

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

**FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA Y
TECNOLOGÍAS**

INGENIERÍA EN SISTEMAS



TÍTULO

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO
DIDÁCTICO DE INSTRUMENTACIÓN CON INTEGRACIÓN
A UN SERVIDOR WEB NODE-RED MEDIANTE MINI PLC
LOGO, PARA EL LABORATORIO DE ELECTRÓNICA Y
DIGITALES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA
Y TECNOLOGÍAS**

AUTORES

**DELGADO HOLGUIN KEVIN JOEL
MERO ROMERO MELANIE DAYANA**

TUTOR

ING. MIKE MACHUCA, MG

MANTA – ECUADOR

2024

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad ciencias de la vida y tecnologías de la carrera de ingeniería en sistemas de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido y revisado el trabajo de investigación, bajo la autoría de la estudiante Kevin Joel Delgado Holguín, legalmente matriculado/a en la carrera de ingeniería en sistemas, período académico 2024(1)-2024(2), cumpliendo el total de 400 horas, bajo la opción de titulación de proyecto integrador, cuyo tema del proyecto es "Diseño e implementación de un módulo didáctico de instrumentación con integración a un servidor web Node-red mediante mini PLC logo, para el laboratorio de electrónica y digitales de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías".

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, 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, 17 de enero de 2025.

Lo certifico,

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized loop on the right side and several horizontal strokes on the left side.

Ing. Mike Machuca, Mg
Docente Tutor

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Título Proyecto Integrador

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO DE INSTRUMENTACIÓN CON INTEGRACIÓN A UN SERVIDOR WEB NODE-RED MEDIANTE MINI PLC LOGO, PARA EL LABORATORIO DE ELECTRÓNICA Y DIGITALES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍAS

TRIBUNAL EXAMINADOR QUE DECLARA APROBADO EL GRADO DE INGENIERA EN SISTEMA DE:

Delgado Holguín Kevin Joel
Mero Romero Melanie Dayana


TRIBUNAL 1

A.S. Oscar González López, Mg.



TRIBUNAL 2

Ing. Henry Mero Briones, Mg.



PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Lcda. Dolores Muñoz Verduga, PhD.



Manta, 13 de febrero del 2025.

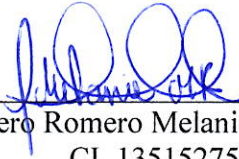
DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Delgado Holguín Kevin Joel con cédula de ciudadanía 1313516831 y Mero Romero Melanie Dayana con cédula de ciudadanía 1351527526; en calidad de autores del trabajo de titulación **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO DE INSTRUMENTACIÓN CON INTEGRACIÓN A UN SERVIDOR WEB NODE-RED MEDIANTE MINI PLC LOGO, PARA EL LABORATORIO DE ELECTRÓNICA Y DIGITALES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍAS”**, autorizamos a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), hacer uso total o parcial de este trabajo de titulación del que somos responsables, con fines estrictamente académicos o investigativos.

Lo declara,



Delgado Holguín Kevin Joel
CI. 1313516831



Mero Romero Melanie Dayana
CI. 1351527526

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento a Dios, quien nos ha brindado la fortaleza y la sabiduría necesarias para alcanzar este propósito.

Agradezco profundamente a todas las personas e institución que ha contribuido de manera significativa al desarrollo de este proyecto. En primer lugar, a los docentes y compañeros de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías, quienes, con su orientación y colaboración, enriquecieron este trabajo con sus conocimientos y experiencias.

A mi familia, por su constante apoyo, paciencia y confianza, siendo mi mayor fuente de fortaleza e inspiración.

También extiendo mi gratitud al responsable del laboratorio y tutor Mike Machuca, cuyo acceso y facilidades brindadas permitieron materializar las ideas propuestas.

Finalmente, a todos aquellos que, de manera directa o indirecta, aportaron con su tiempo, consejos y palabras de aliento, contribuyendo al cumplimiento de los objetivos planteados. Este logro es el resultado de un esfuerzo colectivo que agradezco profundamente.

DEDICATORIA

Kevin Delgado Holguín

Con profunda gratitud y afecto, dedico este proyecto a Dios, a mi esposa, cuyo apoyo incondicional, comprensión y motivación constante han sido pilares fundamentales a lo largo de este proceso. A mis padres, quienes con su ejemplo de esfuerzo, dedicación y valores han inspirado mi camino académico y profesional, siendo siempre una fuente de fortaleza y guía. Y a mi hijo, cuya alegría, inocencia y amor incondicional son mi mayor motor para superarme día a día y perseguir metas que trasciendan en el tiempo. Este trabajo es un reflejo del amor, sacrificio y respaldo que he recibido de ustedes, y por ello, cada logro aquí alcanzado también les pertenece.

Melanie Mero Romero

Gracias a Dios, a mi familia y a todos quienes han participado en este trayecto de mi vida, en especial, gracias a ti Josué por qué en este largo proceso me apoyaste me brindaste tu mano, y todos los recursos, por mi hogar mi familia Josué, Melanie, Lia, Miqueas.

Por qué un día tuvimos un sueño y hoy se hace realidad, este logro no es solo mío, es nuestro, desde allá en el cielo.

RESUMEN

El proyecto consistió en el diseño, desarrollo e implementación de un módulo didáctico basado en tecnologías IoT, utilizando un PLC LOGO y una Raspberry Pi 4 como componentes centrales. El objetivo principal fue proporcionar un entorno práctico y educativo para que los estudiantes comprendan los principios de la automatización y la conectividad IoT. La arquitectura diseñada integró sensores digitales, actuadores, luces piloto y una interfaz web basada en Node-RED para la supervisión y control del sistema. Además, se utilizó protocolo para facilitar la comunicación entre dispositivos, garantizando la transmisión de datos en tiempo real. El proyecto incluyó pruebas exhaustivas para validar la funcionalidad del sistema y se documentaron los resultados mediante gráficos interactivos y reportes detallados. Las conclusiones destacaron la efectividad del módulo para fomentar el aprendizaje práctico, mientras que las recomendaciones sugirieron su ampliación y mantenimiento periódico para garantizar su sostenibilidad a largo plazo.

Palabras claves: Iot, PLC, Raspberry Pi, Node-Red

ABSTRACT

The project involved the design, development, and implementation of a didactic module based on IoT technologies, with a LOGO PLC and a Raspberry Pi 4 as core components. The main objective was to provide a practical and educational environment for students to understand the principles of automation and IoT connectivity. The designed architecture integrated digital sensors, actuators, pilot lights, and a web interface using Node-RED for system monitoring and control. Additionally, the protocol was employed to facilitate communication between devices, ensuring real-time data transmission. The project included thorough testing to validate system functionality, with results documented through interactive graphs and detailed reports. The conclusions highlighted the module's effectiveness in fostering practical learning, while recommendations suggested its expansion and periodic maintenance to ensure long-term sustainability.

Palabras claves: Iot, PLC, Raspberry Pi, Node-Red

CONTENIDO

RESUMEN	8
ABSTRACT	9
1.1. INTRODUCCIÓN	15
1.2. PRESENTACIÓN DEL TEMA	17
1.3. UBICACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA	17
1.4. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA	17
1.5. DIAGRAMA CAUSA – EFECTO DEL PROBLEMA	19
1.5.1. Alternativas de solución	19
1.6. OBJETIVOS	20
1.7. OBJETIVO GENERAL	20
1.8. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
1.9. JUSTIFICACIÓN	21
1.9.1 DESDE EL ÁMBITO DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN	22
2. CAPÍTULO II	23
MARCO TEÓRICO DE LA INYETIGACIÓN	23
2.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS	23
2.2. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIONES RELACIONADAS AL TEMA PRESENTADO 24	
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES (CONTEXTO TEÓRICO)	26
2.3.1. IoT	26
2.3.2. El rol de IoT en el modulo didáctico	27
2.3.3. PLCs (Controladores Lógicos Programables)	30
2.3.3.1. Tipos de PLC	30
2.3.3.2. Estructura de un PLC	31
2.3.3.3. Programación del PLC	37
2.3.4. Tipos de lenguaje de programación PLC	37
2.3.4.1. Mini PCL LOGO	41
2.3.4.2. Sensores	42
2.3.4.3. Sensores industriales	48
2.3.4.4. Norma IEC 1131-3	48
2.3.5. Node-RED	49
2.3.5.1. Integración de Node-RED con PLCs -Aplicaciones prácticas	49
2.3.5.2. Motor de flujo IoT Node-Red	50
2.3.5.3. Programacion visual y comunicación	51
2.3.5.4. Nodos de comunicación	51
2.3.5.5. Nodos de acceso a base de datos MySql	52
2.3.6. MICROCONTROLADORES	53

2.3.7.	TOPOLOGIA DE RED	54
2.3.8.	MySQL	56
2.3.9.	FIREBASE	57
2.3.10.	SENSORES DIGITALES	59
2.3.11.	RASPBERRY PI.....	60
2.4.	CONCLUSIONES RELACIONADAS AL MARCO TEÓRICO EN REFERENCIA AL TEMA PLANTEADO.....	61
3.	CAPÍTULO III.....	63
	MARCO INVESTIGATIVO.....	63
3.1.	INTRODUCCIÓN	63
3.2	TIPO DE INVESTIGACIÓN	63
3.2.1.	Investigación Descriptiva	64
3.2.2.	Investigación explicativa	64
3.2.	MÉTODO(S) DE INVESTIGACIÓN	65
3.3.	FUENTES DE INFORMACIÓN DE DATOS.....	66
3.3.1.	FUENTES PRIMARIAS	66
3.3.2.	FUENTES SECUNDARIAS	67
3.4.	MECANISMOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	67
3.4.1.	SEGMENTACIÓN	68
3.4.1.1.	TÉCNICA DE MUESTREO	68
3.4.1.2.	POBLACIÓN	70
3.4.1.3.	TAMAÑO DE LA MUESTRA	71
3.5.	ANÁLISIS DE LAS HERRAMIENTAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	71
3.5.1.	ENCUESTA	71
3.5.2.	ENTREVISTAS.....	71
3.6.	PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	72
	<i>Espacios y recursos disponibles</i>	<i>73</i>
	<i>Capacitación del personal</i>	<i>74</i>
	<i>Nada relevante.....</i>	<i>75</i>
	<i>Nada interesados</i>	<i>79</i>
4.	CAPÍTULO IV.....	85
	MARCO PROPOSITIVO.....	85
4.1.	INTRODUCCIÓN	85
4.2.	DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA.....	85
4.2.1.	OBJETIVO.....	86
4.2.3.	BENEFICIO	86
4.3.	DETERMINACIÓN DE RECURSOS.....	88

4.3.1.	HUMANOS	88
4.3.2.	TECNOLOGICOS	88
4.3.3.	ECONÓMICOS.....	89
4.4.	DISEÑO DE LA ARQUITECTURA PROPUESTA.....	89
4.4.1.1.	METODOLOGÍA DE DESARROLLO.....	91
4.5.	IMPLEMENTACIÓN DE LA ARQUITECTURA PROPUESTA.....	93
5.	CAPÍTULO V.....	100
	EVALUCIÓN DE RESULTADOS	100
5.1.	INTRODUCCIÓN	100
5.2.	PRESENTACIÓN Y MONITOREO DE RESULTADOS	100
5.3.	INTERPRETACIÓN OBJETIVA.....	103
6.	CAPÍTULO VI.....	104
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	104
6.1.	CONCLUSIONES.....	104
6.2.	RECOMENDACIONES.....	105
	BIBLIOGRAFÍA.....	106

ÍNDICE DE GRÁFICOS E ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Diagrama Causa-efecto	19
Ilustración 2 Elementos esenciales de un autómata programable	31
Ilustración 3 Ejemplo de conexiones de entradas físicas al PLC.	32
Ilustración 4 Tipos de señales que acepta un PLC.	33
Ilustración 5 Optoacoplador.	34
Ilustración 6 Conexión de los sensores de tipo PNP o NPN a un LC con salida a optoacoplador.	34
Ilustración 7 PLC con salida a relevador.	35
Ilustración 8 PLC con salida a rectificador controlado de Silicio.	35
Ilustración 9 Arquitectura de la Unidad Central de Proceso.	36
Ilustración 10 Elementos básicos del lenguaje LADDER.	39
Ilustración 11 Formato de programación lenguaje LADDER.	39
Ilustración 12 Programa en lenguaje Booleano.	40
Ilustración 13 Ejemplo de programación en lenguaje FBD.	40
Ilustración 14 Ejemplo de programación en Lenguaje SFC.	41
Ilustración 15 Editor de programación visual Node-Red	51
Ilustración 16 Nodos de comunicación.	52
Ilustración 17 Nodos de acceso	53
Ilustración 18 Raspberry Pi 4 model B	60
Ilustración 19 Respuesta a la pregunta 1	75
Ilustración 20 Respuesta de la pregunta 2	76
Ilustración 21 Respuesta de la pregunta 3	77
Ilustración 22 Respuesta pregunta 4	78
Ilustración 23 Respuesta de la pregunta 5	79
Ilustración 24 Respuesta pregunta 6	80
Ilustración 25 Respuesta pregunta 7	81
Ilustración 26 Respuesta pregunta 8	82
Ilustración 27 Respuesta pregunta 9	83
Ilustración 28 Respuesta pregunta 10	84
Ilustración 29 Arquitectura Propuesta.	90
Ilustración 30 Arquitectura	91
Ilustración 31 Fases de la metodología Top Down	92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ventajas y desventajas.....	70
Tabla 2 Entrevista Realizada	73
Tabla 3 Resultados de la entrevista	74
Tabla 4 Conocimiento de Node-RED.....	74
Tabla 5 La importancia de aprender	75
Tabla 6 Interés de trabajar con sensores	76
Tabla 7 Utilización de herramientas IoT	77
Tabla 8 Raspberry Pi	78
Tabla 9 Integración de tecnologías IoT	79
Tabla 10 Sistema de control industrial	80
Tabla 11 Implementación de Módulos	81
Tabla 12 Participación en proyectos.....	82
Tabla 13 Uso de tecnología	83
Tabla 14 Recursos humanos	88
Tabla 15 Recursos Tecnológicos	88
Tabla 16 Recursos Económicos.....	89

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

La preparación de los profesionales no solo demanda un conocimiento teórico robusto sino también la oportunidad de adquirir experiencia práctica utilizando herramientas que estén alineadas con las tecnologías vigentes en el campo laboral actual. Además de ello los laboratorios académicos desempeñan un rol crucial al brindar un espacio donde los estudiantes pueden poner en práctica y perfeccionar habilidades fundamentales para su futura incorporación en el ámbito laboral. Sin embargo, en el Laboratorio de Electrónica y Digitales de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías se encuentran ante el desafío de adquirir equipos didácticos actualizados que incorporen las últimas tecnologías en control y supervisión industrial.

En la actualidad, los alumnos trabajan utilizando PLCs (Controladores Lógicos Programables), los cuales les permitan aprender los conceptos básicos del control de procesos; sin embargo, estos no cuentan con conexiones para monitorear de forma remota ni plataformas en línea que facilitan la supervisión y gestión de datos en tiempo real. Esta situación origina una separación entre el conocimiento práctico obtenido en el laboratorio y las habilidades que la industria requiere, donde la automatización y conectividad remota de sistemas son aspectos fundamentales para mejorar la eficiencia y controlar los procesos. Aquí es donde la carencia de incorporación tecnológica en los entornos educativos obstaculiza el desarrollo de habilidades prácticas fundamentales para los estudiantes.

Ante esta circunstancia particular surge la urgencia de crear y poner en marcha un módulo educativo que junte un Mini PLC LOGO y un servidor web Node - RED. Esta fusión tecnológica posibilitará no solo la automatización y supervisión de procesos mediante el PLC, sino también la observación y presentación en tiempo real mediante una interfaz web accesible, al estilo de la ofrecida por Node - RED. Este servidor en línea

se ha establecido como una herramienta de gran utilidad y ampliamente empleada en la industria debido a su capacidad para vincular dispositivos físicos y sistemas de control con soluciones digitales, lo que simplifica el control remoto de los procesos.

El objetivo principal de este proyecto es ofrecer una solución educativa innovadora que permita a los estudiantes del laboratorio desarrollar habilidades técnicas avanzadas acordes a las demandas actuales. Con esta herramienta didáctica los alumnos podrán configurar y programar el Mini PLC LOGO mientras visualizan y controlan variables de proceso en tiempo real a través de Node-RED. Así pues, el propósito de este proyecto es reducir la brecha entre la teoría y la práctica en la enseñanza brindando a los estudiantes una experiencia educativa que les prepare para los desafíos tecnológicos que enfrentarán en su carrera profesional. Además de ello la introducción de esta herramienta pedagógica contribuirá a la actualización de los recursos del laboratorio ofreciendo herramientas que fomenten una formación completa y adaptada a las necesidades tecnológicas actuales de la industria moderno.

En este contexto específico, la propuesta de integración de un Mini PLC LOGO junto al Node-RED no solo cumple la función de mejorar la enseñanza en el ámbito académico, sino que también se inserta en una corriente global hacia la digitalización de los procesos industriales. Al posibilitar la supervisión y control remoto de sistemas en tiempo real, el proyecto agrega valor tanto al desarrollo de habilidades estudiantiles como a la modernización del laboratorio, transformándolo en un entorno didáctico acorde con las corrientes tecnológicas y las demandas del mercado laboral.

1.2. PRESENTACIÓN DEL TEMA

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO DE INSTRUMENTACIÓN CON INTEGRACIÓN A UN SERVIDOR WEB NODE-RED MEDIANTE MINI PLC LOGO, PARA EL LABORATORIO DE ELECTRÓNICA Y DIGITALES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍAS.

1.3. UBICACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

El proyecto se desarrolla en el Laboratorio de Electrónica y Digitales de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías, donde se busca mejorar la enseñanza de instrumentación y control industrial. Actualmente, los equipos utilizados no permiten la integración con tecnologías modernas como el monitoreo y control remoto a través de servidores web, lo que limita la experiencia de aprendizaje de los estudiantes.

Dado que la industria avanza hacia la automatización y conectividad, la implementación de un módulo didáctico que integre un Mini PLC LOGO con un servidor web Node-RED permitirá a los estudiantes adquirir habilidades prácticas en la configuración, monitoreo y control de procesos en tiempo real. Este proyecto no solo responde a las necesidades académicas, sino que también alinea la formación con las tendencias actuales de digitalización y automatización industrial, mejorando la preparación de los estudiantes para el entorno laboral moderno.

1.4. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

En los laboratorios de Electrónica y Digitales de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías, la formación de los estudiantes se enfrenta al desafío de mantenerse al día con las tecnologías emergentes en el ámbito de la automatización y control. Actualmente, los equipos y metodologías de enseñanza utilizados no permiten una integración efectiva entre los conceptos teóricos y las aplicaciones prácticas que requieren los profesionales en el campo de la electrónica y la automatización.

Uno de los principales problemas es la falta de recursos didácticos que combinen el uso de PLCs con sistemas de monitoreo y control en tiempo real, como los que se encuentran en la industria moderna. Aunque el laboratorio cuenta con algunos PLCs básicos, estos no están conectados a plataformas actuales de visualización y control remoto, como servidores web. Esta brecha tecnológica limita a los estudiantes en su capacidad de adquirir habilidades prácticas que reflejen las exigencias del entorno laboral actual, donde la conectividad y el control remoto de procesos son esenciales.

Además, el uso de un servidor web como Node-RED, que permite la visualización y control de datos de forma interactiva y accesible, es una tecnología cada vez más común en la industria. No obstante, la falta de integración de esta tecnología con los controladores lógicos programables en el laboratorio impide que los estudiantes experimenten con sistemas de control modernos y desarrollen competencias clave en la visualización de datos y la automatización.

Por ello, se presenta la necesidad urgente de diseñar e implementar un módulo didáctico de instrumentación que integre un Mini PLC LOGO con un servidor web Node-RED. Este módulo permitirá a los estudiantes interactuar de manera directa con sistemas de control reales, mejorar su comprensión del funcionamiento de los PLCs y aprender a configurar, monitorear y controlar procesos de manera remota a través de una plataforma accesible y visual. Al abordar este problema, se busca cerrar la brecha entre la teoría y la práctica, equipando a los estudiantes con las habilidades técnicas necesarias para enfrentar los desafíos del mundo laboral actual en el campo de la automatización.

