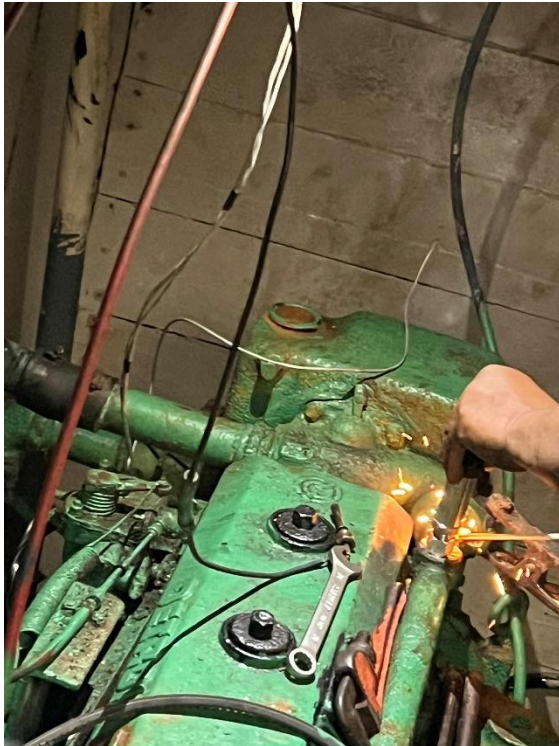




Anexo D: Instalaciones de sensores.







Anexo E: Foro de Siemens

```
Archivo  Editar  Ver  H1  B  I  ⇄  🔍

{
  "Version": "2012-10-17",
  "Statement": [
    {
      "Effect": "Allow",
      "Action": [
        "elasticbeanstalk:*",
        "ec2:*",
        "ecs:*",
        "ecr:*",
        "elasticloadbalancing:*",
        "autoscaling:*",
        "cloudwatch:*",
        "s3:*",
        "sns:*",
        "cloudformation:*",
        "dynamodb:*",
        "rds:*",
        "sqs:*",
        "logs:*",
        "iam:GetPolicyVersion",
        "iam:GetRole",
        "iam:PassRole",
        "iam:ListRolePolicies",
        "iam:ListAttachedRolePolicies",
        "iam:ListInstanceProfiles",
        "iam:ListRoles",
        "iam:ListServerCertificates",
        "acm:DescribeCertificate",
        "acm:ListCertificates",
        "codebuild:CreateProject",
        "codebuild>DeleteProject",
        "codebuild:BatchGetBuilds",
        "codebuild:StartBuild"
      ]
    }
  ]
}
```

Ln 10, Col 9 1.985 caracteres. Texto sin formato 100% Unix (LF) UTF-8

```
Archivo  Editar  Ver  H1  B  I  ↺  ↻
"codebuild:StartBuild"
],
"Resource": "*"
},
{
"Effect": "Allow",
"Action": [
"iam:AddRoleToInstanceProfile",
"iam:CreateInstanceProfile",
"iam:CreateRole"
],
"Resource": [
"arn:aws:iam::*:role/aws-elasticbeanstalk*",
"arn:aws:iam::*:instance-profile/aws-elasticbeanstalk*"
]
},
{
"Effect": "Allow",
"Action": [
"iam:CreateServiceLinkedRole"
],
"Resource": [
"arn:aws:iam::*:role/aws-service-role/autoscaling.amazonaws.com/AWSServiceRoleForAutoScaling*"
],
"Condition": {
"StringLike": {
"iam:AWSServiceName": "autoscaling.amazonaws.com"
}
}
},
{
"Effect": "Allow",
"Action": [
"iam:CreateServiceLinkedRole"
],

```

Ln 10, Col 9 1.985 caracteres. Texto sin formato 100% Unix (LF) UTF-8

```
Archivo  Editar  Ver  H1  B  I  ↺  ↻
],
"Resource": [
"arn:aws:iam::*:role/aws-service-role/elasticbeanstalk.amazonaws.com/AWSServiceRoleForElasticBeanstalk*"
],
"Condition": {
"StringLike": {
"iam:AWSServiceName": "elasticbeanstalk.amazonaws.com"
}
}
},
{
"Effect": "Allow",
"Action": [
"iam:CreateServiceLinkedRole"
],
"Resource": [
"arn:aws:iam::*:role/aws-service-role/elasticloadbalancing.amazonaws.com/AWSServiceRoleForElasticLoadBalancing*"
],
"Condition": {
"StringLike": {
"iam:AWSServiceName": "elasticloadbalancing.amazonaws.com"
}
}
},
{
"Effect": "Allow",
"Action": [
"iam:AttachRolePolicy"
],
"Resource": "arn:aws:iam::*:role/aws-elasticbeanstalk*",
"Condition": {
"StringLike": {
"iam:PolicyArn": [
"arn:aws:iam:aws:policy/AWSElasticBeanstalk*",
"arn:aws:iam:aws:policy/service-role/AWSElasticBeanstalk*"
]
}
}

```

Ln 20, Col 10 1.985 caracteres. Texto sin formato 100% Unix (LF) UTF-8

Anexo F: Programación del LOGO Soft Comfort