1.5. DIAGRAMA CAUSA – EFECTO DEL PROBLEMA

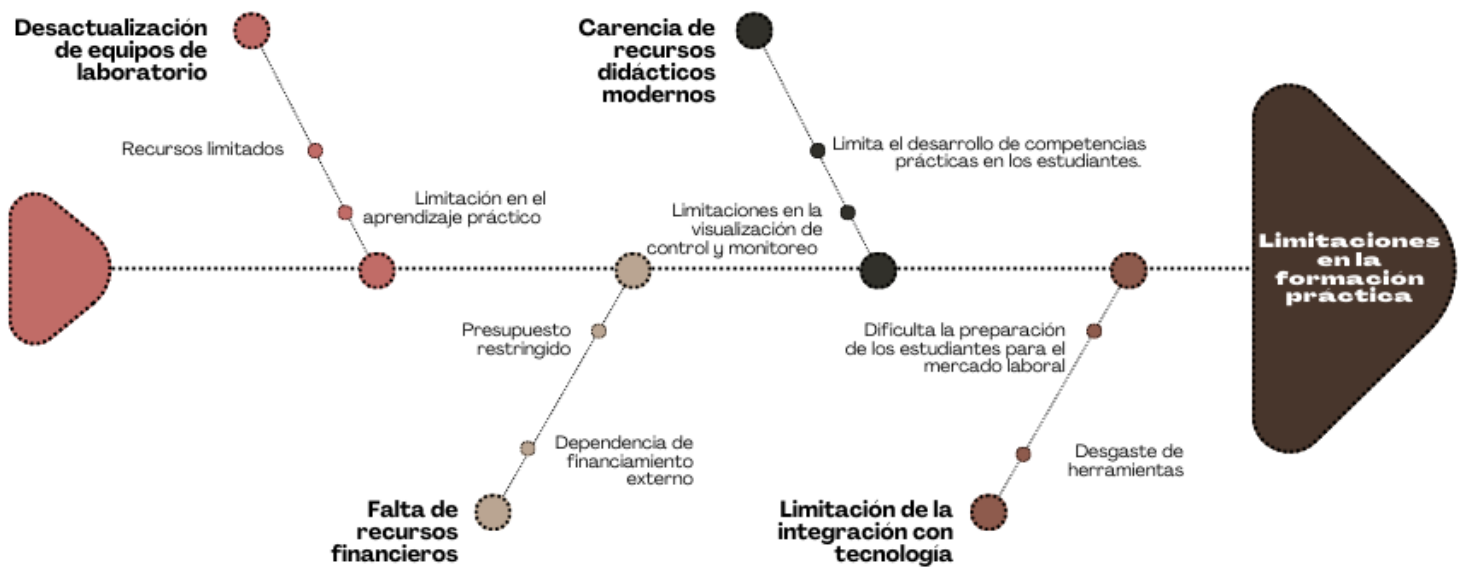


Ilustración 1 Diagrama Causa-efecto

Fuente: Propia

1.5.1. Alternativas de solución

Soluciones para las causas principales y secundarias relacionadas con las limitaciones en la formación práctica en el laboratorio de electrónica y digitales:

Causa relacionada con limitación de la integración con tecnología:

Dificulta la preparación de los estudiantes para el mercado laboral

Solución: implementar la renovación periódica de equipos y herramientas, así como la adopción de tecnologías avanzadas en el laboratorio.

Causas relacionadas con la falta de recursos didácticos modernos:

Limitación en la experiencia práctica

Solución: Incorporar plataformas de automatización.

Causas relacionadas con la falta de equipos de laboratorio :

Limitación en el aprendizaje práctico

Solución: Mantener equipos de laboratorio modernos y funcionales.

1.6. OBJETIVOS

1.7. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un módulo didáctico de instrumentación, que integre un Mini PLC LOGO a un servidor web Node-RED, con el fin de optimizar los procesos de enseñanza y aprendizaje en el laboratorio de Electrónica y Digitales de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías.

1.8. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Diseñar el esquema de integración entre el Mini PLC LOGO y el servidor web Node-RED, asegurando la correcta comunicación y funcionalidad del sistema.
- ❖ Analizar los requerimientos técnicos y pedagógicos para el diseño de un módulo didáctico que integre el Mini PLC LOGO con Node-RED en el laboratorio.
- ❖ Presentar el módulo didáctico en el laboratorio, configurado tanto el hardware (Mini PLC LOGO) como el software (Node-RED) para el monitoreo y control de variables.

1.9. JUSTIFICACIÓN

La necesidad de modernizar el proceso educativo en el Laboratorio de Electrónica y Digitales de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías se justifica por los objetivos específicos del proyecto, que buscan mejorar la formación práctica de los estudiantes en el ámbito de la instrumentación y el control. La creación de un módulo que combine Mini PLC LOGO y Node-RED permitirá a los estudiantes experimentar con tecnologías de automatización contemporáneas, haciendo que el aprendizaje sea más interactivo y dinámico. Esta integración facilitará la comprensión de conceptos complejos a través de la aplicación práctica, alineándose con la demanda de un enfoque educativo basado en competencias. Uno de los objetivos clave es proporcionar a los alumnos habilidades prácticas en el uso de tecnologías actuales, y la implementación de este módulo les permitirá adquirir experiencia en la programación y control de sistemas automatizados, fundamental para su formación profesional y su inserción en el mercado laboral.

Al integrar un servidor web como Node-RED, los estudiantes aprenderán a visualizar y controlar procesos en tiempo real, lo que les brindará una comprensión más profunda de la gestión de sistemas en la industria. Esta experiencia práctica es crucial para su desarrollo, ya que les permitirá enfrentar los desafíos que presentan las tecnologías emergentes. Además, la implementación del módulo no solo responde a una necesidad inmediata, sino que también contribuirá a la modernización del currículo académico del laboratorio, garantizando que los contenidos impartidos estén alineados con las demandas del sector industrial y las tendencias del mercado. Esto asegura la pertinencia de la educación ofrecida.

Asimismo, el diseño de este módulo tiene como objetivo fomentar un entorno de aprendizaje que incentive la innovación y la creatividad. Al proporcionar a los estudiantes

las herramientas adecuadas, se les permitirá experimentar y desarrollar proyectos que resuelvan problemas reales, potenciando su capacidad para pensar críticamente y encontrar soluciones efectivas. En conclusión, la justificación para el diseño e implementación de este módulo didáctico se fundamenta en la necesidad de ofrecer una educación práctica, moderna y relevante que prepare a los estudiantes para los desafíos del mundo profesional. Los objetivos planteados son esenciales para garantizar que los futuros egresados cuenten con las competencias necesarias para destacar en un entorno industrial en constante evolución, y la inversión en este proyecto es un paso crucial hacia la mejora de la calidad educativa en la institución.

1.9.1 DESDE EL ÁMBITO DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

El diseño e implementación de un módulo didáctico de instrumentación que integra un servidor web Node-RED mediante Mini PLC LOGO es crucial en el ámbito de las tecnologías de la información, ya que facilita la enseñanza de conceptos avanzados en automatización y programación, promoviendo un aprendizaje activo y experiencial. Esta iniciativa no solo desarrolla competencias técnicas y blandas esenciales para la inserción laboral en un entorno profesional dinámico, sino que también permite la accesibilidad y colaboración a través de un acceso remoto, garantizando así una educación pertinente y de calidad que responde a las necesidades actuales del sector tecnológico.

2. CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

A continuación, se muestran algunos proyectos de titulación similares que se centran en la implementación de módulos didácticos para el aprendizaje práctico en laboratorios, los cuales servirán como referencia para el desarrollo de este proyecto.

Descripción de módulos didácticos para el aprendizaje práctico en laboratorios:

Los módulos didácticos son herramientas diseñadas para facilitar la enseñanza y el aprendizaje práctico en laboratorios, especialmente en áreas técnicas y científicas. Estos módulos suelen combinar componentes teóricos y prácticos, permitiendo que los estudiantes interactúen con equipos reales y simulen procesos similares a los de un entorno industrial o profesional(Quispillo Fares & Quispillo Farez, 2023).

Beneficios del sistema

El sistema propuesto ofrece múltiples beneficios, destacando su capacidad para mejorar el aprendizaje práctico en automatización y control al integrar tecnologías modernas como Node-RED y Mini PLC LOGO. Esto permite a los estudiantes experimentar con procesos en tiempo real y desarrollar habilidades técnicas aplicables al entorno laboral. Además, facilita el monitoreo y control remoto, optimizando la interacción con dispositivos de instrumentación y fomentando la comprensión de conceptos avanzados en IoT. La modularidad del diseño también asegura una fácil adaptación a diversos contextos educativos, promoviendo la innovación y el uso eficiente de recursos tecnológicos(Quispillo Fares & Quispillo Farez, 2023).

2.2. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIONES RELACIONADAS AL TEMA PRESENTADO

El desarrollo de un módulo didáctico de instrumentación con integración a tecnologías web es un tema de interés en el ámbito educativo, industrial y tecnológico, especialmente en la formación de estudiantes en áreas como la electrónica, la automatización y el Internet de las Cosas (IoT). A continuación, se presentan investigaciones relevantes relacionadas con el tema:

Tema 1

Implementación de PLCs compactos en entornos educativos (López & Ramírez, 2019)

Problema: La enseñanza de la automatización industrial enfrenta una barrera significativa debido a la limitada accesibilidad de equipos avanzados en los laboratorios educativos. Muchos centros de formación carecen de los recursos necesarios para adquirir equipos de automatización de última generación, lo que restringe las oportunidades para que los estudiantes adquieran habilidades prácticas. Esta situación se agrava en instituciones técnicas y educativas de regiones con presupuestos limitados, donde la enseñanza de la automatización se reduce a simulaciones teóricas o equipos obsoletos. La falta de experiencia directa con dispositivos modernos como los PLCs (Controladores Lógicos Programables) impacta negativamente en la capacidad de los estudiantes para enfrentar las demandas de la industria, que requiere profesionales con competencias técnicas actualizadas y conocimiento en el manejo de sistemas automatizados (López & Ramírez, 2019).

Solución: (López & Ramírez, 2019) propusieron el uso del Mini PLC LOGO de Siemens como una solución eficiente y accesible para superar estas limitaciones. Este dispositivo compacto se caracteriza por su versatilidad, facilidad de programación y bajo

costo, lo que lo convierte en una herramienta ideal para fines educativos. Los autores diseñaron un enfoque didáctico centrado en actividades prácticas que permiten a los estudiantes programar, configurar y operar sistemas de automatización industrial a pequeña escala. A través de este enfoque, los estudiantes adquieren experiencia práctica con tecnologías similares a las utilizadas en la industria, lo que fortalece su formación técnica y su preparación para el ámbito laboral.

El Mini PLC LOGO también destaca por su capacidad de integración con sistemas de supervisión y monitoreo, lo que permite a los estudiantes explorar conceptos avanzados como la interoperabilidad entre dispositivos, el control distribuido y la implementación de sistemas basados en Internet de las Cosas (IoT).

Conclusión: La propuesta anteriormente mencionada demuestra que, la implementación de PLCs compactos, como el Mini PLC LOGO de Siemens, en entornos educativos representa una solución innovadora y accesible para abordar las limitaciones que enfrentan las instituciones en la enseñanza de la automatización industrial. Este dispositivo no solo facilita el aprendizaje práctico, sino que también permite a los estudiantes desarrollar competencias técnicas alineadas con las demandas actuales del sector industrial.

Al integrar actividades prácticas y conceptos teóricos, los estudiantes logran una comprensión más profunda de los sistemas de control y automatización, fortaleciendo su preparación para enfrentar desafíos profesionales. Además, la versatilidad y el bajo costo del Mini PLC LOGO lo convierten en una herramienta clave para democratizar el acceso a tecnologías avanzadas, promoviendo una formación técnica de calidad incluso en instituciones con recursos limitados.

Tema 2:

Diseño e implementación de un módulo didáctico de instrumentación con integración a un servidor web node-red mediante mini plc logo(Quispillo Fares & Quispillo Farez, 2023).

La planta didáctica consta en el control de nivel y temperatura, por lo cual, se implementó un sensor ultrasonido y un relé de nivel en los dos tanques de acero inoxidable, además una PT-100 y la resistencia calefactora para el calentamiento del líquido de este caso el agua, el control de temperatura será por PWM. por último, el Mini PLC LOGO 8 y el Miniordenador Raspberry Pi 4 son partes esenciales del módulo para mostrar el control del proceso y el accionamiento de esta por medio del servidor web Node-RED. El correcto funcionamiento del proyecto se basó con experimentos y pruebas que se ejecutaron con los equipos presentados anteriormente, los cuales se encuentran en aplicaciones de industrias, y su respectiva comunicación en tiempo real del servidor Node-RED que es una herramienta basada en editor de flujo en el cual se puede agregar o suprimir nodos y haya vinculación unos a otros(Quispillo Fares & Quispillo Farez, 2023).

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES (CONTEXTO TEÓRICO)

2.3.1. IoT

Internet of Things (IoT) se refiere a la interconexión digital de objetos físicos con internet, permitiendo que estos dispositivos recopilen, intercambien y procesen datos sin la intervención humana directa. Esta red de objetos conectados se basa en sensores, software y otras tecnologías para generar información útil que puede ser utilizada para tomar decisiones o controlar sistemas de manera automática.

IoT es un ecosistema de dispositivos físicos que están conectados a la red, capaces de recolectar y compartir datos con otros sistemas o dispositivos a través de internet. Cada

objeto o dispositivo en un sistema IoT puede ser un sensor, actuador, o controlador que puede interactuar con otros dispositivos en tiempo real. Los dispositivos IoT se utilizan en diversas áreas, como la automatización del hogar, la salud, la agricultura, el transporte, y la educación, entre otras.

Características clave de IoT:

- **Conectividad:** Los dispositivos están conectados entre sí mediante internet u otras redes.
- **Sensores y actuadores:** Recopilan datos del entorno y permiten la interacción con otros dispositivos o sistemas.
- **Automatización:** Los dispositivos pueden operar de manera autónoma basándose en los datos recopilados y procesados.
- **Procesamiento de datos:** Los dispositivos pueden procesar datos localmente o enviarlos a servidores o nubes para su análisis.
- **Interacción remota:** Los usuarios pueden controlar o monitorear dispositivos a distancia.

2.3.2. El rol de IoT en el módulo didáctico

En el contexto del diseño de un módulo didáctico de instrumentación con integración a Node-RED y un Mini PLC LOGO la tecnología IoT (Internet of Things) desempeña un papel crucial al permitir la interconexión de dispositivos físicos, como sensores, actuadores y controladores, con el objetivo de proporcionar un control remoto y monitoreo en tiempo real. Este enfoque hace que el aprendizaje sobre automatización, control y procesos industriales sea mucho más accesible y eficiente para los estudiantes, ya que pueden interactuar con sistemas de control de procesos sin necesidad de estar físicamente presentes en el laboratorio.

Conectividad remota

IoT facilita la creación de una red en la que los dispositivos de control, como los Mini PLC LOGO!, se conectan a la red de internet a través de Node-RED. Esto permite que los estudiantes se conecten y accedan al sistema desde cualquier lugar, utilizando un navegador web o una aplicación móvil. Al integrar IoT en el diseño del módulo, se elimina la necesidad de presencia física en el laboratorio para realizar pruebas o simulaciones de control de procesos, lo que optimiza el aprendizaje práctico. Este modelo de enseñanza también permite la simulación de entornos industriales reales.

Automatización y control en tiempo real

Con el uso de Node-RED, los estudiantes pueden visualizar y manipular en tiempo real los datos generados por el Mini PLC LOGO y otros dispositivos conectados. Node-RED, con su interfaz gráfica basada en flujos, permite que los estudiantes diseñen sistemas de automatización sin necesidad de escribir complejos códigos de programación. Los sensores y actuadores conectados a través de IoT proporcionan información instantánea sobre el estado de los sistemas, y las decisiones de control se pueden tomar de manera automatizada o manual desde cualquier lugar. Esta capacidad de recibir datos en tiempo real y tomar decisiones basadas en esos datos es fundamental para comprender los procesos de automatización industrial.

Educación interactiva

IoT transforma la enseñanza tradicional de la automatización en un entorno más interactivo y dinámico. Los estudiantes no solo aprenden sobre los componentes físicos de un sistema automatizado, sino que también adquieren habilidades prácticas relacionadas con la programación de dispositivos IoT, la creación de flujos en Node-RED y la integración de datos en tiempo real. Este enfoque interdisciplinario fomenta la resolución de problemas y la innovación, ya que los estudiantes tienen la oportunidad de

experimentar con diferentes configuraciones, sensores y actuadores en un entorno controlado y accesible. Además, al poder interactuar con el sistema desde cualquier lugar con acceso a internet, los estudiantes pueden continuar su aprendizaje de manera autónoma, realizando prácticas y resolviendo problemas fuera del horario de clases.

Integración de sistemas de control

La integración de Node-RED como servidor de comunicación permite que los estudiantes controlen los dispositivos del PLC y otros sensores conectados al sistema, como si estuvieran interactuando con un entorno de automatización real. Esta integración hace posible que los estudiantes envíen comandos para cambiar el comportamiento de los actuadores, como encender o apagar motores o luces, y vean el impacto inmediato en los datos presentados en la interfaz gráfica. El uso de protocolos de comunicación estándar como HTTP permite que diferentes dispositivos y plataformas trabajen juntos sin importar su origen, lo que facilita la creación de una arquitectura de sistemas automatizados y de control. Esta flexibilidad permite a los estudiantes comprender cómo se comunican los diferentes componentes de un sistema de automatización industrial moderno.

Desarrollo de habilidades prácticas y colaborativas

IoT no solo mejora la capacidad técnica de los estudiantes en el campo de la instrumentación y control, sino que también fomenta el trabajo colaborativo y el aprendizaje a través de la práctica. El uso de plataformas como Node-RED permite que los estudiantes colaboren en el diseño y modificación de flujos para optimizar el control de los sistemas de automatización. A través de estas interacciones prácticas, los estudiantes desarrollan una comprensión más profunda de los conceptos teóricos, como la programación de PLC, la adquisición de datos y la toma de decisiones basadas en sensores.

2.3.3. PLCs (Controladores Lógicos Programables)

Un PLC es un dispositivo electrónico diseñado para controlar procesos industriales mediante entradas y salidas (I/O). Los PLCs son fundamentales en sistemas de automatización, ya que permiten monitorear y controlar maquinaria y procesos de manera eficiente y fiable. Hay nodos con funciones específicas: algunos se dedican a la detección del entorno, mientras que otros actúan como routers, dirigiendo los mensajes desde los nodos más alejados hacia el centro de control, según la configuración de la red (López & Ramírez, 2019).

El PLC se encarga de ejecutar, controlar y supervisar un proceso a través de una serie de acciones automáticas y repetitivas, siguiendo una secuencia predefinida en un software de programación lógica. Este dispositivo tiene la capacidad de realizar tareas como el control de motores, la supervisión de sensores, el ajuste de temperaturas y la ejecución de cálculos matemáticos.

2.3.3.1. Tipos de PLC

Actualmente, existen diversos tipos de PLC que se diferencian según sus funciones, capacidades, diseño físico y aplicaciones. Estos se pueden clasificar en las siguientes categorías:

PLC tipo nano: Compactos y con todos sus componentes integrados (fuente, CPU y módulos de entrada y salida), son capaces de gestionar un número limitado de entradas y salidas, generalmente menos de 100. Suelen trabajar con entradas y salidas digitales, aunque también pueden soportar algunos módulos específicos.

PLC tipo compacto: Integran la fuente de alimentación, la CPU y los módulos de entrada y salida en un único módulo principal. Tienen capacidad para gestionar desde unas pocas hasta alrededor de 500 entradas y salidas. Además,

soportan una amplia gama de módulos adicionales como entradas y salidas analógicas, módulos de comunicación, interfaces de operador y expansiones.

PLC tipo modular: Se componen de varios elementos como racks, fuente de alimentación, CPU y módulos de entrada y salida, lo que les permite configurarse de manera flexible para adaptarse a diferentes necesidades. Dentro de esta categoría también se encuentran los MicroPLC, que ofrecen soporte para una gran cantidad de entradas y salidas (Ba Villareal & Angel Amisadai, 2021).

2.3.3.2. Estructura de un PLC

Un PLC comparte una estructura similar a la de una computadora que utilizamos diariamente, ya que ambos cumplen funciones esenciales como la adquisición de datos, su procesamiento y la entrega de resultados a los usuarios que los necesitan. Por ello, la arquitectura de un PLC se refiere al diseño que lo compone, incluyendo sus elementos principales y las funciones que realiza cada uno. A continuación, se destacan las partes más importantes que conforman este equipo, representadas en un esquema típico (Ba Villareal & Angel Amisadai, 2021).

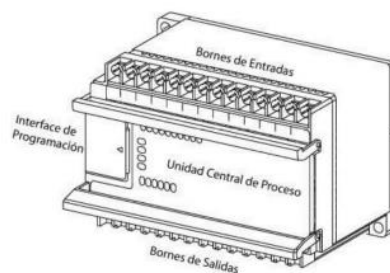


Ilustración 2 Elementos esenciales de un autómata programable

Sección de entradas (inputs): Es el área donde se conectan los dispositivos de control del sistema, como interruptores y sensores. En la mayoría de los casos, estos dispositivos cuentan con su propia fuente de alimentación para facilitar su integración. Los PLC comúnmente incluyen una fuente interna de 24 VDC; sin embargo, en ciertas aplicaciones, puede ser necesario emplear una fuente de alimentación externa.

Esta fuente adicional es esencial debido a las diferencias en los voltajes de operación de los optoacopladores, dispositivos que aíslan y transmiten señales eléctricas. La configuración típica de conexión depende de los requerimientos del sistema, como se ejemplifica en la figura correspondiente (Ba Villareal & Angel Amisadai, 2021).

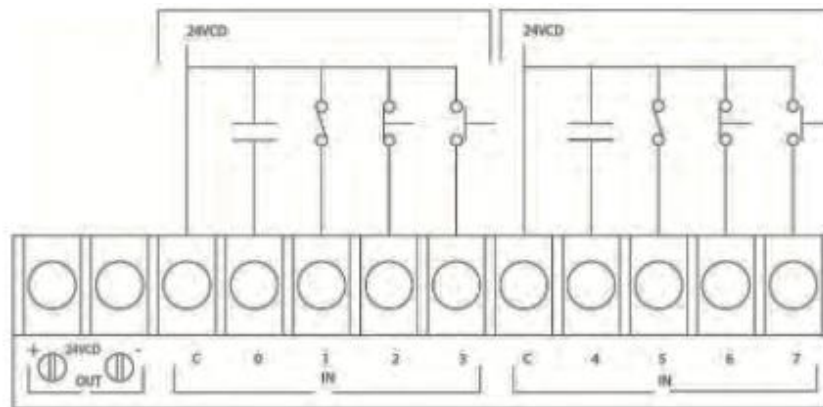


Ilustración 3 Ejemplo de conexiones de entradas físicas al PLC.

Cuando un PLC dispone de una fuente de rectificación integrada, el optoacoplador cuenta con un borne común, que en este caso específico corresponde al terminal de 0 V (negativo) conectado al borne S0. Por otro lado, los dispositivos de control, como interruptores o botones, se conectan al terminal de 24 V (positivo). En esta configuración, un botón cerrado puede enviar una señal directa al optoacoplador, lo que permite al fototransistor cerrar el circuito y transmitir la señal al CPU.

Cuando se activa un botón abierto, este envía una señal al optoacoplador, habilitando nuevamente el fototransistor para completar el circuito y transmitir la información al CPU. Este proceso, combinado con las memorias del sistema, permite al PLC ejecutar funciones específicas programadas con anterioridad.

Además, los dispositivos de control suelen enviar señales digitales (0 o 1) al microprocesador. Si se necesita transmitir una señal analógica, es indispensable utilizar

una tarjeta de acoplamiento que la convierta en digital, facilitando su procesamiento por el PLC(Ba Villareal & Angel Amisadai, 2021).

Las señales analógicas son aquellas que transmiten valores específicos, como temperatura, voltaje o corriente, que varían continuamente con el tiempo. Estas señales pueden comenzar en cero, alcanzar un valor máximo y luego decrecer. Para procesarlas correctamente, se utilizan tarjetas especializadas que identifican en qué punto la señal analógica representa un estado de "0" y en qué momento equivale a un "1". La figura 4 ilustra ejemplos representativos de estas señales y su comportamiento.



Ilustración 4 Tipos de señales que acepta un PLC.

Optoacoplador: Se utiliza para prevenir posibles errores en las conexiones de entrada o salida que puedan dañar el CPU. Este dispositivo está compuesto por un LED y un fototransistor. Cuando se recibe una señal de entrada en el módulo correspondiente, el LED se enciende, lo que activa el fototransistor. De esta manera, la señal se transmite hacia el CPU, pero sin permitir que la señal de entrada pase físicamente al CPU, protegiéndolo de posibles daños. Las figuras 5 y 6 ilustran este proceso de funcionamiento(Ba Villareal & Angel Amisadai, 2021).

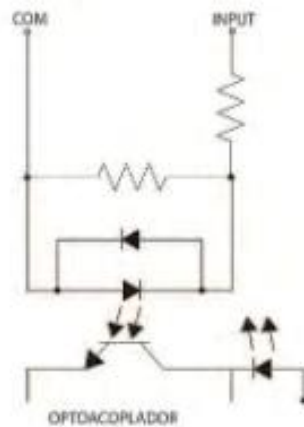


Ilustración 5 Optoacoplador.

En la mayoría de los equipos modernos, se incluyen dos LEDs por optoacoplador para permitir el uso de cualquier polaridad, lo que facilita la conexión de sensores tanto del tipo PNP como NPN. Esto asegura una mayor flexibilidad y compatibilidad en la instalación, adaptándose a diferentes configuraciones de circuitos sin necesidad de modificaciones adicionales.

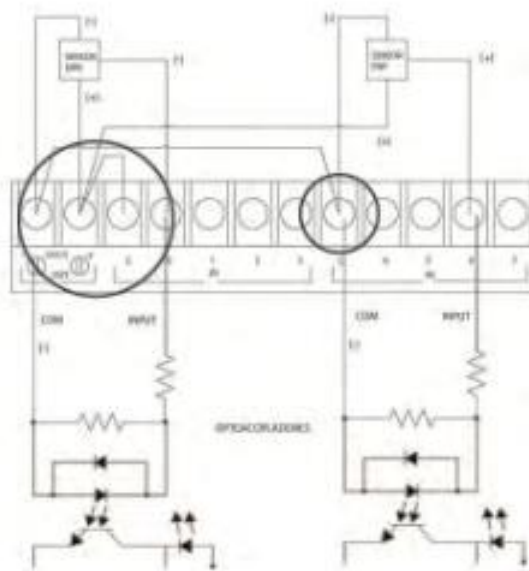


Ilustración 6 Conexión de los sensores de tipo PNP o NPN a un LC con salida a optoacoplador.

Sección de salidas (outputs): Es donde se conectan los actuadores del sistema, como contactores, arrancadores, electroválvulas, luces, entre otros. En este módulo, es posible conectar hasta tres tipos de tensiones diferentes, dependiendo de la tensión de

operación de las cargas y de las características del equipo, como la marca y el modelo. Los bornes de alimentación en esta sección son independientes de los del optoacoplador, y los contactos pueden ser activados por un relevador seco, un transistor o un TRIAC. Las figuras 7 y 8 muestran cómo se pueden realizar estas conexiones, ya sea utilizando transistores o relés(Ba Villareal & Angel Amisadai, 2021).

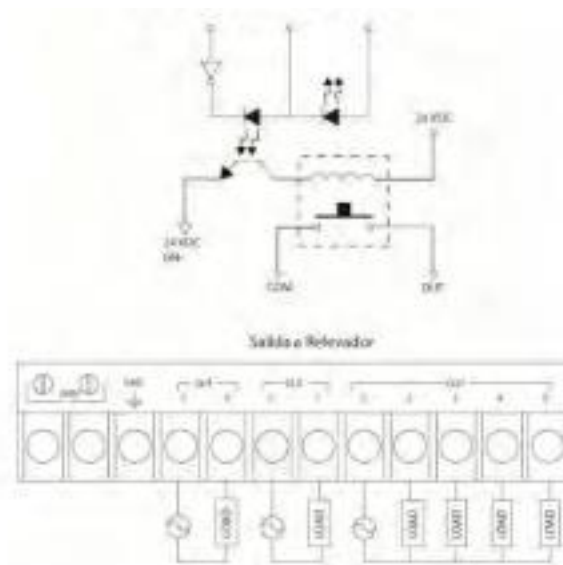


Ilustración 7 PLC con salida a relevador.

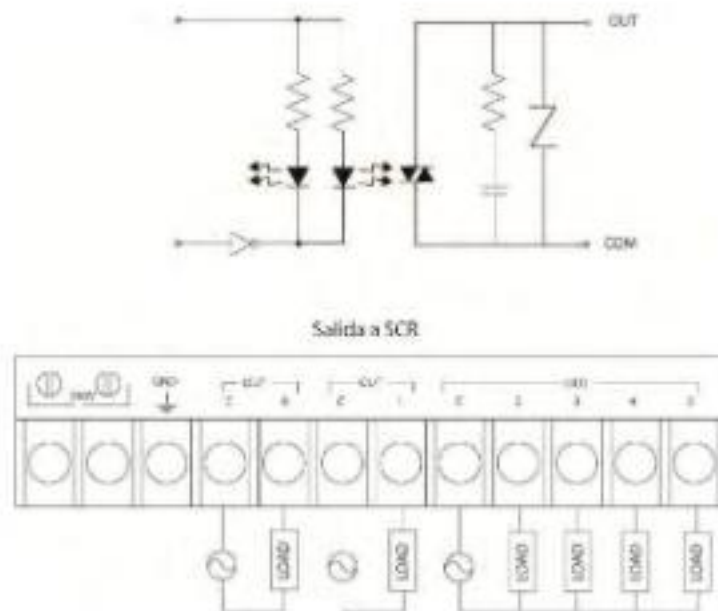


Ilustración 8 PLC con salida a rectificador controlado de Silicio.

Unidad de control de procesos (CPU): Es el componente central y más crucial de todo el sistema. Su función principal es procesar toda la información que recibe, basada en un programa previamente almacenado en su memoria. Luego, envía señales de salida al módulo correspondiente para activar y controlar el funcionamiento de una máquina. Además de la CPU, existen varios tipos de memoria que se encargan de almacenar diferentes tipos de datos, tanto relacionados con la ejecución de procesos como con la programación del sistema. La figura 9 ilustra esta estructura y su funcionamiento.

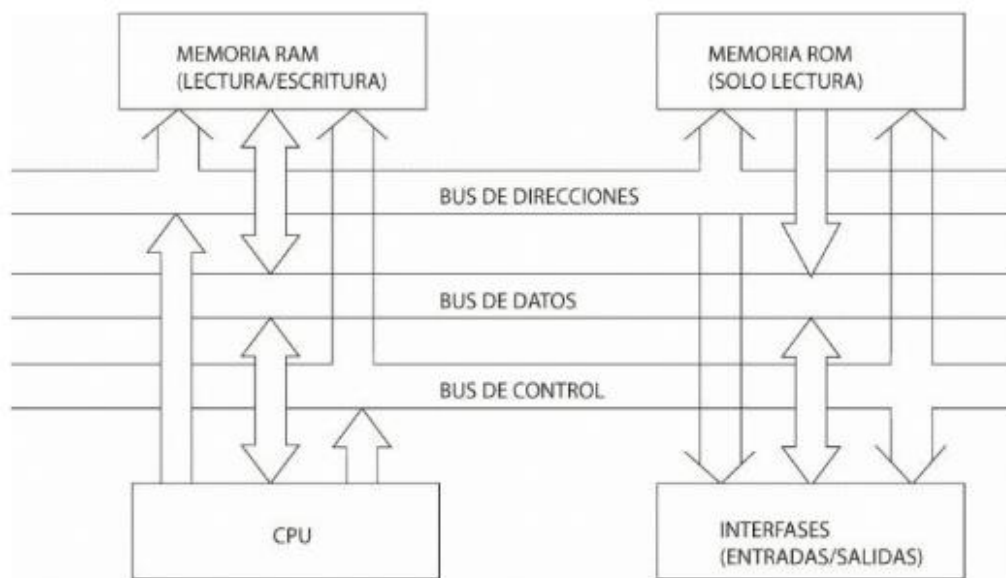


Ilustración 9 Arquitectura de la Unidad Central de Proceso.

La comunicación entre la CPU, las memorias, los módulos de entrada y salida, y las interfaces de comunicación de un PLC se realiza mediante buses, que conectan estos componentes a través de cables o pistas, permitiendo el intercambio de datos y comandos. El PLC procesa grandes cantidades de información mediante bits, los cuales tienen valores de "0" y "1", y se agrupan para formar palabras y bytes, que permiten manejar información más compleja, como tiempos, conteos de eventos, y cálculos. La velocidad de procesamiento de un PLC depende del modelo de la CPU.

Existen varios tipos de memoria en el PLC, como la ROM (memoria de solo lectura), que es no volátil y almacena datos generales; la RAM (memoria de acceso aleatorio), que es volátil y almacena programas modificables; y la EPROM y EEPROM, que son memorias reprogramables y no volátiles. La EEPROM es especialmente útil en PLCs, ya que conserva los datos sin necesidad de energía, lo que asegura la persistencia del programa incluso si el sistema se apaga.

Este sistema de memoria y procesamiento permite que el PLC ejecute programas diseñados previamente, gestione entradas y salidas, y se comunique con dispositivos externos, todo mientras se asegura la correcta transferencia y almacenamiento de la información a lo largo del proceso (Ba Villareal & Angel Amisadai, 2021).

2.3.3.3. Programación del PLC

La programación de un PLC puede entenderse como un conjunto de instrucciones, órdenes y símbolos que el PLC reconoce a través de su unidad de programación, lo que le permite ejecutar una secuencia de control específica. El lenguaje de programación posibilita al usuario ingresar estas instrucciones en la memoria del PLC, siguiendo una sintaxis establecida. A medida que los PLCs han evolucionado, también lo han hecho los lenguajes de programación, integrando instrucciones más avanzadas y versátiles. Gracias a estos avances, los programas de control ahora pueden manejar datos de manera más eficiente, lo que reduce el tiempo y el esfuerzo necesario para crear la programación (Ba Villareal & Angel Amisadai, 2021).

2.3.4. Tipos de lenguaje de programación PLC

Actualmente, cada fabricante desarrolla su propio software de programación, lo que da lugar a una gran diversidad de opciones, similar a la variedad de PLCs disponibles en el mercado. Esto también ha generado un nicho de mercado adicional, ya que, independientemente del costo del PLC, existe otro gasto asociado con el uso

de software de programación específico. Existen cuatro tipos principales de lenguajes de programación de PLC que son los más comunes a nivel mundial:

- Lenguaje de contactos o Ladder.
- Lenguaje Booleano (Lista de instrucciones).
- Diagrama de funciones (FDB).
- Diagrama de funciones secuenciales (SFC, por sus siglas en inglés).

LADDER: El lenguaje LADDER, también conocido como lenguaje de contactos o de escalera, es un tipo de programación gráfica muy utilizado en los Controladores Lógicos Programables (PLC). Su popularidad se debe a que se basa en los esquemas eléctricos de control tradicionales, lo que facilita su aprendizaje y uso para los técnicos electricistas, quienes ya están familiarizados con este tipo de diagramas. Una de las principales ventajas de este lenguaje es que los símbolos que utiliza están estandarizados de acuerdo con las normas de la NEMA (National Electrical Manufacturers Association), lo que garantiza su compatibilidad entre los diferentes fabricantes de PLC. Para programar un PLC con este lenguaje, es esencial conocer los principios de los circuitos de conmutación y estar familiarizado con los diversos elementos que lo componen (Ba Villareal & Angel Amisadai, 2021).

Símbolo	Nombre	Descripción
	Contacto NA	Se activa cuando hay un uno lógico en el elemento que representa.
	Contacto NC	Su función es similar al contacto NA anterior, pero en este caso se activa cuando hay un cero lógico.
	Bobina NA	Se activa cuando la combinación que hay a su entrada (izquierda) es un uno lógico.
	Bobina NC	Se activa cuando la combinación que hay a su entrada (izquierda) es un cero lógico.
	Bobina SET	Una vez activa (puesta a 1) no se puede desactivar (puesta a 0) si no es por su correspondiente bobina en RESET.
	Bob. RESET.	Permite desactivar una bobina SET previamente activada.

Ilustración 10 Elementos básicos del lenguaje LADDER.

El flujo de ejecución en la programación de un PLC suele seguir un orden específico: de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha. Primero se evalúan los contactos, seguidos por las bobinas, de modo que cuando se llega a las bobinas ya se conocen los valores de los contactos, lo que permite que estas se activen o desactiven según corresponda (Ba Villareal & Angel Amisadai, 2021).

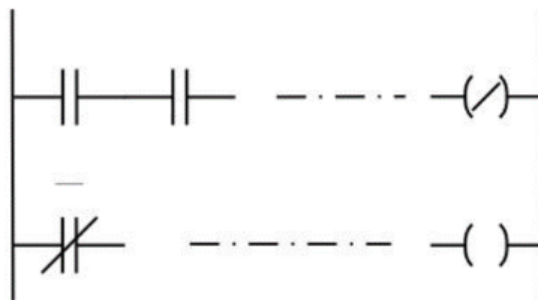


Ilustración 11 Formato de programación lenguaje LADDER.

LENGUAJE BOOLEANO: emplea la sintaxis del álgebra de Boole para definir y explicar la lógica de control. Este lenguaje se basa en una lista de instrucciones o códigos nemónicos, utilizando operadores Booleanos como AND, OR, NOT, entre otros, para implementar el circuito de control. Dentro del estándar

IEC 1131-3, se contempla este enfoque como una variante del lenguaje Booleano.

Un ejemplo de programación en este lenguaje se puede observar en la figura 12.

A	I	2.3
A	I	4.1
O	I	3.2
=	Q	1.6

Ilustración 12 Programa en lenguaje Booleano.

FDB: El lenguaje de funciones (FBD) es un tipo de programación gráfica que permite al usuario crear elementos de control, representados como bloques de funciones del PLC, los cuales se conectan entre sí de manera similar a un circuito eléctrico. Este lenguaje utiliza símbolos lógicos para representar cada bloque funcional. Además de las funciones estándar y las especificaciones proporcionadas por el fabricante, el FBD, según la norma IEC 1131-3, también permite al usuario diseñar bloques de funciones personalizados para cumplir con los requisitos específicos de control. Un ejemplo de este tipo de programación con diagramas de funciones se muestra en la figura 13 (Ba Villareal & Angel Amisadai, 2021).

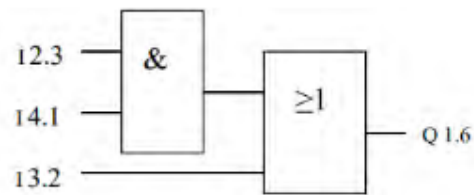


Ilustración 13 Ejemplo de programación en lenguaje FBD.

SFC: El diagrama de funciones secuenciales (SFC) es un lenguaje gráfico utilizado para representar visualmente las secuencias de control dentro de un programa. Este lenguaje es similar a un diagrama de flujo, en el que se organizan subprogramas o subrutinas que componen el programa de control. El SFC es especialmente útil para tareas de control secuencial, donde un programa progresa de una etapa a otra después de que se cumple una condición específica. A medida

que se cumplen las condiciones, el programa activa una nueva etapa y desactiva la anterior. Las acciones se ejecutan según la etapa activa a la que están vinculadas. Un ejemplo de programación utilizando SFC se puede ver en la figura 14 (Ba Villareal & Angel Amisadai, 2021).

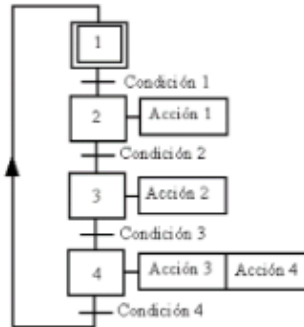


Ilustración 14 Ejemplo de programación en Lenguaje SFC.

2.3.4.1. Mini PCL LOGO

El **Mini PLC LOGO** es un dispositivo compacto desarrollado por Siemens que funciona como un Controlador Lógico Programable (PLC) de pequeña escala. Está diseñado para aplicaciones simples y de bajo costo, siendo ideal para la automatización de tareas en entornos domésticos, industriales pequeños o educativos. Es ampliamente utilizado en la enseñanza de conceptos básicos de automatización y control debido a su facilidad de uso y capacidad de integración.

Características principales:

- **Tamaño compacto:** Diseñado para espacios pequeños y aplicaciones donde no se requiere un controlador robusto.
- **Fácil programación:** Utiliza el software **LOGO Soft Comfort**, una interfaz gráfica intuitiva basada en bloques funcionales que permite crear programas sin necesidad de conocimientos avanzados de programación.

- **Integración con tecnologías modernas:** Compatible con sistemas IoT y redes como Ethernet. Puede integrarse con servidores web como **Node-RED** para monitoreo y control remoto.
- **Funciones predefinidas:**
 Temporizadores.
 Contadores.
 Relés programables.
- **Interfaces de comunicación:** Opciones como Wi-Fi, Ethernet o módulos adicionales para expansión.

Ventajas:

- **Accesible:** Económico en comparación con otros PLC más grandes.
- **Flexible:** Permite manejar múltiples tipos de señales (digitales y analógicas).
- **Escalabilidad:** Puede ampliarse mediante módulos adicionales según las necesidades.

Un Mini PLC LOGO puede ser configurado para controlar un proceso simulado, como el encendido y apagado de motores, medición de temperaturas o gestión de sensores, mientras se visualiza el comportamiento del sistema en un servidor web como Node-RED.

2.3.4.2. Sensores

Los sensores son dispositivos diseñados para detectar cambios en el entorno físico o químico y convertirlos en señales eléctricas que puedan ser interpretadas por sistemas electrónicos como controladores (PLC, microcontroladores, etc.). Son fundamentales en procesos de automatización, monitoreo, y control en una amplia variedad de aplicaciones, desde la industria hasta el hogar.

Tipos de sensores según lo que miden:

Sensores de posición:

- Detectan la ubicación o movimiento de un objeto.
- Ejemplos:
 - **Potenciómetro:** Detecta posición angular o lineal.
 - **Encoders:** Generan señales digitales para medir posición o velocidad.

Sensores de temperatura:

- Miden cambios térmicos.
- Ejemplos:
 - **Termistores:** Resistencias sensibles a la temperatura.
 - **Termopares:** Detectan cambios de temperatura mediante voltajes generados.

Sensores de luz:

- Detectan niveles de luz o radiación electromagnética.
- Ejemplos:
 - **Fotodiodos y fototransistores:** Detectan la intensidad luminosa.
 - **LDR (Light Dependent Resistor):** Cambia su resistencia según la luz.

Sensores de presión:

- Detectan cambios en presión de fluidos o gases.
- Ejemplo:
 - **Barómetros:** Miden presión atmosférica.
 - **Sensores piezorresistivos:** Detectan presión mediante deformación.

Sensores de proximidad:

- Detectan la presencia de objetos sin contacto físico.
- Ejemplos:
 - **Inductivos:** Para objetos metálicos.
 - **Capacitivos:** Para objetos no metálicos.

Clasificación según la señal de salida:

- **Sensores analógicos:**

Generan una señal continua proporcional a la variable medida.

Ejemplo: Un sensor de temperatura que genera un voltaje proporcional al calor.

- **Sensores digitales:**

Producen señales discretas (encendido/apagado o pulsos).

Ejemplo: Sensores inductivos que activan un relé cuando detectan metal.

Aplicaciones prácticas:

Industria: Control de procesos, monitoreo de maquinaria, automatización de líneas de producción.

Automatización doméstica: Termostatos, sistemas de iluminación, cerraduras electrónicas.

Medicina: Monitoreo de signos vitales (oxígeno, presión arterial).

Automóviles: Sensores de proximidad, velocidad, temperatura del motor.

Educación: Prácticas con sistemas integrados como PLCs, Arduino o Raspberry Pi.

La integración de sensores con el Mini PLC LOGO de Siemens es un proceso clave para implementar sistemas automatizados en aplicaciones pequeñas o educativas. Este PLC compacto permite conectar y controlar diversos tipos de sensores para gestionar procesos automatizados. Aquí te explico cómo se realiza y qué aspectos considerar.

Componentes básicos en la integración

1. Mini PLC LOGO

- Es el controlador central donde se procesan las señales de entrada (sensores) y se envían salidas (actuadores).
- Posee entradas digitales, analógicas y salidas programables.

2. Sensores:

- **Digitales:** Generan señales "on/off" (0 o 1), como interruptores de límite o sensores de proximidad.
- **Analógicos:** Generan señales proporcionales (0-10V o 4-20mA), como sensores de temperatura, presión o nivel.

3. Actuadores:

- Dispositivos que responden a las decisiones del PLC, como motores, válvulas o alarmas.

4. Cables y conectores:

- Para interconectar los sensores y actuadores al PLC.

Ventajas de la integración con Mini PLC LOGO

Facilidad de uso: Su programación basada en bloques facilita la integración de sensores y actuadores.

Escalabilidad: Puedes añadir módulos de expansión para más entradas/salidas.

Conectividad moderna: Compatible con sistemas IoT y servidores web para monitoreo y control remoto.

Versatilidad: Admite sensores digitales y analógicos, lo que permite automatizar procesos diversos.

Los **sensores que se conectan a un PLC** (Controlador Lógico Programable) son dispositivos diseñados para interactuar con el entorno y proporcionar información que el PLC utiliza para tomar decisiones automatizadas. Estos sensores son esenciales para sistemas de control industrial y automatización porque capturan datos del proceso y los transmiten al PLC para su procesamiento.

Tipos de sensores utilizados con PLCs y sus aplicaciones:

1. Sensores digitales

Estos sensores generan una señal de salida binaria (encendido/apagado, 1/0).

- **Ejemplos:**

- **Sensores de proximidad:**

- **Inductivos:** Detectan objetos metálicos.

Aplicación: Detectar piezas metálicas en una línea de producción.

- **Capacitivos:** Detectan materiales no metálicos como líquidos o plásticos.

Aplicación: Detección de nivel en tanques no metálicos.

- **Interruptores de límite (Limit Switches):**

- Detectan el fin de recorrido de un actuador o una máquina.

Aplicación: Seguridad en sistemas de transporte.

2. Sensores analógicos

Generan señales variables, como voltaje o corriente (0-10V, 4-20mA), que representan magnitudes físicas.

- **Sensores de temperatura:**

- Termistores, termopares o RTDs conectados mediante transductores para convertir su señal en un rango analógico.

Aplicación: Control de hornos o sistemas HVAC.

- **Sensores de presión:**
 - Detectan cambios en la presión de fluidos o gases y generan una señal analógica. *Aplicación:* Monitoreo de sistemas hidráulicos.
- **Sensores de nivel ultrasónicos:**
 - Utilizan ondas de sonido para medir el nivel de un líquido o sólido en un contenedor. *Aplicación:* Control de llenado en depósitos.

3. Sensores de flujo

- Detectan la cantidad de fluido (líquidos o gases) que pasa por un punto.
Como Turbinas de flujo o sensores magnéticos de flujo.
Control de flujo en sistemas de riego o procesos químicos.

4. Sensores ópticos

- Detectan la presencia o ausencia de objetos usando luz.
 - **Sensores fotoeléctricos:** Emisor y receptor de luz; detectan objetos que interrumpen el haz.

Aplicación: Detección en cintas transportadoras.

5. Sensores de velocidad o posición

- **Encoders rotativos:** Miden la velocidad o posición angular de un eje.
Aplicación: Control de motores eléctricos.
- **Sensores magnéticos:** Detectan imanes en movimiento.
Aplicación: Sistemas de monitoreo de puertas automáticas.

Cómo se integran los sensores con un PLC:

Entradas digitales: Los sensores digitales (como de proximidad o interruptores de límite) se conectan a las entradas digitales del PLC. La señal es procesada como "ON" (1) o "OFF" (0).

Entradas analógicas: Los sensores analógicos (como de temperatura o presión) envían señales proporcionales que ingresan al PLC a través de entradas analógicas. El PLC las interpreta y las utiliza para acciones más precisas.

Módulos de expansión: Si el PLC no tiene entradas suficientes o requiere un tipo específico, se añaden módulos de expansión para manejar señales adicionales o especializadas.

Alimentación: Muchos sensores requieren una fuente de alimentación externa (usualmente 24V DC) para funcionar correctamente.

Configuración y programación:

- El PLC debe ser configurado mediante software para interpretar las señales del sensor.
- Por ejemplo, un sensor de nivel ultrasónico puede ser configurado para activar una bomba cuando el nivel de líquido baje de cierto umbral.

2.3.4.3. Sensores industriales

Los sensores industriales son herramientas que transforman variables físicas, como la temperatura, la presión y el nivel, en señales eléctricas que los sistemas de control pueden interpretar. Su función es esencial para supervisar y regular los procesos industriales (Admin, 2021).

Los sensores industriales desempeñan un papel crucial en el diseño e implementación de módulos didácticos de instrumentación, especialmente cuando se integran con tecnologías como servidores web Node-RED y Mini PLC LOGO. Estos dispositivos son responsables de capturar datos físicos del entorno, como temperatura, presión, nivel, flujo, entre otros, y convertirlos en señales eléctricas que pueden ser procesadas por un controlador lógico programable (PLC).

2.3.4.4. Norma IEC 1131-3

La norma IEC 1131-3 fue desarrollada por la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) con el objetivo de estandarizar los controladores programables. Uno de los propósitos del comité fue crear un conjunto común de instrucciones que pudiera ser utilizado por todos los PLCs. Aunque esta norma alcanzó el estatus de estándar internacional en agosto de 1992, lograr la estandarización global de los PLCs ha sido un desafío debido a la diversidad de fabricantes y a los problemas de incompatibilidad de software entre diferentes marcas (Ba Villareal & Angel Amisadai, 2021).

2.3.5. Node-RED

Node-RED es una herramienta de programación basada en flujo (flow-based programming) que permite crear aplicaciones interactivas mediante la interconexión de bloques o "nodos" que representan diferentes operaciones, como la entrada o salida de datos, procesamiento de información, almacenamiento, etc. Fue desarrollada inicialmente por IBM para facilitar la integración de hardware, dispositivos, y servicios web, y se ha convertido en una plataforma muy popular para proyectos de Internet de las Cosas (IoT), automatización industrial, y aplicaciones educativas (Luis Andrés Parra Aguirre, 2021).

2.3.5.1. Integración de Node-RED con PLCs -Aplicaciones prácticas

La integración de Node-RED con PLCs permite crear soluciones de automatización y control industrial más eficientes y flexibles al aprovechar las capacidades de programación visual de Node-RED junto con la robustez de los PLCs. Aquí se explican los elementos clave de esta integración (Quispillo Fares & Quispillo Farez, 2023):

Comunicación entre Node-RED y PLCs

Node-RED soporta múltiples protocolos utilizados en la industria para comunicarse con los PLCs, como:

Modbus TCP/RTU: Amplia compatibilidad para la comunicación con muchos PLCs.

OPC-UA: Protocolo estándar para interoperabilidad entre dispositivos industriales.

Ethernet/IP: Común en aplicaciones con PLCs de marcas como Allen-Bradley.

MQTT: Ideal para aplicaciones de IoT y sistemas distribuidos.

Los nodos específicos en Node-RED permiten establecer conexiones, enviar comandos y leer estados de los PLCs mediante estos protocolos.

Ventajas de la integración

Visualización en tiempo real: Los datos del PLC se pueden integrar con dashboards interactivos en Node-RED, permitiendo monitoreo en tiempo real.

Flexibilidad en el diseño: La interfaz gráfica de Node-RED simplifica la configuración de sistemas complejos.

Integración con otros servicios: Node-RED puede combinar datos del PLC con servicios en la nube, bases de datos o dispositivos IoT.

Procesamiento adicional: Node-RED permite procesar datos del PLC antes de enviarlos a otros sistemas.

2.3.5.2. Motor de flujo IoT Node-Red

Node-RED es un motor de flujo de desarrollo basado en programación visual que facilita la creación de aplicaciones en el ámbito de IoT (Internet de las Cosas). Desarrollado inicialmente por IBM, este entorno de programación utiliza nodos interconectados para representar acciones como adquisición de datos, procesamiento y comunicación con dispositivos o servicios en la nube. Su diseño gráfico simplifica el desarrollo al requerir menos experiencia en codificación, lo que lo hace accesible incluso para principiantes en programación.

2.3.5.3. Programación visual y comunicación

Node-RED es una herramienta de desarrollo que funciona como un editor de flujos, accesible desde un navegador web. Este editor permite agregar, eliminar y conectar nodos para establecer comunicación y procesamiento entre ellos. Su estructura se basa en Node.js, un entorno de ejecución diseñado para operaciones de entrada/salida (I/O) eficiente, desarrollado en el motor JavaScript V8. Esto le otorga a Node.js la capacidad de gestionar procesos con un consumo de memoria significativamente menor en comparación con otros lenguajes de programación.

Node-RED también admite una amplia gama de protocolos, como TCP, DNS, HTTP y MQTT, lo que lo hace ideal para aplicaciones en IoT y sistemas interconectados. Su diseño modular y orientado a la integración facilita la creación de soluciones personalizadas y escalables en múltiples entornos industriales y tecnológicos (Morales A et al., 2016).

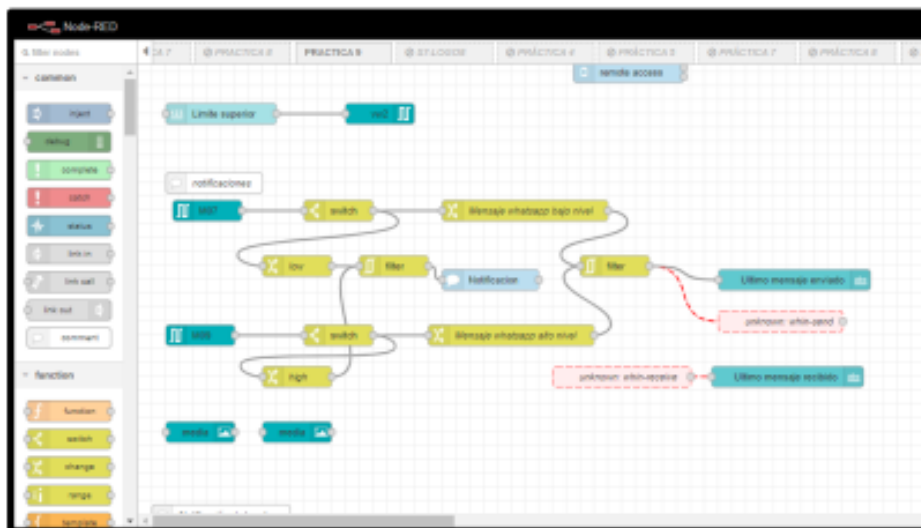


Ilustración 15 Editor de programación visual Node-Red

2.3.5.4. Nodos de comunicación

Entre los diversos nodos disponibles en Node-RED, destacan los nodos S7, que resultan fundamentales en el desarrollo del proyecto debido a su capacidad para establecer

conexiones con dispositivos Siemens, como S7-1200, S7-1500, y LOGO V 7.0 y 8.0. Estos nodos permiten la comunicación mediante redes Ethernet utilizando el protocolo S7, exclusivo de Siemens. Algunas de las principales características de estos nodos incluyen su flexibilidad para integrar datos de PLC Siemens y su facilidad de configuración dentro de la plataforma Node-RED. En la figura 16 se pueden observar los nodos específicos utilizados para esta comunicación en Node-RED(YVELOCIDAD, 2024).

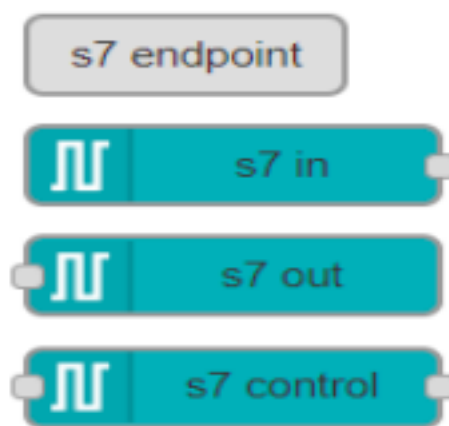


Ilustración 16 Nodos de comunicación.

- S7 in: Permite la obtención de datos provenientes del PLC de manera cíclica.
- S7 out: Permite el envío de datos hacia un bloque de datos de memoria del PLC.
- S7 control: Habilita una configuración avanzada en el control del PLC y la conexión.
- S7 endpoint: Bloque que almacena la configuración de la comunicación, sólo opera como almacenamiento de las configuraciones.

2.3.5.5. Nodos de acceso a base de datos MySql

Como parte del proyecto, es necesario interactuar con una base de datos MySQL para ejecutar comandos SQL y otras funciones relacionadas. En Node-RED, existen

nodos diseñados específicamente para este propósito, que permiten el acceso exclusivo a bases de datos MySQL(YVELOCIDAD, 2024).

- `mysql`: Este nodo facilita la conexión a la base de datos y la ejecución de comandos SQL directamente desde el espacio de trabajo de Node-RED.
- `MySQLdatabase`: Funciona como un nodo de configuración donde se almacenan las variables necesarias para la conexión a la base de datos. Estas configuraciones se utilizan en el nodo ``mysql``, pero no influyen directamente en la lógica del programa.

La figura 18 muestra la representación de estos nodos y su integración en el sistema.

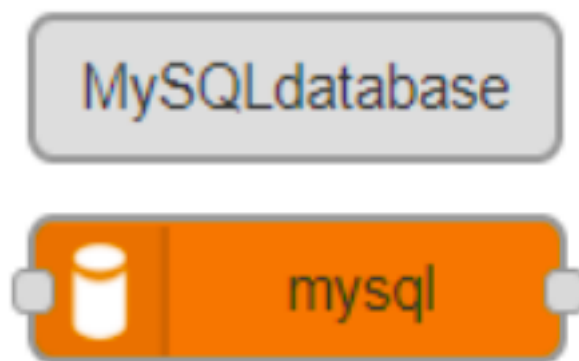


Ilustración 17 Nodos de acceso

Los nodos MySQL son diseñados por la Apache Software Foundation y permiten interactuar con MySQL desde el entorno gráfico de Node-RED.

2.3.6.MICROCONTROLADORES

Los microcontroladores son un papel muy importante en la interfaz entre los sensores, actuadores y el sistema de control central. A continuación, nombraremos los que son necesarios para este proyecto.

- Microcontroladores para sensores y actuadores

Arduino: Ideal para captar señales de sensores analógicos y digitales. Su flexibilidad lo convierte en una opción adecuada para realizar

tareas específicas como medir temperatura, humedad o corriente(Arduino.cc, n.d.).

ESP32/ESP8266: Además de funcionar como microcontroladores, integran módulos Wi-Fi, lo que permite conectarlos directamente con Node-RED para transmitir datos a través de MQTT o HTTP. Son ideales si el sistema requiere conectividad inalámbrica para monitoreo remoto(MQTT.org., n.d.).

PIC Microcontrollers: Los modelos de las series PIC16 o PIC18 son adecuados para aplicaciones que requieren un alto nivel de control y bajo consumo energético.

- Microcontrolador integrado en el Mini PLC-LOGO

El Mini PLC LOGO de Siemens ya cuenta con un microcontrolador integrado que ejecuta la lógica del sistema. Este dispositivo se encarga de procesar las entradas digitales y analógicas de los sensores y activar las salidas para los actuadores, siguiendo el programa diseñado en su software.

- Controladores de red y procesamiento secundario

Raspberry Pi: Aunque no es un microcontrolador puro, puede funcionar como un intermediario entre el PLC y Node-RED, actuando como servidor local o incluso como una interfaz de usuario en tiempo real.

Atmega328: El mismo que utilizan muchos modelos de Arduino, puede implementarse en tareas dedicadas como la lectura constante de datos de sensores o la generación de señales PWM.

2.3.7. TOPOLOGIA DE RED

La topología de red juega un papel crucial en la arquitectura del sistema, ya que es necesario conectar diferentes dispositivos y componentes en una red eficiente para que

el sistema funcione correctamente. En este contexto, la topología de red utilizada generalmente dependerá de los requerimientos de comunicación entre el PLC LOGO, los sensores, y el servidor web Node-RED. Algunas posibles topologías de red aplicables incluyen: (Fernández et al., n.d.).

- **Topología de estrella:**

Es una de las más comunes en sistemas de automatización industrial, donde el PLC LOGO puede actuar como el nodo central, y los sensores, dispositivos de salida y otros dispositivos conectados a través de un switch o hub. Esta topología es fácil de gestionar y permite una expansión sencilla.

- **Topología de bus:**

Aunque menos común en redes industriales modernas, la topología de bus puede ser útil para interconectar dispositivos en línea (por ejemplo, sensores o actuadores) a lo largo de un único cable, simplificando el cableado y manteniendo costos bajos. Sin embargo, puede verse limitada en términos de fiabilidad a medida que se agregan más dispositivos (Benedicto Basallote, 2022).

- **Topología de malla:**

Aunque es más costosa, la topología de malla proporciona redundancia y alta fiabilidad, lo cual es ventajoso si se requiere asegurar la disponibilidad continua del sistema, especialmente si se integran múltiples PLCs o dispositivos de comunicación. Los dispositivos se conectan a varios otros dispositivos, lo que proporciona múltiples rutas para la transmisión de datos (Benedicto Basallote, 2022).

- **Red híbrida:**

En muchos sistemas IoT y de automatización, como los que utilizan Node-RED, una topología híbrida que combine estrella y malla podría ser ideal, donde el PLC y los

sensores están conectados a través de una red local, y el servidor Node-RED actúa como un nodo central o intermediario entre redes más grandes o entre dispositivos remotos(Benedicto Basallote, 2022).

2.3.8.MySQL

MySQL es un sistema de gestión de bases de datos relacional (RDBMS, por sus siglas en inglés) de código abierto y uno de los sistemas de bases de datos más populares y utilizados en el mundo. Fue creado originalmente por MySQL AB, y actualmente es desarrollado y mantenido por Oracle Corporation.

Características Principales de MySQL:

- **Relacional:** MySQL es una base de datos relacional, lo que significa que organiza los datos en tablas que se relacionan entre sí a través de claves primarias y claves foráneas.
- **Multiplataforma:** Es compatible con una amplia gama de plataformas, incluyendo Windows, Linux, macOS, entre otros.
- **Lenguaje SQL:** Utiliza el lenguaje SQL (Structured Query Language) para realizar consultas y operaciones en la base de datos.
- **Escalabilidad y Rendimiento:** Es conocido por su capacidad para manejar grandes volúmenes de datos y su buen rendimiento, lo que lo hace adecuado para aplicaciones de alto tráfico.
- **Seguridad:** Ofrece características de seguridad como encriptación de datos, control de acceso, usuarios y privilegios.
- **Soporte Transaccional:** Admite transacciones ACID (Atomicidad, Consistencia, Aislamiento y Durabilidad), lo que garantiza la integridad de los datos y la fiabilidad en entornos de base de datos transaccionales.

- **Replanteo y Alta Disponibilidad:** Permite configuraciones de replicación para copias de seguridad y alta disponibilidad.
- **Almacenamiento de Datos:** Admite varios tipos de almacenamiento de datos como tablas InnoDB, MyISAM, etc.

Usos Comunes de MySQL:

- **Desarrollo Web:** Se utiliza con frecuencia en aplicaciones web para almacenar datos de manera eficiente, como en aplicaciones basadas en PHP, Python, Java, entre otros.
- **Aplicaciones Empresariales:** Se utiliza en sistemas empresariales para almacenar y gestionar datos críticos.
- **Gestión de Contenido:** En sistemas de gestión de contenido (CMS) como WordPress, Drupal, Joomla, entre otros.
- **Aplicaciones de Análisis de Datos:** Se utiliza para almacenar datos que requieren análisis y generación de informes.
- **IoT y Aplicaciones de Tiempo Real:** En aplicaciones de Internet de las Cosas (IoT) y en aplicaciones que requieren tiempo real.

MySQL es una herramienta versátil y poderosa para la gestión de bases de datos, ampliamente utilizada en diferentes industrias y aplicaciones debido a su confiabilidad, rendimiento y facilidad de uso (MySQL, 2001).

2.3.9. FIREBASE

Firestore es una plataforma de desarrollo de aplicaciones móviles y web desarrollada por Google. Ofrece una amplia gama de servicios que ayudan a los desarrolladores a crear aplicaciones de alta calidad, desde el desarrollo hasta la implementación y el análisis.

Características Principales de Firestore:

- **Base de Datos en Tiempo Real:** Firebase Realtime Database es una base de datos NoSQL en tiempo real que permite sincronizar datos entre usuarios en tiempo real.
- **Autenticación de Usuarios:** Ofrece un servicio de autenticación robusto que permite a los desarrolladores gestionar fácilmente la autenticación de usuarios mediante diferentes métodos como correo electrónico, Google, Facebook, entre otros.
- **Almacenamiento en la Nube:** Firebase Storage proporciona almacenamiento seguro y escalable en la nube para archivos como imágenes, videos, audio, etc.
- **Funciones en la Nube:** Permite escribir y ejecutar código backend sin necesidad de configurar servidores, ofreciendo funciones en la nube que se activan por eventos.
- **Hosting Web:** Firebase Hosting ofrece hosting web rápido y seguro para aplicaciones web estáticas y dinámicas.
- **Notificaciones Push:** Facilita el envío de notificaciones push a usuarios en dispositivos móviles.
- **Analytics:** Proporciona herramientas de análisis para comprender el comportamiento de los usuarios, la efectividad de las campañas y el rendimiento de la aplicación.
- **Test Lab:** Permite probar aplicaciones en dispositivos reales en la infraestructura de Google.
- **Machine Learning:** Firebase ML facilita la integración de modelos de aprendizaje automático en las aplicaciones.

Usos Comunes de Firebase:

- **Desarrollo de Aplicaciones Móviles:** Es especialmente popular en el desarrollo de aplicaciones móviles para Android e iOS debido a su fácil integración con estas plataformas.

- **Aplicaciones en Tiempo Real:** Se utiliza en aplicaciones que requieren actualizaciones en tiempo real, como aplicaciones de chat, juegos en tiempo real, etc.
- **Aplicaciones Web:** Firebase ofrece herramientas para el desarrollo y alojamiento de aplicaciones web.
- **Gestión de Usuarios y Datos:** Es útil para la gestión de usuarios, almacenamiento de datos y análisis de comportamiento de usuarios.
- **Lanzamiento y Monetización:** Facilita el lanzamiento de aplicaciones y proporciona herramientas para la monetización de aplicaciones.

Firestore es conocido por su facilidad de uso, su integración con otras herramientas de desarrollo y su robusta infraestructura, lo que lo convierte en una opción popular entre los desarrolladores para crear aplicaciones de alta calidad y escalables (Khawas & Shah, 2018).

2.3.10. SENSORES DIGITALES

Los sensores digitales son dispositivos capaces de detectar cambios en su entorno y generar una señal de salida en forma digital, generalmente representada como un estado binario (0 o 1). Estos sensores funcionan de manera discreta, lo que significa que solo reconocen y transmiten señales relacionadas con dos estados bien definidos, como encendido/apagado, abierto/cerrado, o presencia/ausencia.

En este proyecto, los sensores digitales serán fundamentales para recopilar información del entorno, que luego será procesada por el Mini PLC LOGO y visualizada o controlada a través de Node-RED. Entre los sensores digitales más comunes que podrían utilizarse en este contexto se encuentran los sensores de proximidad, interruptores de fin de carrera, sensores fotoeléctricos y

sensores de nivel. Estos dispositivos se integran fácilmente en sistemas de automatización y permiten el monitoreo y control eficiente de diversas variables.

2.3.11. RASPBERRY PI

La Raspberry Pi 4 model B es un diminuto ordenador creado inicialmente con propósitos educativos por la fundación Raspberry Pi. Está capacitado para ejecutar varios sistemas operativos y se basa en un procesador con arquitectura ARM. Este dispositivo incluye componentes como pines GPIO (General Purpose Input/Output), que posibilitan la interacción y gestión de dispositivos externos a través de la comunicación (215-Article Text-816-1-10-20201124, n.d.)

La Raspberry Pi 4 Model B se utilizaría como el núcleo de procesamiento y administración de datos del proyecto, integrando sensores digitales, un Mini PLC LOGO, y el servidor web Node-RED.



Ilustración 18 Raspberry Pi 4 model B

➤ Servidor Web y Node-RED

La Raspberry Pi 4 ejecutará Node-RED, donde se crearán flujos para la comunicación entre los sensores digitales, el Mini PLC LOGO, y otros dispositivos IoT.

Node-RED se instalará junto con un servidor MQTT (como Mosquitto) para la gestión de mensajes entre los componentes del sistema.

Los datos recolectados por los sensores serán procesados, visualizados y almacenados en tiempo real utilizando Node-RED y bases de datos como MySQL.

➤ **Comunicación con el Mini PLC LOGO**

Utilizando la interfaz de Ethernet Gigabit, la Raspberry Pi 4 se conectará al Mini PLC LOGO mediante el protocolo de comunicación S7, asegurando una transferencia rápida y confiable de datos.

Node-RED manejará los nodos S7 para recibir datos del PLC (como lecturas de sensores) y enviar instrucciones para el control de actuadores.

➤ **Gestión de Sensores Digitales**

Los sensores digitales se conectarán a la Raspberry Pi 4 mediante sus pines GPIO o convertidores externos (si usan protocolos como I2C, SPI, o UART).

Node-RED integrará las lecturas de estos sensores, interpretará los datos y permitirá la interacción con los demás componentes del sistema, como el Mini PLC LOGO.

➤ **Almacenamiento y Visualización de Datos**

Los datos recopilados de los sensores y procesados en Node-RED se almacenarán en una base de datos MySQL alojada en la Raspberry Pi.

La Raspberry Pi 4 generará dashboards en tiempo real, utilizando paneles de Node-RED o herramientas adicionales como Grafana para la visualización gráfica de los datos.

2.4. CONCLUSIONES RELACIONADAS AL MARCO TEÓRICO EN REFERENCIA AL TEMA PLANTEADO

La implementación de un módulo didáctico de instrumentación utilizando un Mini PLC LOGO y un servidor web Node-RED ofrece una solución innovadora para la enseñanza práctica en laboratorios educativos. Este enfoque combina hardware confiable

y compacto con herramientas modernas de visualización y control en tiempo real, proporcionando a los estudiantes una experiencia integral en la programación y gestión de sistemas de automatización.

El marco teórico respalda que esta integración permite no solo aprender conceptos básicos de instrumentación y control, sino también explorar tecnologías emergentes como la conectividad a servidores web y la manipulación de datos en entornos visuales. Esto fomenta habilidades prácticas aplicables en la industria, mejorando la comprensión y el interés por las soluciones tecnológicas modernas.

En conclusión, este proyecto no solo se alinea con las necesidades de los laboratorios educativos contemporáneos, sino que también contribuye a preparar a los estudiantes para desafíos reales en campos relacionados con la automatización y la digitalización industrial.

3. CAPÍTULO III

MARCO INVESTIGATIVO

3.1. INTRODUCCIÓN

Se proporcionará una explicación de la metodología empleada, abarcando tanto el enfoque de investigación utilizado como los métodos, encuestas y/o entrevistas predeterminadas. Se verá una descripción detallada de las fuentes de información primarias y secundarias empleadas, así como el procedimiento utilizado para recolectar los datos. También especificaciones sobre los resultados obtenidos mediante la herramienta de recolección de datos empleada durante el estudio.

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Existen diversos métodos en la investigación científica que varían según los objetivos y procedimientos aplicados. Algunos autores la definen como un "esfuerzo destinado a resolver problemas relacionados con el conocimiento". Otros la describen como una "actividad sistemática orientada a encontrar respuestas mediante la aplicación del método científico". Desde una perspectiva científica, la investigación es un proceso riguroso diseñado para abordar preguntas o problemas mediante la generación de conocimiento que aporte soluciones.

Aunque existen múltiples clasificaciones de la investigación, generalmente se agrupan según su nivel, diseño y propósito. Debido a la complejidad de los fenómenos estudiados, es común combinar enfoques para abordar las distintas dimensiones del problema. Por ejemplo, una investigación puede integrar elementos descriptivos y transversales. En cuanto al nivel de profundidad, los estudios pueden clasificarse como exploratorios, descriptivos o explicativos, dependiendo de cómo se aborde el objeto de estudio (Morales, 2012).

3.2.1. Investigación Descriptiva

Las investigaciones descriptivas, también llamadas diagnósticas, se centran en detallar y caracterizar de manera exhaustiva un fenómeno o situación específica, subrayando sus aspectos más particulares. Este enfoque es común en el campo social, donde se busca identificar tendencias, comportamientos y actitudes predominantes.

El propósito principal de este tipo de investigación no se limita a recolectar datos, sino que también aspira a comprender relaciones entre variables, predecir comportamientos y presentar conclusiones significativas. Los investigadores trabajan bajo una hipótesis o marco teórico, recopilando datos que posteriormente analizan cuidadosamente para extraer conclusiones generalizables. Este proceso incluye la descripción minuciosa de actividades, objetos, procesos y personas, con el objetivo de contribuir al avance del conocimiento en un área específica (Morales, 2012).

3.2.2. Investigación explicativa

La investigación explicativa se orienta a descubrir las causas y efectos de los fenómenos, estableciendo relaciones causales a través de la verificación de hipótesis. Este tipo de estudio examina tanto las causas (mediante enfoques retrospectivos) como los efectos (a través de investigaciones experimentales), alcanzando el nivel más profundo de comprensión.

Su propósito es explicar aspectos específicos de la realidad, ubicándolos dentro de un marco teórico fundamentado en leyes o generalizaciones que describen los fenómenos bajo condiciones particulares. En el ámbito científico, la investigación explicativa aborda elementos clave que buscan desentrañar las dinámicas subyacentes a los hechos, permitiendo contextualizar su relevancia y derivar conclusiones significativas.

- El objeto de la explicación: se refiere al aspecto, suceso o fenómeno que necesita ser explicado, siendo el problema que origina la pregunta que demanda una explicación.
- La explicación en sí: se deriva (en forma de una secuencia hipotética-deductiva) a partir de un conjunto de premisas que consisten en leyes, generalizaciones y otros enunciados que expresan regularidades que se manifiestan. En este sentido, la explicación siempre se obtiene por deducción de una teoría que contiene afirmaciones que explican eventos específicos (Morales, 2012).

3.2. MÉTODO(S) DE INVESTIGACIÓN

En la actualidad, la investigación se lleva a cabo principalmente mediante tres enfoques o métodos: el cualitativo (interpretativo) y el cuantitativo (positivista).

El enfoque cualitativo se centra en describir el comportamiento de los sujetos de estudio, avanzando de lo particular a lo general, siguiendo un enfoque inductivo. Es un método subjetivo e interpretativo que considera la dimensión social e individual de los participantes, lo que lo convierte en una herramienta clave en las ciencias sociales. No requiere una medición precisa de variables ni un sistema de hipótesis estrictamente definido. El investigador interactúa directamente con los sujetos u objetos de estudio, lo que facilita la comprensión de cualidades, emociones y pensamientos. Este método se caracteriza por su subjetividad y su enfoque analítico e interpretativo, pudiendo adoptar perspectivas como las fenomenológicas, etnográficas, de investigación-acción o biográficas.

Por su parte, el enfoque cuantitativo se basa en la medición precisa de variables con objetivos específicos y claramente definidos. En algunos estudios, el investigador puede manipular estas variables según lo requiera el análisis. Tras recolectar los datos, se aplican métodos estadísticos para evaluar diferencias significativas entre las variables analizadas, utilizando herramientas como SAS o Minitab, características propias de las

ciencias experimentales. Este enfoque permite emplear diseños transversales o longitudinales según las necesidades del estudio (Lisboa, n.d.).

3.3. FUENTES DE INFORMACIÓN DE DATOS

A lo largo del tiempo, el concepto de fuentes de información ha experimentado cambios significativos. En el pasado, se asociaba principalmente con bibliografías y obras de referencia. Desde tiempos remotos, ha existido la necesidad humana de registrar la producción bibliográfica, ya sea de una manera u otra, con varios propósitos:

- Para disponer de recursos que faciliten la selección y adquisición de documentos.
- Para mejorar el acceso a la información contenida en colecciones de bibliotecas.
- Para posibilitar la identificación y el estudio erudito de los contenidos.

El surgimiento de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en el ámbito de la documentación ha generado la introducción de nuevas formas de fuentes informativas o la transformación de las ya existentes.

3.3.1. FUENTES PRIMARIAS

Las fuentes primarias son aquellas que proporcionan información recolectada directamente de la población o de una muestra representativa de ella.

Este tipo de fuentes requiere llevar a cabo una investigación directa sobre el objeto de estudio, utilizando métodos específicos para obtener los datos. La recopilación de información primaria debe seguir un plan estructurado que incluya decisiones clave, como la elección de los métodos e instrumentos de investigación, el diseño de un plan de muestreo y la selección de técnicas adecuadas para interactuar con el público objetivo (Inga Mariela Torres & Karim Paz, n.d.).

3.3.2. FUENTES SECUNDARIAS

Las fuentes secundarias se originan a partir de información que ha sido previamente procesada o elaborada, como por ejemplo datos extraídos de anuarios estadísticos, internet o medios de comunicación.

Para utilizar fuentes secundarias, es fundamental analizarlas mediante cuatro preguntas clave:

- ¿Es relevante? Evaluando si la información se ajusta a los objetivos establecidos.
- ¿Es actual? Determinando si la información está actualizada o ha perdido vigencia.
- ¿Es confiable? Verificando la veracidad y credibilidad de la fuente original.
- ¿Es fiable? Considerando si la información ha sido recolectada con la metodología apropiada, honestidad, objetividad, continuidad y precisión.

La fase de recolección de datos se reconoce como la etapa más costosa en términos de recursos humanos, materiales y tiempo. También es la etapa más propensa a errores (Inga Mariela Torres & Karim Paz, n.d.).

3.4. MECANISMOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Los métodos de recolección de datos son instrumentos y procedimientos diseñados para recopilar y analizar información de manera organizada y con un objetivo específico. Son ampliamente utilizados en áreas como la investigación científica, empresarial, estadística y marketing. Cada técnica permite obtener distintos tipos de datos, por lo que es crucial entender sus características y tener claridad sobre los objetivos del estudio, a fin de elegir las herramientas que mejor se adapten a las necesidades de la investigación. (Caro, n.d.).

El objetivo central de este proyecto es monitorear de manera precisa la calidad del suelo, un aspecto esencial para garantizar un desarrollo sostenible y una producción óptima. Para recolectar los datos necesarios, se emplean métodos específicos como la

segmentación, la identificación de la población objetivo, el uso de estrategias de muestreo y la definición del tamaño de la muestra.

3.4.1. SEGMENTACIÓN

La segmentación consiste en dividir un mercado o población en subgrupos más pequeños que comparten características o comportamientos similares. En ámbitos como la investigación o el marketing, esta práctica es clave para analizar con mayor precisión los distintos grupos dentro de una población amplia. De esta forma, se pueden diseñar estrategias, productos o servicios específicos que respondan a las necesidades y preferencias particulares de cada segmento, evitando un enfoque uniforme para toda la población (Parra, 2020).

Este proyecto está orientado a estudiantes de la carrera de TI, quienes muestran un interés particular en desarrollar soluciones que optimicen la gestión de la calidad del suelo.

3.4.1.1. TÉCNICA DE MUESTREO

Existen dos métodos principales para obtener muestras: el probabilístico y el no probabilístico. El muestreo probabilístico se basa en determinar la probabilidad de que cada individuo sea seleccionado de manera aleatoria para integrar la muestra. Por otro lado, el muestreo no probabilístico utiliza criterios específicos definidos por el investigador en el momento de la selección, lo que puede generar muestras con menor validez, confiabilidad y reproducibilidad. Este enfoque no probabilístico no asegura que cada sujeto seleccionado represente adecuadamente a la población objetivo (Otzen & Manterola, 2017).

Las técnicas de muestreo probabilístico abarcan diferentes métodos para seleccionar muestras representativas:

- Aleatorio simple: Garantiza igual oportunidad para cada individuo en la población objetivo. Se eligen sujetos al azar, como pacientes con una enfermedad específica.
- Aleatorio estratificado: Divide la población en grupos (estratos) según características importantes y selecciona muestras de cada estrato. Por ejemplo, agrupar pacientes según la gravedad de la enfermedad.
- Aleatorio sistemático: Selecciona sujetos de acuerdo con un patrón sistemático predefinido, como elegir cada cierto número de pacientes en un orden específico.
- Por conglomerados: Elige áreas o grupos, como calles o escuelas, y luego a individuos dentro de esos grupos. Es útil para estudios en comunidades o áreas extensas, como la selección de residentes en una localidad.

Las técnicas de muestreo no probabilístico eligen muestras sin utilizar probabilidades:

- Intencional: Selecciona casos específicos, útil cuando la muestra es pequeña y la población es variable.
- Por conveniencia: Elige casos accesibles para el investigador, basándose en su disponibilidad.
- Accidental o consecutivo: Recluta casos disponibles hasta alcanzar el tamaño de muestra deseado, seleccionándolos de manera casual. Similar al muestreo por conveniencia.

Ventajas y desventajas de las técnicas de muestreo:

Técnicas de muestreo	VENTAJAS	DESVENTAJAS
	Reducción de costos	Representación inadecuada de la población
Eficiencia	Posible falta de precisión por muestras pequeñas	

Tabla 1 Ventajas y desventajas

Fuente. Propia

Esta tabla 1 se muestra de manera resumida las ventajas, como la reducción de costos y la eficiencia al trabajar con muestras representativas, junto con la desventaja principal de una posible falta de representación adecuada de la población objetivo al utilizar muestras pequeñas(Otzen & Manterola, 2017).

3.4.1.2. POBLACIÓN

Una población se define como un conjunto de entidades, que generalmente son personas, objetos, transacciones o eventos, sobre los cuales tenemos interés en llevar a cabo un estudio.

Queda claro que la población bajo estudio en una investigación se refiere al conjunto completo de elementos de interés(Robles, 2019).

Esta etapa hace referencia al grupo completo que se pretende analizar, específicamente la población objetivo que consiste en 683 estudiantes de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí que cursan estudios en el área de Tecnología de la Información.

3.4.1.3. TAMAÑO DE LA MUESTRA

La muestra es un subgrupo de los elementos que conforman una población, significa que es una fracción o fragmento de la totalidad de la población que nos interesa estudiar (Robles, 2019).

En esta situación, se estableció comunicación con 247 estudiantes para completar los cuestionarios.

3.5. ANÁLISIS DE LAS HERRAMIENTAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

A continuación, se mencionan algunas herramientas empleadas en la recolección de datos:

3.5.1. ENCUESTA

Para obtener los datos y los requisitos esenciales para la investigación, se llevaron a cabo encuestas a diversos estudiantes de la carrera de TI (Tecnología de la información). Estas encuestas contenían un cuestionario organizado con preguntas específicas acerca del tema de estudio, con el objetivo de recopilar información sobre las prácticas, conocimientos y opiniones de los estudiantes.

Con el propósito de evaluar la aceptación del diseño e implementación de un módulo didáctico de instrumentación con integración a un servidor web Node-red mediante mini PLC logo se empleó una encuesta. Esta herramienta fue utilizada con el fin de obtener información pertinente y generar resultados cuantitativos sobre el tema.

3.5.2. ENTREVISTAS

Se llevó a cabo una entrevista al responsable del laboratorio el Ingeniero. Mike Machuca con el propósito de entablar un diálogo con aquellos a cargo de las prácticas y

mantenimiento, lo que permitió recabar información detallada, perspectivas y experiencias.

3.6. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Durante esta etapa de presentación de resultados y análisis, se exhibirán los datos recopilados de la encuesta y la entrevista. El objetivo es realizar un análisis detallado que involucre la presentación de gráficos, tablas u otros recursos visuales para facilitar la comprensión de los resultados. Este análisis profundo permitirá obtener conclusiones fundamentadas y tomar decisiones informadas.

3.6.1. ENTREVISTA

Entrevistado: Ing. Mike Machuca

Cargo:	Nombre	Fecha:
Encargado del laboratorio.	lugar: "ULEAM"	20-11-2024

Contribución cualitativa:

El objetivo al realizar la entrevista al encargado del laboratorio es adquirir un conocimiento exhaustivo del procedimiento en las practica y recolectar una extensa variedad de información asociada a ello.

Contribución cuantitativa:

En la entrevista con el encargado, se adquirió información de gran valor sobre los aspectos monetarios, temporales y otros datos que pueden ser cuantificados.

Análisis

- Supervisar y gestionar diversas funciones del módulo didáctico para garantizar su óptimo
-

desempeño y funcionalidad en el aprendizaje práctico.

- Integrar tecnologías IoT y herramientas de monitoreo para realizar un seguimiento preciso de las variables simuladas en el laboratorio.
- Monitorear de manera continua las condiciones y parámetros configurados en el sistema para asegurar su correcta operación.
- Garantizar la seguridad y accesibilidad de los estudiantes y usuarios del módulo durante su utilización en el laboratorio.
- Asegurar la disponibilidad de los componentes y materiales necesarios para cada fase de implementación del módulo, verificando su calidad y compatibilidad.

Tabla 2 Entrevista Realizada

Fuente: Propia

Resultados de la entrevista 1º

Aspecto Evaluado	Comentarios del Encargado del Laboratorio
Funcionalidad del módulo didáctico	El módulo debe permitir prácticas de instrumentación y automatización, integrando sensores, actuadores.
Beneficios educativos	Es esencial utilizar tecnologías actuales (Node-RED, Mini PLCs) para desarrollar competencias industriales.
Espacios y recursos disponibles	El laboratorio cuenta con espacio físico adecuado, pero se necesitan dispositivos adicionales (Raspberry Pi, sensores).

Capacitación del personal	Se requiere capacitación para asegurar el manejo adecuado y mantenimiento del sistema.
Perspectiva sobre sostenibilidad	El módulo debe ser escalable y flexible, permitiendo la incorporación de nuevas tecnologías a futuro.

Tabla 3 Resultados de la entrevista

Fuente: Propia

3.6.2. ENCUESTA

La encuesta contribuirá al enfoque cuantitativo de la investigación subsiguiente, facilitando la creación de medidas estándar que posibilitarán la comparación de resultados a lo largo de un periodo de tiempo.

Los estudiantes de la carrera de software son los que participaran en la encuesta.

La encuesta tiene 10 preguntas teniendo temas muy específicos.

Pregunta 1:

¿Considera útil implementar un módulo didáctico de instrumentación en el laboratorio de Electrónica y Digitales?

Alternativa	Respuesta	Porcentaje
Sí	241	(97.6%)
No	6	(2.4%)

Tabla 4 Conocimiento de Node-RED

Fuente: Propia

Conclusión de la pregunta 1º

En los resultados obtenidos de la tabla 4 se concluye que en su mayoría considera útil implementar un modulo didáctico en el laboratorio en donde los estudiantes de todos los niveles respondieron lo siguiente 241 personas respondieron que SI y 6 que NO.

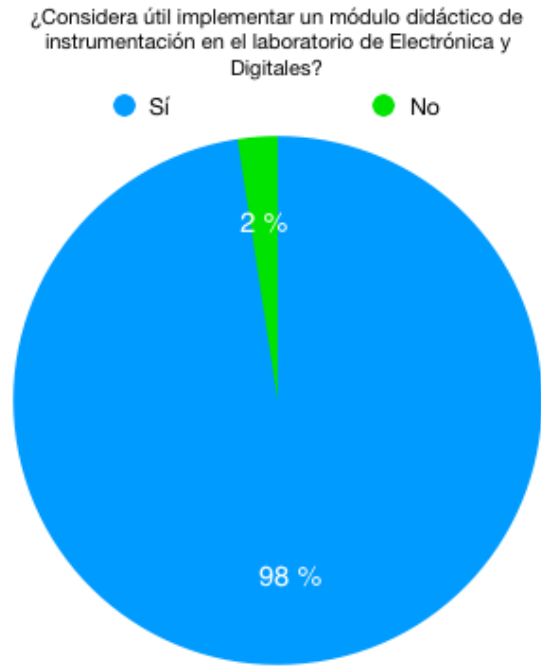


Ilustración 19 Respuesta a la pregunta 1

Fuente: Propia

Pregunta 2: ¿Cree que la integración con un servidor web como Node-RED es relevante para el aprendizaje práctico en esta área?

Alternativa	Respuesta	Porcentaje
Muy relevante	131	(53.04%)
Relevante	88	(35.63%)
Poco relevante	19	(7.69%)
Nada relevante	9	(3.64%)

Tabla 5 La importancia de aprender

Fuente: Propia

Conclusión de la pregunta 2º

En los resultados obtenidos de la tabla 5 se concluye que en su mayoría cree que la integración con un servidor web Node-RED es relevante para el aprendizaje práctico en esta área en donde los estudiantes de diferentes niveles respondieron lo siguiente 131

personas respondieron que MUY RELEVANTE, 88 personas que es RELEVANTE, 19 personas que es POCO RELEVANTE y 9 que es NADA RELEVANTE.

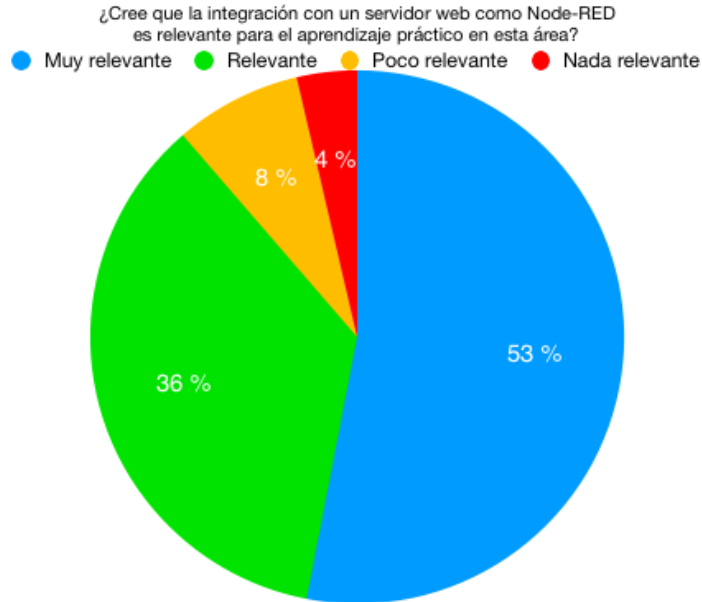


Ilustración 20 Respuesta de la pregunta 2

Fuente: Propia

Pregunta 3: ¿Está de acuerdo en que el uso de Mini PLC LOGO mejorará la comprensión de conceptos prácticos de instrumentación?

Alternativa	Respuesta	Porcentaje
Sí	198	(80.2%)
No	49	(19.8%)

Tabla 6 Interés de trabajar con sensores

Fuente: Propia

Conclusión de la pregunta 3°

En los resultados obtenidos de la tabla 6 se concluye que en su mayoría esta de acuerdo en que el uso de Mini PLC LOGO mejorara la comprensión de conceptos prácticos de instrumentación en donde los estudiantes de diferentes niveles respondieron lo siguiente 198 personas respondieron que SI y 49 que NO.

¿Está de acuerdo en que el uso de Mini PLC LOGO mejorará la comprensión de conceptos prácticos de instrumentación?

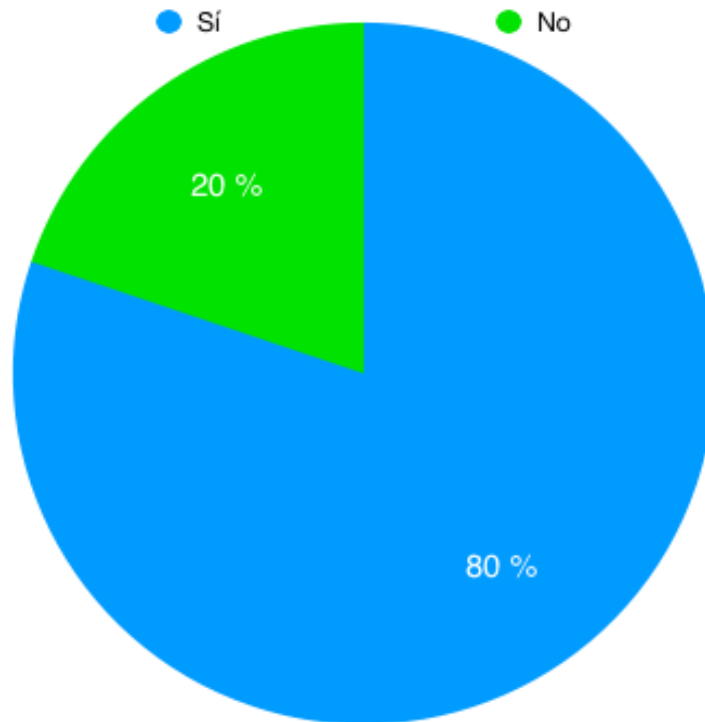


Ilustración 21 Respuesta de la pregunta 3

Fuente: Propia

Pregunta 4: ¿Cuenta con conocimientos básicos sobre instrumentación y automatización para usar este módulo?

Alternativa	Respuesta	Porcentaje
Sí	156	(63.2%)
No	91	(36.8%)

Tabla 7 Utilización de herramientas IoT

Fuente: Propia

Conclusión de la pregunta 4°

En los resultados obtenidos de la tabla 7 se concluye que en su mayoría ha cuenta con conocimientos básicos sobre la automatización en donde los estudiantes de diferentes niveles respondieron lo siguiente 156 personas respondieron que SI y 91 que NO.

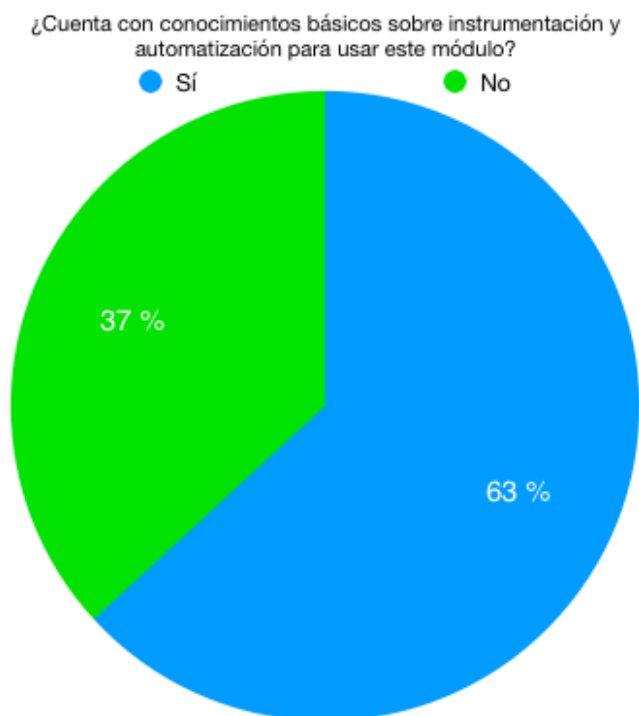


Ilustración 22 Respuesta pregunta 4

Fuente: Propia

Pregunta 5: ¿Cree que el personal docente y técnico está capacitado para manejar y enseñar con este módulo?

Alternativa	Respuesta	Porcentaje
Sí	209	(84.6%)
No	38	(15.4%)

Tabla 8 Raspberry Pi

Fuente: Propia

Conclusión de la pregunta 5°

En los resultados obtenidos de la tabla 8 se concluye que en su mayoría cree que los docentes están capacitados para manejar y enseñar con el módulo en donde los estudiantes de diferentes niveles respondieron lo siguiente 209 personas respondieron que SI y 38 que NO.

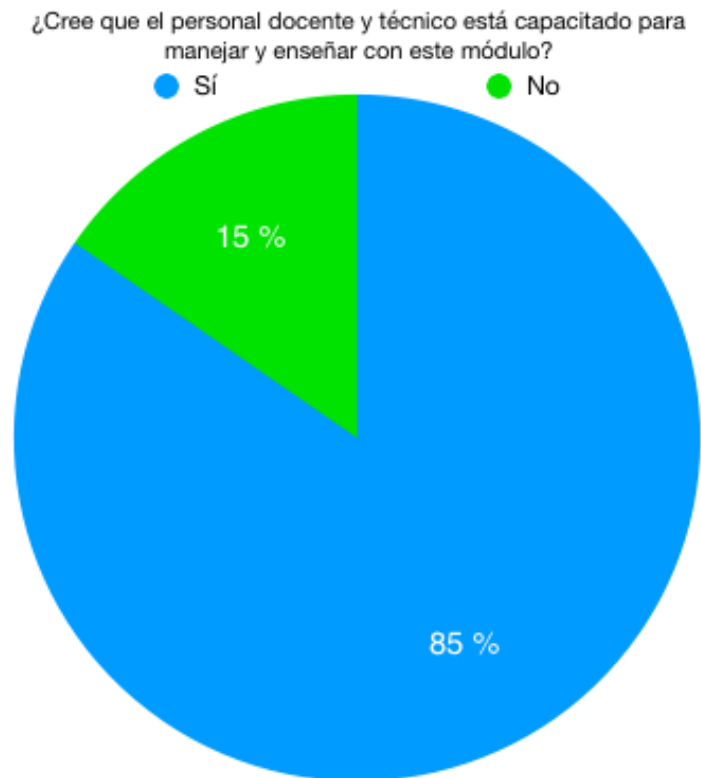


Ilustración 23 Respuesta de la pregunta 5

Fuente: Propia

Pregunta 6: ¿Considera que los estudiantes estarían interesados en aprender a través de este tipo de módulos interactivos?

Alternativa	Respuesta	Porcentaje
Muy interesados	116	(46.96%)
Interesados	93	(37.65%)
Poco interesados	29	(11.74%)
Nada interesados	9	(3.64%)

Tabla 9 Integración de tecnologías IoT

Fuente Propia

Conclusión de la pregunta 6°

En los resultados obtenidos de la tabla 9 se concluye que en su mayoría considera que los estudiantes estarían interesados en aprender a través de este tipo de módulos en

donde los estudiantes de diferentes niveles respondieron lo siguiente 116 personas respondieron que MUY INTERESADOS, 93 personas que INTERESADOS, 29 personas estas POCO INTERESADOS y 9 NADA INTERESADOS.

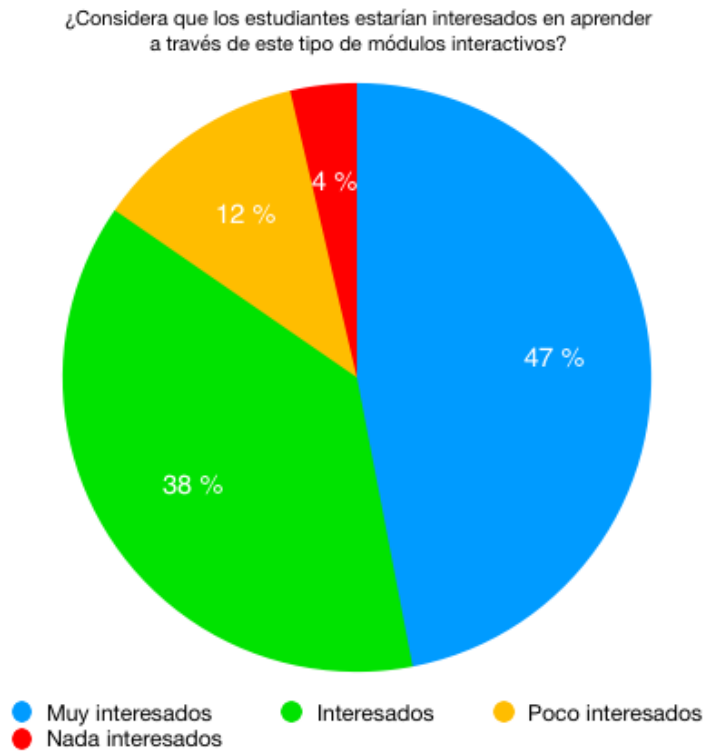


Ilustración 24 Respuesta pregunta 6

Fuente: Propia

Pregunta 7: ¿El laboratorio cuenta con los recursos necesarios para la instalación de este módulo (espacio, computadoras, conexión a internet)?

Alternativa	Respuesta	Porcentaje
Sí	225	(91.1%)
No	22	(8.9%)

Tabla 10 Sistema de control industrial

Conclusión de la pregunta 7º

En los resultados obtenidos de la tabla 10 se concluye que el laboratorio cuenta con lo necesario para la instalación de este modulo en donde los estudiantes de diferentes niveles respondieron lo siguiente 225 personas respondieron que SI y 22 que NO.

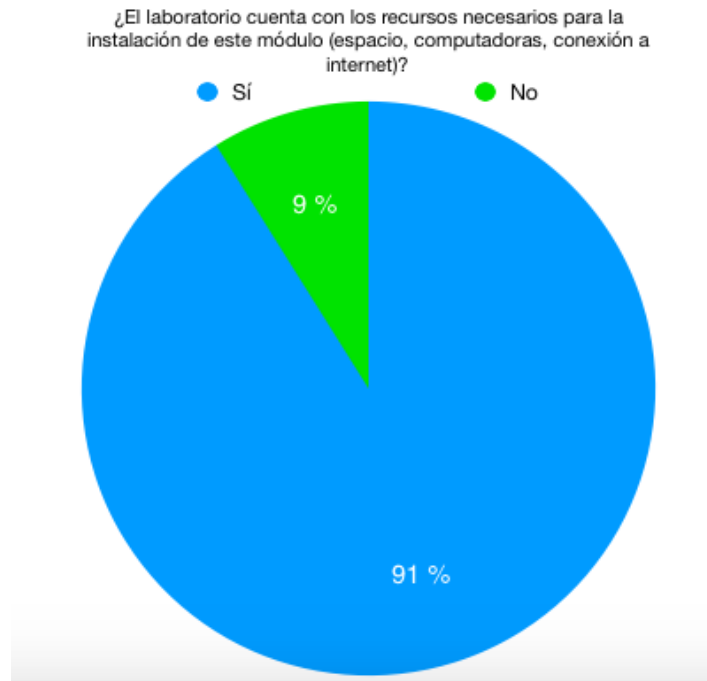


Ilustración 25 Respuesta pregunta 7

Fuente: Propia

Pregunta 8: ¿Estaría dispuesto a destinar tiempo adicional en sus prácticas para explorar las funcionalidades del módulo?

Alternativa	Respuesta	Porcentaje
Sí	241	(97.6%)
No	6	(2.4%)

Tabla 11 Implementación de Módulos

Conclusión de la pregunta 8°

En los resultados obtenidos de la tabla 11 se concluye que en su mayoría les gustaría destinar mas tiempo en sus practicas con el módulo en donde los estudiantes de

diferentes niveles respondieron lo siguiente 241 personas respondieron que SI y 6 que NO.

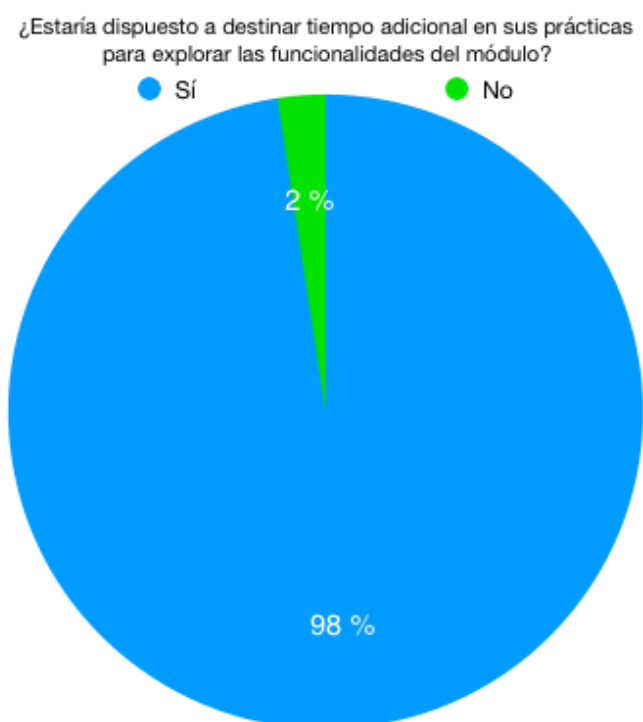


Ilustración 26 Respuesta pregunta 8

Fuente: Propia

Pregunta 9: ¿Cree que este módulo fortalecerá las competencias de los estudiantes en proyectos de automatización e instrumentación?

Alternativa	Respuesta	Porcentaje
Sí	212	(85.8%)
No	35	(14.2%)

Tabla 12 Participación en proyectos

Conclusión de la pregunta 9º

En los resultados obtenidos de la tabla 12 se concluye que en su mayoría cree que este modulo fortalecerá las competencias de los estudiantes en proyectos de automatización en donde los estudiantes de diferentes niveles respondieron lo siguiente 212 personas respondieron que SI y 35 que NO.

¿Cree que este módulo fortalecerá las competencias de los estudiantes en proyectos de automatización e instrumentación?

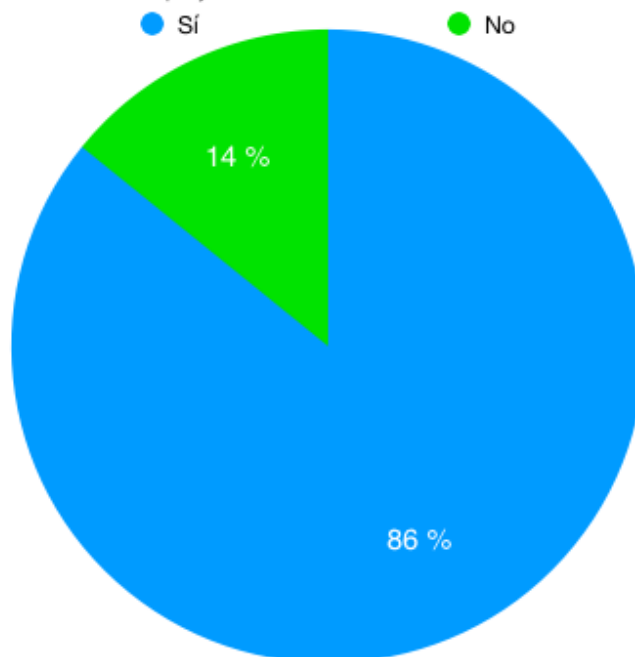


Ilustración 27 Respuesta pregunta 9

Fuente: Propia

Pregunta 10: ¿Considera que la implementación de este módulo facilitará la preparación de los estudiantes para el entorno laboral?

Alternativa	Respuesta	Porcentaje
Sí	241	(97.6%)
No	6	(2.4%)

Tabla 13 Uso de tecnología

Conclusión de la pregunta 10°

En los resultados obtenidos de la tabla 13 se concluye que en su mayoría consideran que la implementación de este modulo facilitara la preparación de los estudiantes para el entorno laboral en donde los estudiantes de diferentes niveles respondieron lo siguiente 241 personas respondieron que SI y 6 que NO.

¿Considera que la implementación de este módulo facilitará la preparación de los estudiantes para el entorno laboral?

● Sí

● No

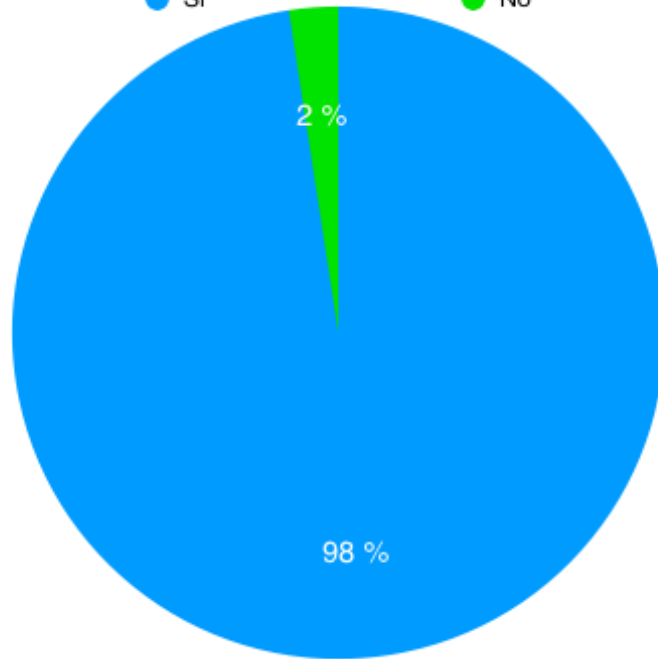


Ilustración 28 Respuesta pregunta 10

Fuente: Propia

4. CAPÍTULO IV

MARCO PROPOSITIVO

4.1. INTRODUCCIÓN

El diseño e implementación de un módulo didáctico de instrumentación con integración a un servidor web mediante Node-RED y un Mini PLC LOGO tiene como finalidad promover un aprendizaje práctico y dinámico en el ámbito educativo, especialmente en laboratorios de electrónica y sistemas digitales. Este enfoque busca combinar el uso de tecnologías avanzadas como los controladores lógicos programables (PLCs) y la conectividad proporcionada por plataformas de Internet de las Cosas (IoT) para crear un entorno interactivo que potencie la adquisición de competencias técnicas.

A través de la integración de herramientas como Node-RED, que facilita la programación basada en flujos y la comunicación entre dispositivos mediante protocolos como MQTT, y el empleo de sensores industriales y microcontroladores, se plantea una solución innovadora. Esta propuesta no solo responde a la necesidad de actualizar las metodologías educativas, sino que también permite la simulación y ejecución de escenarios reales en el manejo de datos, automatización y control.

La implementación de este módulo permitirá a los estudiantes comprender, diseñar y operar sistemas automatizados, desarrollando habilidades esenciales para la industria 4.0. Además, se fomenta la familiarización con tecnologías emergentes, sentando bases sólidas para su aplicación en proyectos industriales o educativos de mayor complejidad.

4.2. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

En este capítulo se detalla la propuesta de Implementación de un módulo didáctico de instrumentación con integración a un servidor web mediante Node-RED y un Mini PLC LOGO en el laboratorio de electrónica y sistemas digitales.

4.2.1. OBJETIVO

El principal objetivo de este proyecto es diseñar e implementar un módulo didáctico de instrumentación que integre un servidor web mediante Node-RED y un Mini PLC LOGO, orientado a mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje en laboratorios educativos. Este módulo busca facilitar la comprensión práctica de sistemas automatizados, fomentar el desarrollo de habilidades técnicas en la programación y configuración de controladores lógicos programables, así como promover la aplicación de tecnologías de la información y comunicación (TIC) en la educación.

Además, se pretende proporcionar un entorno interactivo que permita a los estudiantes experimentar con sensores, actuadores y microcontroladores en sistemas de control y automatización, al tiempo que se integran protocolos de comunicación como MQTT y bases de datos para la gestión y análisis de información en tiempo real. Este enfoque busca preparar a los estudiantes para enfrentar desafíos reales de la industria 4.0.

4.2.2. ALCANCE

El alcance del proyecto abarca el diseño, desarrollo e implementación de un módulo didáctico de instrumentación basado en el uso de un Mini PLC LOGO, integrado con un servidor web Node-RED. Este módulo está orientado a su uso en laboratorios educativos, con el objetivo de proporcionar a los estudiantes una herramienta práctica que permita la interacción con tecnologías de automatización e Internet de las Cosas (IoT).

4.2.3. BENEFICIO

El diseño e implementación del módulo didáctico propuesto aporta múltiples ventajas, tanto educativas como tecnológicas, destacando los siguientes beneficios:

- **Fortalecimiento del aprendizaje práctico**

Los estudiantes tienen la oportunidad de trabajar directamente con tecnologías modernas como el Mini PLC LOGO y Node-RED, lo que facilita la comprensión de conceptos abstractos mediante experiencias reales y aplicadas.

➤ **Fomento de competencias técnicas**

Proporciona un entorno de aprendizaje que integra áreas clave como la programación de PLC, manejo de protocolos de comunicación (como MQTT), y desarrollo de aplicaciones web en Node-RED, mejorando la preparación técnica de los estudiantes para el ámbito industrial.

➤ **Introducción al IoT y automatización**

Permite la interacción con tecnologías de Internet de las Cosas (IoT), promoviendo la adaptación de los estudiantes a las tendencias actuales de la industria 4.0.

➤ **Escalabilidad y adaptabilidad**

El módulo puede evolucionar para integrar nuevos sensores, dispositivos y aplicaciones, lo que lo hace flexible para cubrir necesidades futuras en la enseñanza de automatización.

➤ **Facilitación del análisis de datos**

Al integrar bases de datos MySQL, el módulo permite almacenar y analizar datos en tiempo real, introduciendo a los estudiantes al manejo de información y monitoreo industrial.

➤ **Conexión entre teoría y práctica**

Este proyecto cierra la brecha entre los conocimientos teóricos adquiridos en clase y su aplicación en contextos prácticos, fomentando una experiencia educativa integral. En general, el proyecto busca proporcionar un recurso que no solo enriquezca la educación en laboratorios técnicos, sino que también prepare a los estudiantes para enfrentar desafíos reales en entornos laborales modernos.

4.3. DETERMINACIÓN DE RECURSOS

4.3.1. HUMANOS

Nombre	Rol	Cargo
Delgado Holguin Kevin Joel	Estudiante de Ingeniería en Sistemas.	Encargada del diseño e implementación
Mero Romero Melanie Dayana	Estudiante de Ingeniería en Sistemas.	Encargada del diseño e implementación
Machuca Mike	Tutor de Proyecto.	Encargado de la gestión y administración en la coordinación y seguimiento del proyecto.

Tabla 14 Recursos humanos

Fuente. Propia

4.3.2. TECNOLOGICOS

Dispositivo	Detalle
PLC	Se utiliza como el nucleo de control del sistema, responsable de gestionar la entrada y salida de señales.
RASPBERRY PI	Este proporciona la capacidad de procesamiento.
MONITOR	Se utiliza como herramienta para la visualización en tiempo real.
LUCES PILOTO	Son utilizadas como indicadores visuales.
PULASADORES	Utilizados como dispositivos de entrada manual.

Tabla 15 Recursos Tecnológicos

Fuente. Propia

4.3.3. ECONÓMICOS

Costos para desarrollo			
Proforma:	Costos necesarios	Fecha:	15/10/2024
Cantidad	Descripción	Precio Unit.	Total
Presupuesto humano			
300	Horas de implementación y desarrollo	\$3,00	\$900,00
Otros gastos			
8	Internet	\$25,00	\$200,00
10	Energía Eléctrica	\$20,00	\$200,00
20	Transporte	\$15,00	\$300,00
		Subtotal	\$1.600,00
		Total	\$1.600,00

Tabla 16 Recursos Económicos

Fuente. Propia

4.4. DISEÑO DE LA ARQUITECTURA PROPUESTA

La planificación de la arquitectura es un paso fundamental al iniciar cualquier proyecto. Esta etapa es crucial, ya que nos ofrece una guía detallada sobre cómo proceder en el desarrollo, indicándonos qué elementos compondrán nuestro producto, cómo se organizarán y de qué manera interactuarán entre sí. Esta fase proporciona una estructura clara y definida para el camino a seguir durante el proceso de creación del software.

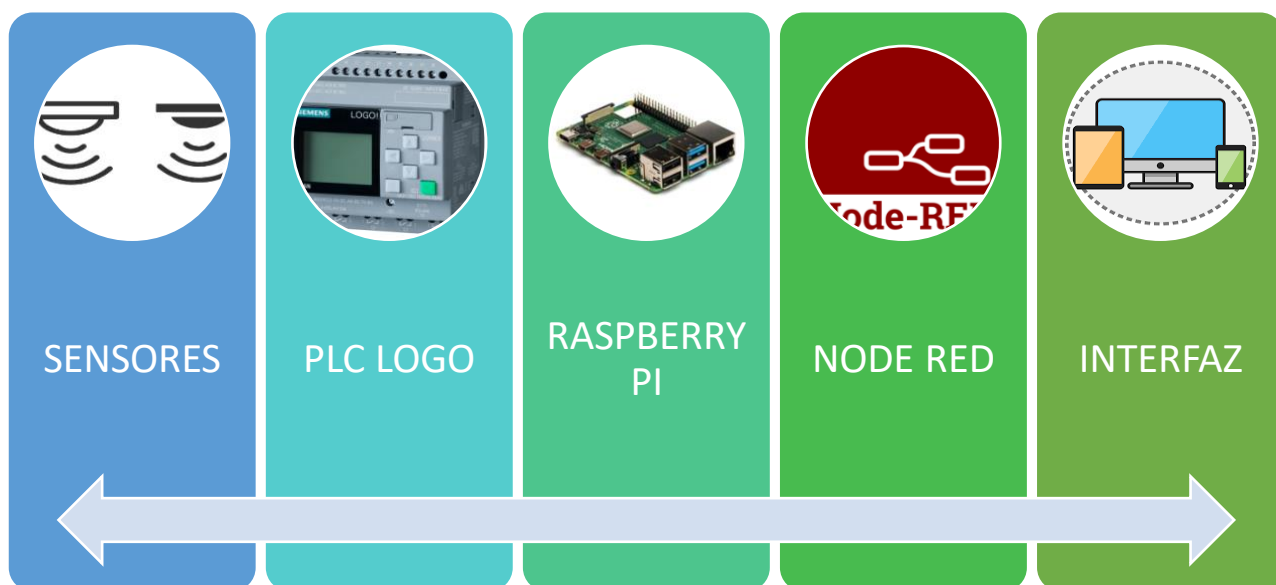


Ilustración 29 Arquitectura Propuesta

Fuente. Propia

En la Ilustración 29 se muestra la arquitectura propuesta para nuestro sistema, los pasos y lo que vamos a utilizar:

- Sensores.
- PLC Logo
- Node RED
- Raspberry Pi
- Interfaz de usuario

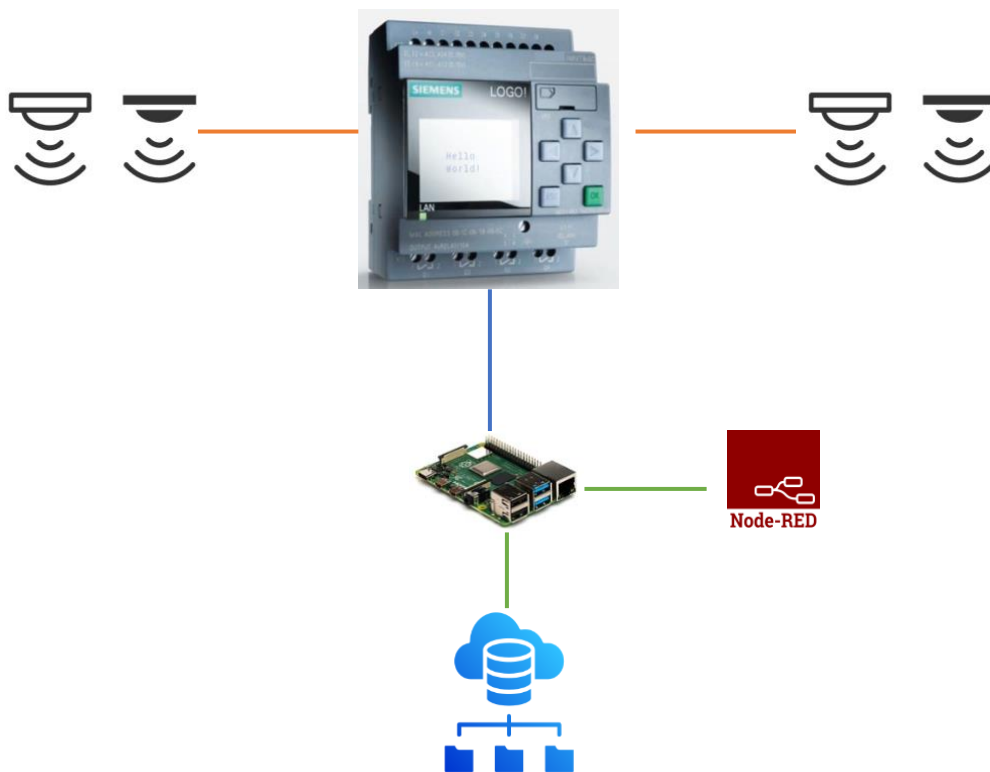


Ilustración 30 Arquitectura

Fuente. Propia

En la ilustración 21 se muestra la arquitectura más detallada: A continuación, detallamos una descripción general del protocolo y del método mediante el cual los dispositivos se comunicarán para llevar a cabo la propuesta establecida.

4.4.1.1. METODOLOGÍA DE DESARROLLO

Se empleará la metodología Top Down para llevar a cabo la implementación de la estructura de red propuesta destinada al monitoreo.

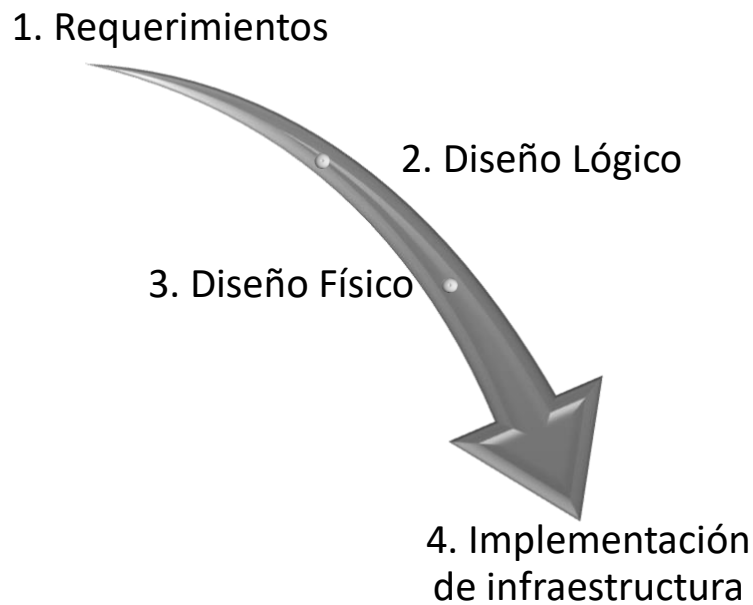


Ilustración 31 Fases de la metodología Top Down

Fuente. Propia

En la ilustración 27 se presentan las 4 fases que componen esta metodología y que se utilizarán para llevar a cabo la implementación de la infraestructura de red. La primera fase consiste en el análisis de requerimientos, durante la cual se identifican todas las necesidades específicas. Luego sigue el diseño lógico, donde se proyecta de manera teórica cómo se llevará a cabo el proceso. Posteriormente, se encuentra el diseño físico, en el cual se planifica qué componentes se utilizarán y cómo se conectarán entre sí. Por último, se encuentra la fase de implementación, que se basa en las fases anteriores para lograr una infraestructura que sea eficaz y segura.

Fase 1: Análisis de requerimientos.

El análisis de requerimientos representa el punto de partida esencial. Esta fase permite identificar y comprender a fondo todas las necesidades específicas del proyecto. Al comprender los requisitos clave, se establece una base sólida para el desarrollo posterior del proyecto. Esto lo realizaremos en base a la información recopilada de la

encuesta y entrevista con esto validamos el objetivo que tenemos y queremos obtener como resultados.

Fase 2: Diseño lógico.

El diseño lógico ofrece una visión teórica y estratégica de cómo se ejecutará el proyecto. Aquí es donde se establecen los planes y se definen las estrategias para cumplir con los requerimientos previamente identificados. Este paso crucial asegura que el proyecto se alinee con los objetivos y las metas establecidas.

Fase 3: Diseño físico.

El diseño físico, se concretan las ideas teóricas en una planificación tangible. En esta fase, se determinan los componentes específicos que se utilizarán y se establece cómo se conectarán entre sí para crear la infraestructura deseada. Es crucial para asegurar la viabilidad técnica y práctica del proyecto.

Fase 4: Implementación.

La fase de implementación representa el punto culminante del proceso, donde se lleva a cabo la materialización de todos los planes y diseños previos. Basándose en las fases anteriores, esta etapa busca garantizar que la infraestructura de red resultante sea tanto eficiente como segura.

4.5. IMPLEMENTACIÓN DE LA ARQUITECTURA PROPUESTA

A continuación, se detalla la aplicación práctica de la propuesta, siguiendo la arquitectura específica del Internet de las Cosas (IoT) elegida para este proyecto. Ahora se procederá a su implementación detallada y desarrollo concreto.

La implementación en el análisis de requerimientos del proyecto comprende identificar y detallar las necesidades funcionales y no funcionales que deben cumplirse para garantizar un sistema eficiente y educativo.

Requerimientos funcionales

Integración de dispositivos: El sistema debe permitir la comunicación entre el Mini PLC LOGO, la Raspberry Pi 4, sensores digitales, pulsadores, luces piloto y un monitor mediante protocolos como MQTT y S7.

Visualización de datos: Node-RED debe proporcionar una interfaz gráfica accesible para monitorizar y controlar las señales en tiempo real.

Gestión de señales: El sistema debe captar entradas (como los pulsadores) y generar salidas (como la activación de luces piloto) de manera eficiente.

Almacenamiento de datos: Registrar los datos en una base de datos (MySQL) para análisis posterior y evaluación del desempeño del módulo.

Requerimientos no funcionales

Escalabilidad: La arquitectura debe ser adaptable para agregar más sensores o dispositivos en el futuro.

Fiabilidad: El sistema debe operar sin interrupciones para garantizar la estabilidad del entorno educativo.

Usabilidad: La interfaz en Node-RED debe ser intuitiva para facilitar el aprendizaje de los estudiantes.

Seguridad: Asegurar la protección de los datos transmitidos y almacenados mediante protocolos seguros.

DISEÑO LÓGICO

El diseño lógico del sistema para el proyecto "Diseño e Implementación de un Módulo Didáctico de Instrumentación con Integración a un Servidor Web Node-RED mediante Mini PLC LOGO" puede estructurarse en los siguientes componentes clave:

Componentes del Diseño Lógico

Sensores digitales

Funcionan como entradas para captar datos del entorno.

Envían señales al Mini PLC LOGO, que interpreta las lecturas.

Mini PLC LOGO

Procesa las señales recibidas de los sensores y ejecuta las lógicas programadas.

Se conecta al sistema mediante Ethernet utilizando el protocolo S7.

Raspberry Pi 4 Model B

Funciona como intermediario entre el Mini PLC LOGO y Node-RED.

Maneja el protocolo MQTT para facilitar la comunicación de datos.

Controla la base de datos MySQL para almacenar información relevante.

Node-RED

Proporciona una interfaz gráfica para la monitorización y control de las señales del sistema.

Utiliza nodos especializados (S7, MQTT y MySQL) para conectar y gestionar los dispositivos.

Salidas Actuadoras

Luces piloto: Indican el estado de los procesos en tiempo real.

Pulsadores: Permiten la interacción directa del usuario con el sistema.

Otros actuadores que puedan ser integrados.

Monitor

Visualiza el estado del sistema mediante la interfaz de Node-RED.

Muestra gráficos y alertas en tiempo real para los usuarios.

DISEÑO FÍSICO

El diseño físico del sistema consiste en la implementación y disposición tangible de los componentes identificados en el diseño lógico. Para este proyecto, el diseño físico

se enfoca en la integración de equipos en un laboratorio, asegurando la funcionalidad y la correcta comunicación entre dispositivos. Los aspectos principales son:

Ubicación de los Componentes:

PLC y Raspberry Pi 4 Model B: Se instalan en un panel de control o en una carcasa segura para facilitar el acceso a conexiones y evitar interferencias externas.

Sensores digitales: Colocados estratégicamente para medir parámetros específicos, dependiendo del propósito del módulo didáctico (temperatura, presión, etc.).

Luces piloto y pulsadores: Montados en una placa frontal accesible para el usuario, permitiendo la interacción directa con el sistema.

Interconexión de Equipos:

- Se utilizan cables de datos y energía correctamente etiquetados para conectar sensores, actuadores, Raspberry Pi y PLC.
- La comunicación entre el Raspberry Pi y el PLC puede realizarse mediante protocolos como Modbus o Ethernet.

Infraestructura de Red:

- Se asegura una red local (LAN) robusta para la comunicación entre dispositivos, conectando el Raspberry Pi con el servidor Node-RED.
- Uso de switches y routers para gestionar el flujo de datos dentro del laboratorio.

Estaciones de Trabajo:

- Un monitor conectado a la Raspberry Pi para la visualización en tiempo real de las mediciones y las interacciones.
- Área para la manipulación de sensores y controladores por parte de los usuarios.

Seguridad:

- Sistemas de protección eléctrica, como fusibles y supresores de picos, para evitar daños a los equipos.
- Disposición de cables organizada para minimizar riesgos de tropiezos o desconexiones accidentales.

El diseño físico garantiza que el sistema no solo cumpla con su propósito educativo, sino que también sea seguro, accesible y eficiente dentro del laboratorio.

IMPLEMENTACIÓN

La implementación final del proyecto integra todos los componentes diseñados y desarrollados en las fases anteriores para conformar un módulo didáctico funcional en el laboratorio. Los pasos clave para la implementación son los siguientes:

Preparación del Entorno

- Se instala un panel de control en el laboratorio para montar los dispositivos principales: Mini PLC LOGO, Raspberry Pi 4 Model B, pulsadores, luces piloto, y sensores digitales.
- Se habilita la infraestructura de red necesaria, incluyendo un switch Ethernet, router y cableado estructurado para interconectar los dispositivos.
- Se configura un servidor Node-RED en el Raspberry Pi para gestionar las interacciones entre sensores, actuadores y el servidor web.

Conexión e Instalación de Dispositivos

- Los sensores digitales se colocan estratégicamente en el módulo, y sus salidas se conectan al Mini PLC LOGO para el monitoreo y control.
- Las luces piloto y los pulsadores se instalan en una interfaz accesible al usuario para permitir interacciones manuales con el sistema.

- El Raspberry Pi se conecta al Mini PLC LOGO mediante Ethernet, asegurando la compatibilidad de protocolos como Modbus o S7.

Configuración de Software

- En Node-RED, se diseñan flujos que procesan las señales recibidas de los sensores y ejecutan comandos hacia los actuadores.
- Se programan nodos específicos para gestionar la conexión MQTT (si aplica) y la interacción con la base de datos MySQL para registrar eventos y lecturas.
- Se implementa una interfaz web interactiva que permite a los estudiantes visualizar en tiempo real las mediciones de los sensores y controlar el sistema.

Pruebas del Sistema

- Se realizan pruebas funcionales de cada componente, verificando la comunicación entre el Mini PLC LOGO, Raspberry Pi y el servidor Node-RED.
- Se simulan condiciones de operación para evaluar el rendimiento del sistema y su capacidad para responder a eventos y comandos.
- Se documentan los resultados de las pruebas para identificar y corregir posibles fallos antes de la operación final.

Capacitación y Puesta en Marcha

- Se capacita al personal del laboratorio en el uso y mantenimiento del módulo didáctico.
- El sistema se integra al plan educativo del laboratorio, permitiendo a los estudiantes realizar prácticas relacionadas con instrumentación, control y tecnologías IoT.

Resultado Final

El módulo didáctico queda completamente funcional, con capacidad para enseñar conceptos de instrumentación y automatización a través de una experiencia práctica e interactiva, utilizando tecnologías avanzadas como Node-RED, Mini PLC LOGO y Raspberry Pi 4.

5. CAPÍTULO V

EVALUCIÓN DE RESULTADOS

5.1. INTRODUCCIÓN

En esta sección se presentan los resultados obtenidos tras la implementación del módulo didáctico de instrumentación basado en Node-RED, Raspberry Pi y un Mini PLC LOGO, diseñado para optimizar el aprendizaje práctico de procesos de automatización y control. Para el desarrollo y supervisión del proyecto, se utilizó una metodología ágil que permitió un control eficaz de las funcionalidades integradas en el sistema.

Se detallan los resultados derivados de la interacción entre los sensores digitales, el servidor IoT y los controladores, evidenciando una comunicación eficiente y una recopilación precisa de datos en tiempo real. Además, se analiza el desempeño del sistema, destacando su capacidad para simular procesos industriales, generar alertas automáticas y permitir la visualización interactiva de datos.

Finalmente, se evidencia el cumplimiento de los objetivos planteados, especialmente en el diseño y ejecución de una estructura lógica y física sólida, que fue evaluada mediante pruebas funcionales y de rendimiento, asegurando una experiencia de aprendizaje integral para los estudiantes.

5.2. PRESENTACIÓN Y MONITOREO DE RESULTADOS

En este apartado, se presentan los resultados obtenidos y se realiza un análisis continuo para evaluar el impacto tras la implementación del proyecto. Se prioriza la claridad y la precisión en la interpretación de los datos, utilizando gráficos sencillos y accesibles que permitan a los usuarios comprender fácilmente la información. Esto asegura que los resultados sean presentados de manera visualmente intuitiva, facilitando su análisis y comprensión por parte de todos los involucrados.

5.2.1. PRUEBAS DEL SISTEMA

➤ Pruebas de conectividad

Objetivo: Verificar que todos los dispositivos conectados (Raspberry Pi, PLC, sensores digitales, actuadores) se comuniquen correctamente mediante la red.

Procedimiento:

Conectar los dispositivos a la red Wi-Fi establecida.

Asegurarse de que los nodos del sistema reciban y envíen datos sin interrupciones.

Resultado esperado:

Todos los dispositivos aparecen en línea.

El servidor muestra la publicación y suscripción a tópicos sin errores.

➤ Pruebas de funcionalidad de los sensores digitales

Objetivo: Comprobar que los sensores envíen datos precisos y coherentes.

Procedimiento:

Activar los sensores digitales bajo condiciones controladas.

Registrar las lecturas en la interfaz de monitoreo.

Resultado esperado:

Los datos recopilados reflejan el estado real del entorno (ejemplo: temperatura o presencia detectada).

Las señales se visualizan en tiempo real en la aplicación web.

➤ Pruebas del PLC

Objetivo: Validar que el PLC interprete y ejecute las instrucciones recibidas.

Procedimiento:

Configurar el PLC para recibir comandos desde la Raspberry Pi.

Enviar órdenes simples como encender y apagar luces piloto.

Resultado esperado:

Las luces piloto responden correctamente a las órdenes.

No se presentan demoras en la ejecución.

➤ **Pruebas de la interfaz web**

Objetivo: Asegurar que la plataforma permita el monitoreo y control del sistema.

Procedimiento:

Acceder a la plataforma desde un navegador.

Interactuar con los gráficos y controles en tiempo real.

Resultado esperado:

Los datos se actualizan sin retrasos.

Las alertas y notificaciones se generan correctamente.

➤ **Pruebas de estrés**

Objetivo: Evaluar el desempeño del sistema bajo carga.

Procedimiento:

Incrementar el número de dispositivos conectados al servidor.

Simular el envío masivo de datos por parte de los sensores.

Resultado esperado:

El sistema sigue operando de manera estable sin pérdidas significativas de datos.

La latencia no supera los límites aceptables.

➤ **Pruebas de seguridad**

Objetivo: Validar que la comunicación esté protegida.

Procedimiento:

Simular intentos de acceso no autorizado.

Activar el cifrado de datos en el protocolo.

Resultado esperado:

Los intentos de acceso no autorizado son bloqueados.

La comunicación está cifrada y protegida.

5.3. INTERPRETACIÓN OBJETIVA

El análisis detallado de los resultados obtenidos a partir de la implementación del módulo didáctico conectado a la red permite evaluar el desempeño del sistema en la supervisión y control de los dispositivos integrados. Este proceso incluye la identificación de las fortalezas y áreas de mejora del diseño y la arquitectura desarrollada. A continuación, se destacan los elementos más relevantes del proyecto.

6. CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

Como conclusión podemos decir que el desarrollo del módulo didáctico de instrumentación, que integra el Mini PLC LOGO con el servidor web Node-RED, representa un avance significativo en la optimización de los procesos de enseñanza y aprendizaje en el laboratorio de Electrónica y Digitales de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías. A lo largo del proyecto, se cumplió con el diseño del esquema de integración, asegurando una comunicación fluida y confiable entre el hardware y el software, lo cual constituye la base funcional del sistema. Además, se realizó un análisis exhaustivo de los requerimientos técnicos y pedagógicos, lo que permitió alinear el diseño con las necesidades educativas específicas del laboratorio, asegurando su relevancia y efectividad.

El módulo implementado, configurado con precisión en sus componentes de hardware (Mini PLC LOGO) y software (Node-RED), facilita el monitoreo y control de variables, ofreciendo una experiencia práctica y accesible para los estudiantes. Este enfoque no solo refuerza la comprensión teórica, sino que también impulsa la adquisición de habilidades técnicas fundamentales para su formación profesional. Al proporcionar un entorno interactivo y moderno, este proyecto contribuye al desarrollo de competencias clave en el ámbito de la instrumentación y las tecnologías de la información, promoviendo una enseñanza dinámica, práctica y orientada a la innovación.

6.2. RECOMENDACIONES

Se sugiere ampliar el sistema incorporando más sensores y actuadores que permitan explorar nuevas aplicaciones prácticas.

Es importante realizar capacitaciones regulares para el personal docente y los estudiantes, asegurando un manejo óptimo de las tecnologías involucradas.

Finalmente, se recomienda llevar a cabo mantenimientos y evaluaciones periódicas del sistema para garantizar su sostenibilidad, funcionalidad, y adaptación a los avances tecnológicos en el ámbito educativo.

BIBLIOGRAFÍA

- 215-Article Text-816-1-10-20201124. (n.d.).
- Admin. (2021, October 21). *Sensores industriales: Su importancia en la automatización*. <https://www.edimar.com/sensores-industriales-su-importancia-en-la-automatizacion/>
- Arduino.cc. (n.d.). *Arduino uno*.
- Ba Villareal, & Angel Amisadai. (2021). *Desarrollo y diseño de una interfaz para una red de PLC's basada en internet de las cosas*. Universidad de Quintana Roo.
- Benedicto Basallote, D. (2022). *Diseño de una maleta portátil para realizar demostraciones de procesos de digitalización mediante node-red*. Universitat Politècnica de Catalunya.
- Caro, L. (n.d.). *7 Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos*.
- Fernández, Q., Elías, L., Pimampiro, D., & Pregrado, P. (n.d.). *UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE*.
- Inga Mariela Torres, P., & Karim Paz, I. (n.d.). *MÉTODOS DE RECOLECCION DE DATOS PARA UNA INVESTIGACIÓN*.
- Javier, I. E., & Moya, G. (n.d.). *ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA*.
- Lisboa, J. C. (n.d.). *Apuntes sobre métodos de investigación Notes on Research Methods*.
- López, F., & Ramírez, H. (2019). *PLC en la educación técnica: Un enfoque práctico*.
- Lova Raju, K., & Vijayaraghavan, V. (2020). IoT and Cloud hinged Smart Irrigation System for Urban and Rural Farmers employing MQTT Protocol. *ICDCS 2020 - 2020 5th International Conference on Devices, Circuits and Systems*, 71–75. <https://doi.org/10.1109/ICDCS48716.2020.243551>
- Luis Andrés Parra Aguirre. (2021). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE ENTRENAMIENTO BASADO EN DISPOSITIVOS DE AUTOMATIZACIÓN E INTERNET DE LAS COSAS*.
- Morales A, Alvares M, & Mircha J. (2016). *Manual de NodeJs*.
- Morales, F. (2012). *Conozca 3 tipos de investigación: Descriptiva, Exploratoria y Explicativa*. . 11(3).
- MQTT.org. (n.d.). *MQTT Protocol Overview*.
- MySQL, A. B. (2001). *MySQL*.
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio Sampling Techniques on a Population Study. In *Int. J. Morphol* (Vol. 35, Issue 1).
- Parra, A. (2020). *Segmentación de mercados: Qué es, tipos, ventajas y objetivos*.
- Quispillo Fares, A. M., & Quispillo Farez, L. G. (2023). *Diseño y desarrollo de un módulo didáctico de instrumentación con conexión al servidor web NODE-RED para el monitoreo y control del proceso con MINI PLC LOGO V 8.3 y RASPBERRY PI 4*.
- Robles, B. F. (2019). *Población y muestra*. 30(1), 245–246. <https://doi.org/10.22497/PuebloCont.301.30121>
- YVELOCIDAD, V. S. (2024). *VARIABLESDEUN SISTEMADECONTROLDEPOSICIÓN*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN.