



FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y ARQUITECTURA

CARRERA DE ELECTRICIDAD

TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL

TÍTULO DE INGENIERO ELÉCTRICO.

Modalidad Proyecto Técnico

TEMA:

“DISEÑO DE SISTEMA DE CONTROL DOMÓTICO UTILIZANDO

PLCS PANTALLA HMI Y WEB SERVER INTEGRADO.”

AUTOR:

ALARCÓN ZAMBRANO KEVIN JOEL

Asesor académico:

ING. CEDEÑO VILLAPRADO JUAN MIGUEL

MANTA – MANABÍ – ECUADOR

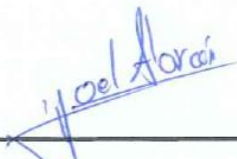
2025 (1)

AUTORIA DEL DOCENTE TUTOR

Quien se suscribe, **Alarcón Zambrano Kevin Joel**, con cedula de identidad N°1719889741, egresado de la carrera de Ingeniería en Electricidad de la Universidad Laica “Eloy Alfaro de Manabí”, declaro que el presente proyecto de titulación es de autoría mía, el contenido, resultado y conclusión obtenidas son de estricta responsabilidad del autor, teniendo como respaldo citas bibliográficas necesarias para el desarrollo del proyecto, respetando el derecho intelectual de cada autor citado. El patrimonio intelectual de este proyecto de titulación corresponde a la Universidad Laica “Eloy Alfaro de Manabí”.



ASESOR ACADÉMICO
Ing. Juan Cedeño Villapradp



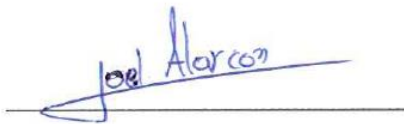
Estudiante
Alarcón Zambrano Kevin Joel

AUTORIA DEL PROYECTO

Yo, **Alarcón Zambrano Kevin Joel**, portador de la cédula de ciudadanía número **171988974-1**, estudiante de la carrera de Ingeniería en Electricidad de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la **Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí**, declaro bajo palabra de honor que el trabajo de titulación realizado bajo la modalidad de proyecto técnico, titulado **“Diseño de sistema de control domótico utilizando PLCs Logo, pantallas HMI y Web Server Integrado”**, ha sido elaborado de manera original, respetando los principios éticos, científicos y académicos que rigen la formación universitaria.

Afirmo que el contenido de este proyecto corresponde a mi autoría y que todas las fuentes consultadas han sido debidamente citadas conforme a las normas establecidas. Declaro, además, que no he incurrido en plagio, copia ni en ningún acto que atente contra la integridad académica.

EL AUTOR

A handwritten signature in blue ink, reading "Joel Alarcón", is written over a horizontal line.

Kevin Joel Alarcón Zambrano

171988971-1

Dedicatoria

Primero, agradezco a Dios por haberme permitido llegar hasta aquí, por darme la vida, la salud y por no soltarme la mano en los momentos de duda, cansancio o miedo. Sin su guía, nada de esto habría sido posible.

A mi mamita, Fátima Zambrano. No existen palabras suficientes para expresar todo lo que ha hecho por mí. Su esfuerzo incansable, su amor incondicional y su fe constante en mis capacidades han sido el motor que me impulsó cada día. Esta tesis no es solo un logro académico, sino también un reflejo de todo lo que ella sembró en mí. Gracias por ser madre, amiga, ejemplo, refugio y apoyo.

A mis hermanos, por acompañarme siempre con su cariño, paciencia y por ser mi equipo incondicional. Cada uno, a su manera, ha sido un motivo para seguir adelante y no rendirme. Los llevo conmigo en cada logro y en cada paso que doy.

A mis amigos esenciales, los verdaderos. Aquellos que estuvieron presentes en las buenas y en las malas, que comprendieron mis ausencias, que escucharon mis quejas y celebraron nuestras pequeñas victorias. Gracias por su apoyo sincero, por sus consejos, por sus bromas que aliviaron la carga y por recordarme que no estaba solo en este camino.

Gracias a todas las personas que, de alguna forma, contribuyeron a que hoy esté culminando esta etapa. Este logro es mío, pero también de ustedes, que estuvieron presentes.

Kevin Joel Alarcón Zambrano

Agradecimiento

Expreso mi más sincero agradecimiento a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí por brindarme la oportunidad de formarme como profesional y permitirme adquirir los conocimientos que hoy me permiten culminar esta etapa tan importante.

Agradezco de manera especial a la Facultad de Ingeniería Industrial, y Construcción, al cuerpo docente de la carrera de Ingeniería en Electricidad, por su dedicación, exigencia y compromiso en cada clase. Sus enseñanzas no solo fortalecieron mi formación técnica, sino también mi criterio profesional y mi ética.

A mi director de tesis, Ing. Cedeño Villaprado Juan Miguel, por su valioso acompañamiento durante el desarrollo de este proyecto, por su orientación oportuna, y por compartir su experiencia con generosidad y paciencia.

Reconozco también el apoyo recibido por parte del personal administrativo y técnico que, desde sus diferentes funciones, contribuyeron al desarrollo de mis estudios universitarios.

Finalmente, a todos mis compañeros y colegas de carrera, gracias por el compañerismo, por los momentos compartidos y por ser parte fundamental del camino recorrido. Este logro es resultado del esfuerzo colectivo, de las horas de estudio, las prácticas compartidas y el mutuo apoyo en los momentos más exigentes.

Kevin Joel Alarcón Zambrano

Resumen

El trabajo técnico desarrollado consiste en el diseño de un sistema de automatización domótica orientado a la eficiencia energética, aplicado al segundo piso del edificio de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería Industrial, y Construcción (FIIA-B08). Se emplea un PLC Logo de Siemens como unidad central de control, programado mediante el entorno Logo Soft Comfort V8.3, e integrado a una interfaz gráfica diseñada en Logo Web Editor (LWE), la cual se visualiza a través del servidor web embebido del controlador. La automatización abarca funciones de iluminación y climatización, dos de las variables con mayor impacto en el consumo energético de instalaciones académicas.

La lógica de control implementada responde a condiciones de horario, detección de presencia, niveles de temperatura y selección de modo (automático o manual), adaptándose a las características operativas de cada entorno. Las zonas automatizadas incluyen aulas, oficinas administrativas, pasillos y cuartos sanitarios, cada una con una programación específica basada en criterios de uso eficiente y confort. El diseño incluye además una propuesta de implementación física referencial, con selección técnica de materiales y estimación de costos, orientada a demostrar la viabilidad del sistema para futuras aplicaciones prácticas.

El sistema ha sido validado en entorno simulado, lo que permite evaluar su comportamiento sin requerir montaje físico. El enfoque aplicado y tecnológico prioriza la eficiencia energética como eje central del desarrollo domótico en contextos académicos, ofreciendo una solución escalable, funcional y adaptable a otras dependencias con requerimientos similares.

Palabras clave: Automatización domótica, eficiencia energética, PLC Logo, monitoreo web, control lógico, simulación.

Abstract

The technical work developed consists of the design of a home automation system focused on energy efficiency, applied to the second floor of the Electrical Engineering building at the Faculty of Industrial Engineering, Arts, and Construction (FIIA-B08). A Siemens PLC Logo is used as the central control unit, programmed through the Logo Soft Comfort V8.3 environment and integrated with a graphical interface designed in Logo Web Editor (LWE), which is displayed via the controller's embedded web server. The automation encompasses lighting and air conditioning functions, two of the variables with the highest impact on the energy consumption of academic facilities.

The implemented control logic responds to scheduled times, presence detection, temperature thresholds, and mode selection (automatic or manual), adapting to the operational characteristics of each environment. The automated zones include classrooms, administrative offices, hallways, and sanitary areas, each with specific programming based on criteria of efficiency and user comfort. The design also includes a referential physical implementation proposal, with technical selection of materials and cost estimation, aimed at demonstrating the system's feasibility for future practical applications.

The system has been validated within a simulated environment, allowing its behavior to be evaluated without the need for physical installation. The applied and technological approach prioritizes energy efficiency as the central axis of domotic development in academic contexts, offering a scalable, functional, and adaptable solution for other facilities with similar requirements.

Keywords: Home automation, energy efficiency, PLC Logo, web monitoring, logic control, simulation.

ÍNDICE

Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Resumen	vi
Abstract	vii
CAPÍTULO I:.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1 Título	1
1.1 Introducción	1
1.2 Antecedentes	3
1.3 Justificación	4
1.4 Propuesta.....	5
1.5 Objetivos.....	5
CAPITULO II	6
MARCO TEORÍOCO	6
2 Definición y Concepto de la automatización domótica	6
2.1 Origen y evolución de la domótica	7
2.2 Clasificación funcional de los sistemas domóticos	8
2.3 Plc Logo en la automatización domótica.....	11
2.4 Interfaz Web Server en Plc Logo para monitoreo remoto.....	16
2.5 Protocolos de comunicación en domótica y automatización.....	17
CAPITULO III METODOLOGÍA.....	20
3 Selección y justificación del entorno simulado	21
3.1 Herramientas y recursos de desarrollo	23
3.2 Procedimiento metodológico	23

CAPITULO IV	25
4 Diseño del entorno Domótico	25
4.2 Programación y lógica de control	26
4.3 Programación lógica por zonas	29
4.4 Propuesta de implementación física y estimación de inversión.....	42
4.5 Validación funcional del sistema automatizado mediante simulación en hardware	46
CAPITULO V	49
5 Conclusiones y recomendaciones	49
5.1 Conclusiones	49
5.2 Recomendaciones.....	50
6 Bibliografía	52

Índice de Figuras

Figura 1 Principales aplicaciones de la domótica	10
Figura 2	14
Figura 3	22
Figura 4 Esquema general del sistema automatizado por PLC Logo	26
Figura 5 Arquitectura de red Maestro–Esclavos en Logo Soft Comfort	27
Figura 6 Lógica de control programada para iluminación y climatización en un aula educativa.....	31
Figura 7 Lógica de control para climatización e iluminación en la secretaría y sala de profesores.	34
Figura 8 Lógica de control programada para iluminación en zonas de circulación.	37
Figura 9 Lógica de control automatizado para iluminación en los cuartos sanitarios	39
Figura 10 Panel gráfico web para control domótico en Logo Web Editor (LWE)	41

Índice de Tablas

Tabla 1 Selección técnica de materiales para automatización	43
Tabla 2 Estimación de componentes y costos para la implementación física del sistema domótico	45

CAPÍTULO I:

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1 Título

Diseño de un sistema de automatización domótica orientado a la eficiencia energética de bloque académico mediante PLC LOGO, pantalla HMI y servidor web simulado.

1.1 Introducción

En la actualidad, la automatización de entornos educativos e institucionales ha cobrado una creciente relevancia dentro del ámbito de la ingeniería eléctrica, especialmente por su potencial para optimizar recursos energéticos y mejorar las condiciones de confort y seguridad en espacios interiores. Uno de los enfoques más innovadores en este campo es la implementación de sistemas domóticos, los cuales permiten el control automatizado e inteligente de variables como la climatización, la iluminación, y otros servicios auxiliares mediante tecnologías de control programable.

En zonas geográficas de clima cálido, como la que rodea al presente estudio, el consumo energético derivado del uso de sistemas de climatización e iluminación constituye una proporción significativa de la demanda eléctrica en instituciones educativas. Según la Agencia Internacional de Energía (IEA, 2022), los edificios destinados a educación representan un alto consumo energético, siendo los sistemas de climatización responsables de hasta el 50 % del total en regiones cálidas, seguido por la iluminación y los equipos informáticos. Esta realidad evidencia la necesidad de implementar estrategias de eficiencia energética que permitan reducir el consumo sin afectar la calidad ambiental de los espacios educativos.

De acuerdo con el estudio de Lucas Zambrano y Godoy Monroy (2024), en el edificio de Ingeniería Civil y Electricidad, la climatización y la iluminación representan conjuntamente más del 80 % del consumo energético total. Ante esta realidad, se vuelve fundamental el desarrollo de soluciones tecnológicas que permitan gestionar de forma eficiente dichos recursos sin comprometer el bienestar de los usuarios.

El presente trabajo propone el diseño de un sistema domótico simulado orientado a la automatización de una oficina académica ubicada dentro de un entorno educativo, haciendo uso de controladores lógicos programables (PLC) de la serie LOGO de Siemens, una interfaz HMI y un servidor web integrado. El sistema está diseñado para gestionar de forma efectiva y remota las principales cargas eléctricas dentro de este entorno académico, tales como los sistemas de climatización y la iluminación, mediante la implementación de estrategias de control basadas en horarios, estados lógicos y condiciones ambientales simuladas.

Dado que el proyecto se llevará a cabo dentro de un entorno de simulación, las herramientas proporcionadas por el software de comodidad de logo soft se utilizarán para programar, visualizar y evaluar el rendimiento del sistema, eliminando así la necesidad de una implementación física. En consecuencia, se pretende evidenciar la factibilidad técnica del sistema propuesto, así como su posible influencia en la optimización del consumo energético y la mejora del confort ambiental en contextos laborales.

1.2 Antecedentes

En el ámbito de los espacios académicos y administrativos de las universidades, la utilización intensiva de sistemas de iluminación y climatización da lugar a un consumo significativo de energía, lo que plantea un reto en términos de sostenibilidad y costos operativos. En este contexto, la implementación de sistemas domóticos se configura como una solución efectiva para maximizar la eficiencia en el uso de recursos eléctricos y potenciar el bienestar de los usuarios.

La implementación de Controladores Lógicos Programables (PLC), como el modelo Logo de Siemens, facilita la integración de funciones tales como el encendido y apagado automático de luminarias o sistemas de climatización, a través de la utilización de sensores, horarios predefinidos o condiciones programadas (Siemens , 2020). Además, se incluye la implementación de servidores web, los cuales facilitan el monitoreo y control a distancia del sistema, lo que conlleva a una mejora en su accesibilidad y funcionalidad

Un estudio significativo en el ámbito educativo es el llevado a cabo por Bustamante Vázquez y Hernández Mosqueda (2022) , quienes desarrollaron una infraestructura de Internet de las Cosas (IoT) en instalaciones escolares con el propósito de gestionar de manera inteligente procesos tales como la iluminación, climatización. El proyecto evidenció un ahorro energético cercano al 20%, lo cual pone de manifiesto el potencial tangible de los sistemas domóticos implementados en instituciones educativas y respalda la viabilidad técnica de la propuesta presentada.

1.3 Justificación

En las instituciones de educación superior, así como en los centros educativos y en los entornos administrativos académicos, continúa existiendo una gestión manual de los sistemas de iluminación y climatización. Esta práctica implica la generación de activaciones superfluas, la extensión de los intervalos operativos y, como consecuencia, un uso energético ineficiente. Esta circunstancia no solo eleva los costos operativos de las instituciones educativas, sino que también restringe la capacidad de implementar controles adaptativos en función del uso real de los espacios, lo que repercute negativamente en la eficiencia en la gestión de recursos eléctricos.

La automatización a través de tecnologías accesibles, tales como los Controladores Lógicos Programables (PLC) LOGO, facilita la implementación de soluciones eficientes sin necesidad de recurrir a sistemas complejos o de elevadas inversiones económicas. Al integrarse con interfaces de Logo web editor (LWE) y servidores web, se permite la supervisión y control en tiempo real de variables eléctricas, tanto de manera local como remota, lo que favorece su implementación en contextos académicos donde existe una alta demanda energética.

Este proyecto propone una solución programable y escalable destinada a maximizar la eficiencia en el uso de recursos eléctricos, empleando lógicas de control fundamentadas en horarios, condiciones operativas. El desarrollo a través de simulación facilita la validación del comportamiento del sistema y la evaluación de su posible impacto en la eficiencia energética, sin necesidad de una implementación física, lo que enriquece las oportunidades de análisis y aplicación.

1.4 Propuesta

El proyecto propuesto implica el diseño de un sistema de control de automatización del entorno educativo destinado a automatizar las funciones de iluminación y control climático. Este sistema empleará un LOGO PLC de Siemens, una interfaz en (LWE) y un servidor web integrado. La solución facilitará la operación de cargas eléctricas según horarios y condiciones simuladas, optimizando su utilización a través de lógica programada. La comunicación Ethernet entre el (PLC) y los dispositivos facilitará la supervisión y el control, ya sea de forma local o remota, a través de un navegador web. La implementación del desarrollo se llevará a cabo a través de simulaciones utilizando LOGO Soft Comfort, lo que facilitará la validación del comportamiento del sistema y su impacto en la eficiencia energética, sin requerir una implementación física.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Diseñar un sistema de control domótico mediante PLC LOGO, interfaz LWE y servidor web integrado, orientado a la automatización y supervisión local y remota de iluminación y climatización, con enfoque en eficiencia energética.

1.5.2 Objetivos Especifico

- Determinar las variables a controlar para la automatización de iluminación y climatización.
- Programar el PLC LOGO para operar cargas eléctricas según condiciones definidas.
- Configurar la comunicación entre PLC, LWE y servidor web para monitoreo remoto.
- Simular y validar el sistema propuesto evaluando su eficiencia operativa.

CAPITULO II

MARCO TEORIÓCO

2 Definición y Concepto de la automatización domótica

La domótica consiste en la integración de sistemas de automatización, tecnologías informáticas y de comunicación orientadas a optimizar el confort, la seguridad y el uso eficiente de la energía en espacios funcionales. Este enfoque permite controlar de manera remota o centralizada distintos aspectos del entorno, como la iluminación, la climatización o la seguridad, a través de dispositivos interconectados.

Desde una perspectiva académica, Martínez y Arias Quintero (2021) , señalan que la domótica integra diversas tecnologías dentro del diseño funcional de los espacios habitables, permitiendo que múltiples sistemas puedan ser controlados de manera centralizada y automatizada, lo cual impacta directamente en la calidad de vida de los usuarios. Este tipo de integración se vuelve especialmente relevante en contextos donde el consumo energético debe ser gestionado con eficiencia, sin sacrificar el bienestar del usuario ni la operatividad del espacio.

En este sentido, Ramón Fernández (2022) sostiene que la domótica simboliza una evolución del concepto convencional de espacios habitables hacia un entorno automatizado, en el cual se implementan tecnologías inteligentes para la gestión de dispositivos eléctricos, tales como sistemas de iluminación, climatización, electrodomésticos y medidas de seguridad. Esto facilita un enfoque de gestión activa, adaptativa y remota, proporcionando al usuario la capacidad de monitorear o ajustar la funcionalidad de estos sistemas de acuerdo con requisitos específicos. La implementación de sistemas domóticos no se restringe exclusivamente al sector residencial, sino que también ha sido adoptada en edificaciones institucionales, comerciales e industriales, ajustándose a diversas escalas y grados de complejidad. Este enfoque adaptable

convierte a la domótica en una solución efectiva para contextos donde se demanda un control eficiente del consumo energético y una optimización de la experiencia funcional, particularmente en lo que respecta a sistemas como la iluminación y la climatización.

2.1 Origen y evolución de la domótica

La domótica, definida como la automatización y el control inteligente de espacios habitables, se origina en los desarrollos tecnológicos de las décadas de 1960 y 1970. Uno de los hitos iniciales en el desarrollo de la tecnología de control de iluminación fue la invención del dimmer en 1959 por Joel Spira. Este dispositivo facilitó la regulación de la intensidad lumínica, lo que constituyó un avance significativo hacia el control automatizado en espacios habitables (Remihome, 2022).

El Instituto Nacional de Aprendizaje (INAD, 2020) indica que, en 1976, la empresa Pico Electronics implementó el protocolo X10, lo cual posibilitó la interacción entre dispositivos electrónicos mediante la infraestructura eléctrica existente, y promovió la automatización de funciones esenciales en entornos habitables.

Entre las décadas de 1980 y 1990, la automatización del hogar experimentó una expansión sustancial, caracterizada por la integración de microprocesadores y el avance de sistemas más sofisticados que incorporaron funciones de seguridad, control climático y entretenimiento. La progresión de las tecnologías de la información y la comunicación ha facilitado una mayor interconectividad y supervisión de los dispositivos domésticos (Fenercom, 2007).

Con el advenimiento del siglo XXI, la domótica ha experimentado un crecimiento significativo gracias a la expansión de Internet y al avance del (IoT), lo que ha facilitado el control remoto y la automatización sofisticada de diversos dispositivos y sistemas en entornos

habitables. La convergencia de tecnologías inalámbricas junto con el desarrollo de asistentes virtuales ha facilitado la accesibilidad y personalización de la domótica permitiendo así una adaptación más acorde a las necesidades y preferencias individuales de los usuarios (CEI, 2023).

En la actualidad, la domótica atraviesa un proceso de evolución constante gracias a la incorporación de la inteligencia artificial y el aprendizaje automático. Estas tecnologías permiten el diseño de sistemas capaces de anticiparse y adaptarse a las necesidades de los usuarios, lo que se traduce en mejoras en eficiencia energética, seguridad y confort dentro de los espacios. De esta manera, la domótica ha dejado de ser considerada un lujo para convertirse en una herramienta esencial en la creación de entornos inteligentes y sostenibles.

2.2 Clasificación funcional de los sistemas domóticos

Los sistemas de automatización del hogar suelen organizarse en cinco grandes categorías, gestión de la energía, confort, seguridad, comunicaciones y accesibilidad. Esta clasificación permite entender con mayor claridad cómo la domótica contribuye al uso eficiente de los recursos, al bienestar de los usuarios y a la correcta operación de los espacios habitables.

2.2.1 Gestión Energética

La automatización contribuye a reducir el consumo energético mediante una gestión más eficiente de cargas como la iluminación y los sistemas de climatización. De acuerdo con Repsol (2023), “la domótica facilita la programación de la activación y desactivación de la iluminación, la regulación de la temperatura y la administración de electrodomésticos con el objetivo de disminuir el consumo energético” (párr. 3). Este tipo de programación inteligente se adapta a los horarios, a la ocupación de los espacios y a las condiciones ambientales, favoreciendo un uso más racional de la energía.

2.2.2 Confort

La posibilidad de personalizar los entornos constituye otro beneficio esencial. Según López Rivera (2021), los sistemas de domótica permiten ajustar los espacios a las necesidades de cada usuario mediante la gestión y regulación automatizada de distintos parámetros del entorno. Estos parámetros abarcan la iluminación, la temperatura, la ventilación y otros factores ambientales que inciden directamente en la calidad de vida dentro de los espacios habitables. En este sentido, la automatización no solo contribuye a mejorar el confort físico, sino que también favorece la productividad, facilita el ahorro energético y promueve el bienestar general. Además, estos sistemas permiten crear ambientes personalizados que se ajustan a los hábitos, preferencias y rutinas diarias de los usuarios, lo cual incrementa notablemente la comodidad y eficiencia en la vida cotidiana.

Entre los servicios orientados al confort que la domótica puede gestionar de forma automática, se encuentran los siguientes:

a) Laminación:

1. Apagado general de todas las luces de los espacios automatizados.
2. Automatización del apagado y encendido en cada punto de luz.
3. Regulación de la iluminación según el nivel de luminosidad ambiente.
4. Control a distancia o automatización de una zona de iluminación.
5. Programación de escenas de simulación antirrobo, para periodos vacacione el dueño no se encuentre en la vivienda.

a) Elementos de accesos:

1. Sistema de acceso a puertas.
2. Integración del portero al teléfono.

3. Gestión de persianas, toldos y ventanas.
4. Riego automático
5. Gestión multimedia y del ocio electrónico.

Figura 1

Principales aplicaciones de la domótica



Nota. Fuente, Geomotica, 2016.

2.2.3 Seguridad

La incorporación de sensores y dispositivos de alerta incrementa significativamente la seguridad. Por ejemplo, López Rivera (2021) destaca que estos sistemas permiten “recibir notificaciones en tiempo real ante situaciones de riesgo, como incendios o accesos no autorizados” (p. 22). Además, algunas configuraciones permiten que el sistema tome decisiones automáticas como cortar la energía o cerrar accesos, sin intervención del usuario.

2.2.4 Comunicaciones

Muchos sistemas permiten controlar el entorno a través de plataformas conectadas a la red. En palabras de López Rivera (2021), “las tecnologías de comunicación permiten el acceso remoto y la monitorización de los sistemas desde dispositivos móviles”, lo que incrementa el control y la flexibilidad operativa. Esta capacidad resulta clave en proyectos que requieren supervisión a distancia.

2.2.5 Accesibilidad.

Finalmente, la automatización también responde a las necesidades de inclusión. López Rivera (2021) sostiene que la domótica puede mejorar la calidad de vida de las personas con movilidad reducida mediante comandos por voz o la programación de rutinas automáticas. Esto contribuye a eliminar barreras en el entorno y favorece la autonomía de los usuarios. En síntesis, la clasificación funcional de los sistemas domóticos no solo organiza de manera técnica sus aplicaciones, sino que también refleja su impacto en la gestión eficiente de los recursos, la optimización del ambiente y la promoción de la accesibilidad universal.

2.3 Plc Logo en la automatización domótica

El PLC Logo de Siemens es un controlador lógico programable diseñado para aplicaciones de automatización a pequeña escala. Su estructura compacta y modular, junto con la sencillez de su programación, lo convierten en una opción versátil para distintos escenarios, entre ellos los sistemas de automatización domótica. Gracias a sus prestaciones, es posible gestionar funciones como la iluminación, el control climático y la administración de accesos, ofreciendo una solución eficiente y flexible para entornos automatizados actuales.

2.3.1 Características técnicas del PLC LOGO

El PLC Logo se caracteriza por su flexibilidad y por la capacidad de adaptarse a diferentes requerimientos de automatización. Según Trento (2022) este controlador ha evolucionado incorporando funciones avanzadas como el manejo de entradas y salidas digitales y analógicas, la comunicación mediante Ethernet con otros dispositivos, la integración de un servidor web y la posibilidad de conexión a la nube.

El controlador que se empleará para el desarrollo de esta tesis corresponde al PLC Logo 230RCE de Siemens. Este modelo forma parte de la familia de controladores lógicos programables LOGO, diseñada para aplicaciones de automatización a pequeña escala.

Entre sus características técnicas se destacan las siguientes:

- Fuente de alimentación: admite un rango de entrada de 115 a 240 V AC/DC, lo que garantiza versatilidad en su conexión a distintos sistemas de potencia.
- Entradas: dispone de 8 entradas digitales aptas para señales AC/DC.
- Salidas: cuenta con 4 salidas a relé, con capacidad de hasta 10 A cada una, adecuadas para maniobras directas de cargas eléctricas.
- Conectividad: integra de manera nativa una interfaz Ethernet, que permite la comunicación con otros dispositivos, la configuración remota y el acceso mediante un servidor web incorporado.
- Almacenamiento: incluye ranura para tarjeta microSD, destinada a guardar programas y datos de operación.
- Montaje y protección: se instala sobre riel DIN de 35 mm, con grado de protección IP20, apropiado para tableros eléctricos en entornos controlados.

- Expansión: admite módulos adicionales de entradas y salidas, lo que amplía su capacidad y flexibilidad de integración en proyectos de automatización.

Estas especificaciones técnicas del PLC Logo se encuentran detalladas en la documentación oficial proporcionada por Siemens (2020).

En resumen, el PLC Logo de Siemens ofrece una solución compacta y versátil para la automatización de sistemas domóticos, combinando características técnicas robustas con opciones de expansión y comunicación que facilitan su integración en diversos entornos.

2.3.2 Capacidades de programación

El PLC Logo de Siemens destaca por la sencillez de su programación, lo que lo convierte en una alternativa adecuada para proyectos de automatización de pequeña escala. Su configuración se realiza a través del software Logo Soft Comfort, que ofrece una interfaz gráfica intuitiva basada en bloques funcionales y permite a los usuarios diseñar y simular programas de manera práctica y eficiente (Aula21, 2022).

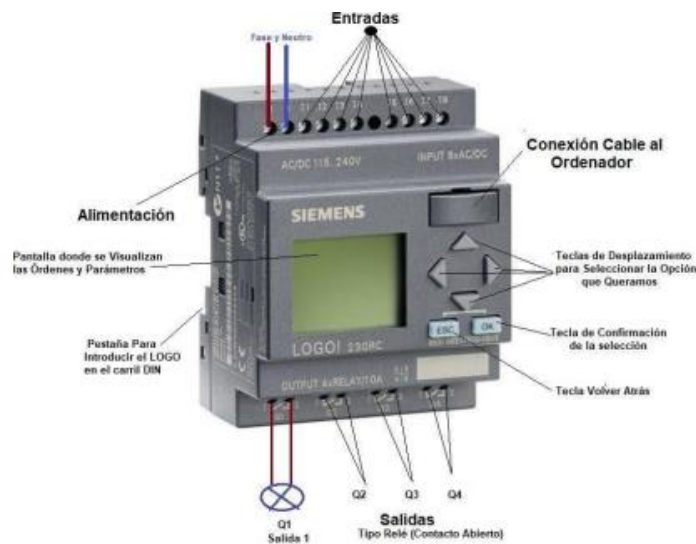
De acuerdo con Trento (2022) “este software habilita la ejecución de funciones lógicas elementales, temporizadores, contadores y operaciones aritméticas, entre otros”. Asimismo, ofrece la posibilidad de crear programas complejos mediante la integración de bloques funcionales, lo que facilita su adaptación a distintos requerimientos de automatización. Uno de los principales beneficios del PLC Logo es su capacidad de simular programas antes de la implementación física, reduciendo los errores y optimizando el tiempo de desarrollo. A ello se suma la opción de monitoreo en tiempo real y la modificación de parámetros durante la operación, lo que brinda a los usuarios un mayor grado de flexibilidad y control.

En el ámbito de la domótica, estas capacidades de programación permiten automatizar funciones como la gestión de la iluminación, la climatización y los sistemas de seguridad, lo que

se traduce en una mayor eficiencia energética y en un incremento del confort en los espacios habitables. La combinación de una interfaz de programación sencilla con prestaciones avanzadas convierte al PLC Logo en una opción versátil y eficaz para proyectos de automatización tanto en entornos residenciales como en aplicaciones comerciales (Trento, 2022).

Figura 2

Pardes de plc logo de siemens



Nota. Fuente: Aula (2022).

2.3.3 Capacidades de comunicación del PLC LOGO

El PLC Logo de Siemens ha experimentado una evolución notable en sus capacidades de comunicación, ajustándose a las exigencias de la automatización contemporánea y a la integración en sistemas de domótica. Estas capacidades posibilitan una interacción eficiente con otros dispositivos y sistemas, lo que favorece la implementación de soluciones de automatización más complejas y conectadas.

Una de las características sobresalientes del PLC Logo es su interfaz Ethernet incorporada, la cual facilita la comunicación con otros dispositivos y sistemas mediante el uso de protocolos estándar. Esto abarca la habilidad para establecer interconexiones con otros módulos

PLC Logo, así como con controladores de la serie SIMATIC, tales como los modelos S7-1200 y S7-1500, mediante la utilización del protocolo S7. Asimismo, el PLC Logo es compatible con el protocolo Modbus TCP, el cual es predominantemente utilizado en contextos industriales y en la automatización de edificaciones.

La versión 8.3 del PLC Logo incorpora la funcionalidad de conexión a servicios en la nube a través del protocolo MQTT, lo que posibilita la recopilación y el análisis de datos en tiempo real, así como la supervisión y el control remoto de los sistemas automatizados. Esta característica resulta de particular importancia en el ámbito de la domótica, dado que la integración con plataformas basadas en la nube puede potenciar la eficiencia energética y el bienestar de los usuarios.

Asimismo, el PLC Logo dispone de un servidor web integrado que facilita la visualización y el control de los procesos automatizados mediante un navegador web, eliminando la necesidad de software adicional. Esto promueve una supervisión y un mantenimiento más efectivos de los sistemas, ya que los usuarios pueden acceder a la información y realizar modificaciones desde cualquier dispositivo conectado a la red.

En síntesis, las funcionalidades de comunicación del PLC Logo, que abarcan la conectividad Ethernet, la compatibilidad con protocolos estándar y el acceso a servicios en la nube, lo establecen como una solución versátil y eficaz para la automatización de sistemas de domótica y otras aplicaciones de menor envergadura. Las características técnicas del PLC Logo delineadas en la presente sección se han obtenido a partir de la documentación oficial suministrada por Siemens (2025).

2.4 Interfaz Web Server en Plc Logo para monitoreo remoto

El logo del PLC de Siemens incorpora un servidor web que facilita la supervisión y el control remoto de sistemas automatizados mediante el uso de navegadores web convencionales. Esta característica resulta particularmente beneficiosa en el ámbito de la automatización del hogar, donde la accesibilidad y la usabilidad se constituyen como aspectos esenciales.

Para activar el servidor web, es imprescindible configurar el acceso utilizando el software Logo Soft Comfort, eligiendo la opción pertinente en la configuración del dispositivo. Una vez que se ha habilitado, es posible acceder al servidor web introduciendo la dirección IP del PLC Logo en un navegador compatible, tales como Google Chrome, Mozilla Firefox o Microsoft Edge. La interfaz web ofrece datos en tiempo real acerca del estado del sistema, abarcando las entradas y salidas digitales, las variables analógicas, así como los diagnósticos correspondientes del dispositivo.

De acuerdo con el manual de Siemens (2020), "el servidor web integrado facilita la visualización y el control de los procesos automatizados mediante un navegador web, sin requerir software adicional" (p. 242). Esta característica optimiza la supervisión y el mantenimiento de los sistemas, permitiendo a los usuarios acceder a la información y llevar a cabo ajustes desde cualquier dispositivo conectado a la red.

Asimismo, el servidor web habilita la generación de páginas personalizadas a través de la utilización de (LWE), una herramienta que simplifica el diseño de interfaces gráficas adaptadas a las necesidades particulares del usuario. Estas páginas pueden incorporar elementos interactivos tales como botones de control, indicadores de estado y gráficos de tendencias, proporcionando así una experiencia de monitoreo más intuitiva y eficiente.

De acuerdo con la información proporcionada en el manual de Siemens (2020, pág. 248), el (LWE) habilita a los usuarios para diseñar páginas web personalizadas que pueden ser visualizadas mediante el servidor web integrado del PLC Logo. Estas páginas pueden estructurarse para mostrar información específica del sistema y ofrecer controles interactivos para la operación remota. La posibilidad de acceder y gestionar el sistema a través del servidor web del PLC Logo contribuye significativamente a incrementar la flexibilidad y la eficiencia de las instalaciones de automatización. Esta funcionalidad permite que los usuarios puedan supervisar y modificar parámetros desde cualquier ubicación con acceso a Internet.

2.5 Protocolos de comunicación en domótica y automatización

En los sistemas domóticos y de automatización, los protocolos de comunicación son fundamentales para garantizar la interoperabilidad y el funcionamiento eficiente de los dispositivos. Estos protocolos establecen las reglas y formatos para el intercambio de información entre los componentes del sistema, permitiendo la integración de dispositivos de diferentes fabricantes y tecnologías

2.5.1 Protocolo TCP/IP

El conjunto de protocolos TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*) es la base de las comunicaciones en redes informáticas, incluyendo las aplicaciones domóticas. Este conjunto permite la transmisión de datos a través de redes locales e Internet, facilitando el control y la supervisión remota de dispositivos domóticos.

TCP se encarga de dividir la información en paquetes y asegurarse de que lleguen correctamente, mientras que IP se ocupa de direccionarlos. Gracias a esta arquitectura, se puede acceder a controladores como el PLC Logo desde cualquier navegador mediante una dirección IP asignada al dispositivo.

Según Logicbus (2024), “MODBUS TCP/IP es una variante de la familia MODBUS de protocolos de comunicación simples y neutrales para la supervisión y el control de equipos de automatización. Específicamente, cubre el uso de la mensajería MODBUS en un entorno ‘Intranet’ o ‘Internet’ utilizando los protocolos TCP/IP

2.5.2 Protocolo MQTT

El protocolo MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*) está diseñado para comunicaciones eficientes y seguras en entornos con recursos limitados, como redes inalámbricas o dispositivos IoT. Su funcionamiento se basa en un modelo de publicador-suscriptor: los dispositivos que generan datos los publican en un servidor (*broker*), y los interesados se suscriben para recibirlos.

Una gran ventaja de MQTT es su bajo consumo de ancho de banda, lo que lo hace ideal para sistemas domóticos donde se busca eficiencia y rapidez de respuesta, como encender luces automáticamente o recibir alertas desde sensores.

De acuerdo con Amazon Web Services (2024), el protocolo MQTT es especialmente adecuado para aplicaciones que requieren una comunicación ligera, fiable y basada en estándares, características que lo hacen ideal para entornos de IoT y dispositivos con recursos limitados.

2.5.3 Servidor web http

El servidor web incorporado en el PLC Logo representa un recurso esencial dentro del proyecto, dado que facilita el acceso a la información del sistema mediante un navegador web estándar, como Google Chrome, Mozilla Firefox o Microsoft Edge.

Esta característica permite a los usuarios observar en tiempo real el estado de las entradas y salidas, supervisar variables analógicas y realizar ajustes de forma remota, sin requerir la

instalación de software adicional. Además, la utilización del editor web del logo permite la creación de páginas web personalizadas con botones, indicadores y gráficos, facilitando así una interacción intuitiva que se alinea con los requisitos del entorno académico en el que se implementará el sistema.

2.5.4 Ethernet

El PLC Logo dispone de una interfaz Ethernet integrada que posibilita la comunicación directa con otros controladores y computadores. Esta característica se constituye como la base del sistema desarrollado en la tesis, ya que permite conectar el controlador con la red local para realizar la supervisión y control de las variables del sistema de domótica. Gracias a Ethernet, es posible enlazar el PLC Logo con otros dispositivos de la misma familia, así como con controladores de mayor capacidad, como los SIMATIC S7-1200 o S7-1500, en caso de ampliaciones futuras. La utilización de este protocolo garantiza una transmisión confiable de datos y asegura la interoperabilidad dentro de la infraestructura de red de la institución educativa.

“La elección del protocolo adecuado depende del tipo de instalación, de si se desea una red cableada o inalámbrica, y del grado de interoperabilidad requerido entre dispositivos de distintas marcas” (Area Tecnológica, 2024).

CAPITULO III

METODOLOGÍA

El sistema domótico propuesto se desarrolla bajo un enfoque técnico-aplicado, orientado al diseño de una solución funcional de automatización que optimice el uso de los recursos energéticos en entornos académicos. El objetivo principal es implementar un sistema de control lógico programado (PLC Logo de Siemens) capaz de gestionar de manera eficiente la iluminación y la climatización, variables que representan un porcentaje significativo del consumo energético en este tipo de instalaciones.

La metodología adoptada corresponde a un diseño técnico sustentado en la simulación virtual del sistema mediante el entorno Logo Soft Comfort V8.3, herramienta que permite la programación, verificación y ajuste de la lógica operativa utilizando el lenguaje de bloques funcionales (FBD). Este procedimiento posibilita la evaluación del desempeño del sistema bajo distintas condiciones operativas, sin necesidad de intervenir físicamente en la infraestructura real, garantizando un entorno controlado y reproducible para las pruebas.

De manera complementaria, se implementa el uso de Logo Web Editor (LWE) como interfaz HMI del proyecto. Esta herramienta permite la creación de páginas gráficas de supervisión y control que facilitan la interacción del usuario con el sistema a través de un navegador web. Con LWE es posible diseñar botones, indicadores y elementos visuales que reflejan en tiempo real el estado de las entradas y salidas programadas en el PLC Logo, constituyendo un puente entre la lógica de control y la experiencia del usuario.

En conjunto, esta metodología no solo contempla la validación de la lógica de control, sino también la evaluación del entorno de monitoreo remoto mediante la interfaz gráfica, asegurando que la propuesta cumpla con criterios de accesibilidad, eficiencia y usabilidad.

Asimismo, esta estrategia establece una base sólida para una futura implementación física en condiciones reales, alineada con los objetivos de sostenibilidad y eficiencia energética en entornos educativos.

3 Selección y justificación del entorno simulado

El diseño técnico toma como caso de estudio el segundo piso del edificio de Ingeniería Eléctrica, perteneciente a la Facultad de Ingeniería Industrial y Construcción (FIIA-B08), seleccionado por su elevada concentración de carga energética y su potencial de automatización.

De acuerdo con el estudio realizado por Lucas Zambrano y Godoy Monroy (2024), el edificio de Ingeniería Civil y Electricidad presenta un consumo semanal estimado de 2.255,28 kWh, siendo la primera planta la de mayor demanda, con 1.218,20 kWh, equivalente al 54,01 % del total. En la distribución del consumo total del edificio, la climatización representa el 52,90 %, la iluminación el 29,73 %, la computación el 5,96 % y otros equipos el 11,42 %. En conjunto, más del 80 % de la energía se destina a sistemas que pueden ser optimizados mediante un sistema domótico basado en control lógico programado (pp. 92–99).

El análisis por locales evidencia que varios espacios de uso docente y administrativo concentran consumos superiores a 200 kWh semanales, sin contar con medidas de automatización ni control de carga. Este patrón de consumo, presente también en otras dependencias de la facultad, refuerza la necesidad de implementar soluciones tecnológicas que optimicen el uso de energía.

En este sentido, el presente trabajo simula un sistema de automatización para los siguientes espacios del segundo piso del edificio FIIA-B08:

- **Aulas:** CIE 201, CIE 202 y CIE 203.
- **Salas de tutorías:** CIE 01, CIE 02 y CIE 03.

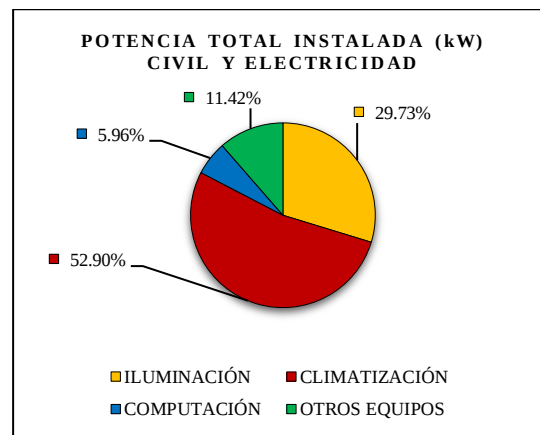
- **Áreas administrativas:** Decanato de Secretaría y Coordinación Secretaría CIE.
- **Servicios complementarios:** Pasillo principal y baños (hombres y mujeres).

La automatización propuesta contempla la gestión de dos variables principales: iluminación y climatización. Para la climatización, se establece un control dependiente de temperatura simulada y horarios, evitando el funcionamiento continuo en ausencia de usuarios o fuera del horario programado. Para la iluminación, se plantea un control mediante horarios programados, pulsadores digitales y la posible integración con sensores de presencia.

Ambas funciones estarán integradas a una interfaz de monitoreo remoto a través del servidor web embebido del PLC Logo, permitiendo la supervisión del estado de las cargas y la ejecución de comandos básicos, replicando condiciones de operación reales.

Figura 3

Potencia Instalada por equipos en los edificios de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura.



Nota: Imagen reproducida de *Análisis de consumo energético y propuesta de eficiencia energética*, por Lucas Zambrano y Godoy Monroy (2024, pág. 96).

3.1 Herramientas y recursos de desarrollo

En el ámbito de hardware, se empleó el PLC Logo 230RCE de Siemens, que dispone de entradas y salidas digitales para la automatización de las zonas seleccionadas, así como puerto Ethernet integrado para comunicación con otros dispositivos y acceso al servidor web embebido. Este modelo permite la programación y el monitoreo remoto sin requerir controladores adicionales.

En el ámbito de software, se utilizó Logo Soft Comfort V8.3 para el desarrollo de la lógica de control y Logo Web Editor (LWE) para el diseño de la interfaz gráfica de usuario, ejecutada directamente desde el servidor web del PLC. Además, se recopilieron fichas técnicas de sensores de presencia, sensores de temperatura, relés y contactores, a fin de garantizar la compatibilidad eléctrica y funcional en una eventual implementación física.

3.2 Procedimiento metodológico

La metodología seguida en este trabajo se estructuró en una serie de etapas consecutivas que permitieron definir, programar y validar el sistema de automatización domótica dentro de un entorno simulado.

En primer lugar, se realizó la recopilación de los requisitos funcionales, donde se identificaron las variables a controlar en cada área como la iluminación y la climatización junto con los criterios de activación, que incluyeron la detección de presencia, la temperatura ambiente y los horarios de funcionamiento. En esta fase también se determinaron las entradas y salidas necesarias, además de organizar la lógica básica de los circuitos de control.

La segunda etapa correspondió al diseño de la lógica de control en el software Logo Soft Comfort V8.3, utilizando el lenguaje de bloques funcionales (FBD). Aquí se programaron rutinas específicas para cada espacio, integrando temporizadores, compuertas lógicas, bloques de

comparación y funciones de set/reset, con el fin de lograr un funcionamiento eficiente y adaptable a diferentes escenarios.

Posteriormente, se pasó a la simulación y validación en un entorno virtual. En esta fase se verificó el comportamiento del sistema mediante la activación manual de las entradas y la observación de las respuestas en las salidas. Para realizar esta validación se optó por una arquitectura compuesta por un PLC maestro y tres esclavos, lo que permitió ampliar las entradas y salidas requeridas por el proyecto. Esta configuración en red garantizó una correcta distribución de señales y coordinación entre los controladores, además de comprobar la integración con la interfaz gráfica desarrollada en (LWE), la cual fue visualizada a través del servidor web integrado.

Finalmente, se elaboró una propuesta de implementación física referencial, en la que se definieron los materiales y dispositivos necesarios, junto con una estimación de costos, con el objetivo de evaluar la factibilidad técnica y económica de llevar el sistema a un entorno real.

CAPITULO IV

4 Diseño del entorno Domótico

4.1.1 *Funcionalidades previstas del sistema*

El sistema programado en este proyecto sigue los lineamientos y criterios técnicos establecidos en la metodología (Capítulo III), orientados a la optimización de iluminación y climatización en el segundo piso del edificio de Ingeniería Eléctrica (FIIA-B08). La lógica desarrollada considera el control mediante horarios, condiciones de temperatura y, en el caso de la iluminación, la posibilidad de activación por sensores de presencia. Todas las funciones están integradas al LWE del PLC Logo, permitiendo el monitoreo y la operación remota desde un navegador, en concordancia con lo planteado en la fase metodológica.

4.1.2 *Estructura del sistema simulado*

La automatización se estructura en torno a un controlador Plc Logo de Siemens, en el cual se implementa la lógica de funcionamiento para gestionar las cargas conectadas. La configuración del sistema incluye los siguientes elementos:

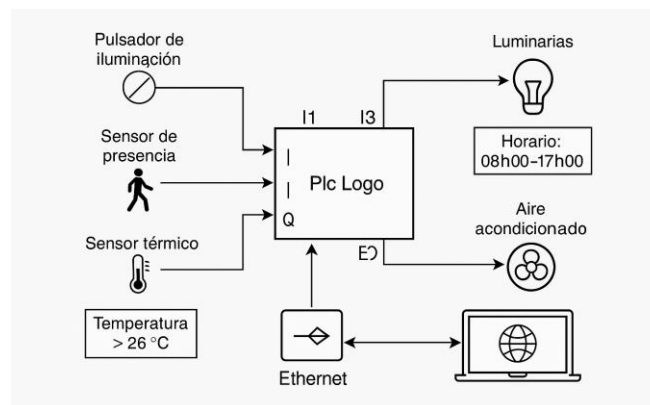
- Entradas digitales: Representan sensores de movimiento, interruptores o termostatos virtuales.
- Entradas analógicas: Simulan condiciones de temperatura mediante escalas de 0–10 V.
- Salidas digitales: Comandan el encendido y apagado de luminarias y sistemas de climatización.
- Interfaz Ethernet y servidor web: Facilitan la visualización remota del estado de las variables automatizadas, así como la ejecución de comandos a través de navegadores estándar.

Este diseño permite validar, mediante simulación, una solución domótica aplicable a las oficinas de la universidad, con posibilidad de adaptarse o escalarse a otros espacios con necesidades similares. Su implementación en el entorno de programación Logo Soft Comfort asegura una representación funcional precisa y coherente con escenarios reales.

4.2 Programación y lógica de control

Figura 4

Esquema general del sistema automatizado por PLC Logo



Nota: Fuente. Elaboración propia.

En función de la arquitectura representada en la Figura 4, se desarrolló la lógica de control del sistema automatizado propuesto. El diseño contempla la automatización de los sistemas de iluminación y climatización dentro de una oficina universitaria, a través del controlador Plc Logo y su entorno de programación.

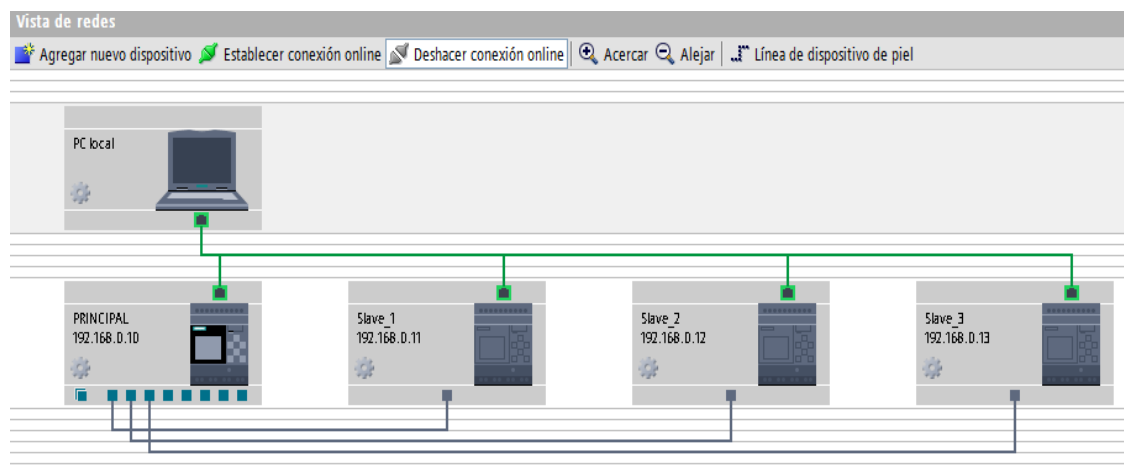
4.2.1 Configuración Maestro–Esclavo para ampliación de E/S

Durante la fase de desarrollo del proyecto, se reconoció la necesidad de contar con un mayor número de entradas y salidas que superaban la capacidad de un único PLC Logo. Para abordar esta limitación, se estableció una arquitectura de red que incluye un controlador lógico programable (PLC) Maestro y tres PLC Esclavos, los cuales fueron configurados mediante la red ethernet integrada.

La programación de la lógica conservó la estructura originalmente propuesta, no obstante, se incorporaron entradas digitales de red (NI) que facilitan al PLC Maestro la recepción de señales emitidas por los dispositivos esclavos. De manera análoga, se establecieron salidas de red (NQ) para facilitar la comunicación de retroalimentación hacia los dispositivos conectados. Este diseño de interconexión facilitó la expansión de entradas y salidas sin requerir módulos adicionales, permitiendo la asignación de las variables de control entre los distintos controladores. Esto permitió asegurar el funcionamiento óptimo del sistema en su totalidad, preservando la lógica centralizada en el componente Maestro y delegando a los componentes Esclavos la responsabilidad de gestionar señales particulares.

Figura 5

Arquitectura de red Maestro–Esclavos en Logo Soft Comfort



Nota. Elaboración propia a partir de Logo Soft Comfort V8.

La Figura 5 presenta un diagrama que representa el sistema de comunicación establecido, evidenciando la relación jerárquica entre Maestro y Esclavo, así como la integración de las entradas digitales de red en el marco de la programación.

El sistema responde a tres criterios principales:

4.2.2 Iluminación controlada por horario y sensor de presencia:

Las luminarias se activan únicamente cuando se detecta presencia dentro del horario de funcionamiento establecido. Para esta simulación, se ha considerado un horario de 08h00 a 19h00, correspondiente a la jornada académica habitual. No obstante, este parámetro debería ser actualizado semestralmente en función del cronograma de clases vigente.

4.2.3 Climatización regulada por temperatura y horario:

El sistema de climatización se activa únicamente cuando la temperatura simulada supera los 24 °C y se detecta presencia en el espacio. Si la temperatura desciende por debajo de ese umbral o si no se detecta presencia durante un lapso continuo de tres minutos, el sistema se apaga automáticamente. Esta lógica permite un control eficiente del aire acondicionado, evitando su funcionamiento innecesario en ausencia de usuarios o condiciones térmicas no requeridas.

4.2.4 Supervisión remota mediante Web Server:

La interfaz web permite observar en tiempo real el estado de las cargas, enviar comandos de encendido o apagado, y comprobar las condiciones actuales del sistema desde un navegador conectado en red local. La lógica fue validada mediante simulación dinámica dentro del entorno de programación, verificando que las salidas respondan de forma coherente a los estímulos definidos en las entradas. A continuación, se detalla el comportamiento de cada rutina programada.

4.2.5 Redacción del desarrollo técnico

La programación del sistema automatizado se desarrolló en el entorno Logo Soft Comfort V8.3, utilizando el lenguaje (FBD).

El diseño del sistema contempla la automatización de cuatro entornos funcionales dentro de un bloque académico que son aulas, oficinas de docentes, pasillo de circulación y módulos sanitarios. Para cada uno de estos espacios se implementaron rutinas específicas de control automático, priorizando el ahorro energético y la operación adaptada al uso real de las instalaciones. Las lógicas programadas abarcan funciones de iluminación y climatización (en aulas y oficinas), mediante condiciones horarias, activación por sensores de presencia, retardo en el apagado y conteo de horas de funcionamiento, lo que permite una gestión eficiente y automatizada de los recursos eléctricos en entornos educativos.

4.3 Programación lógica por zonas

A continuación, se explica la estructura lógica implementada en Logo Soft Comfort, para automatizar las funciones de iluminación y climatización en distintas zonas representativas del bloque académico. En este proyecto se decidió automatizar cuatro entornos específicos: aulas, oficinas administrativas (secretaría y sala de profesores), pasillos y cuartos sanitarios, considerando las necesidades particulares de ocupación, horario y confort de cada uno.

La programación integra sensores de presencia, comparadores analógicos de temperatura, bloques de retardo, condiciones horarias y lógica de selección de modos de operación (manual o automático), con el propósito de optimizar el consumo energético sin comprometer el bienestar de los ocupantes.

Además, se incluye un mecanismo de conteo de horas de operación que permite generar alertas automáticas para mantenimiento preventivo del sistema de climatización.

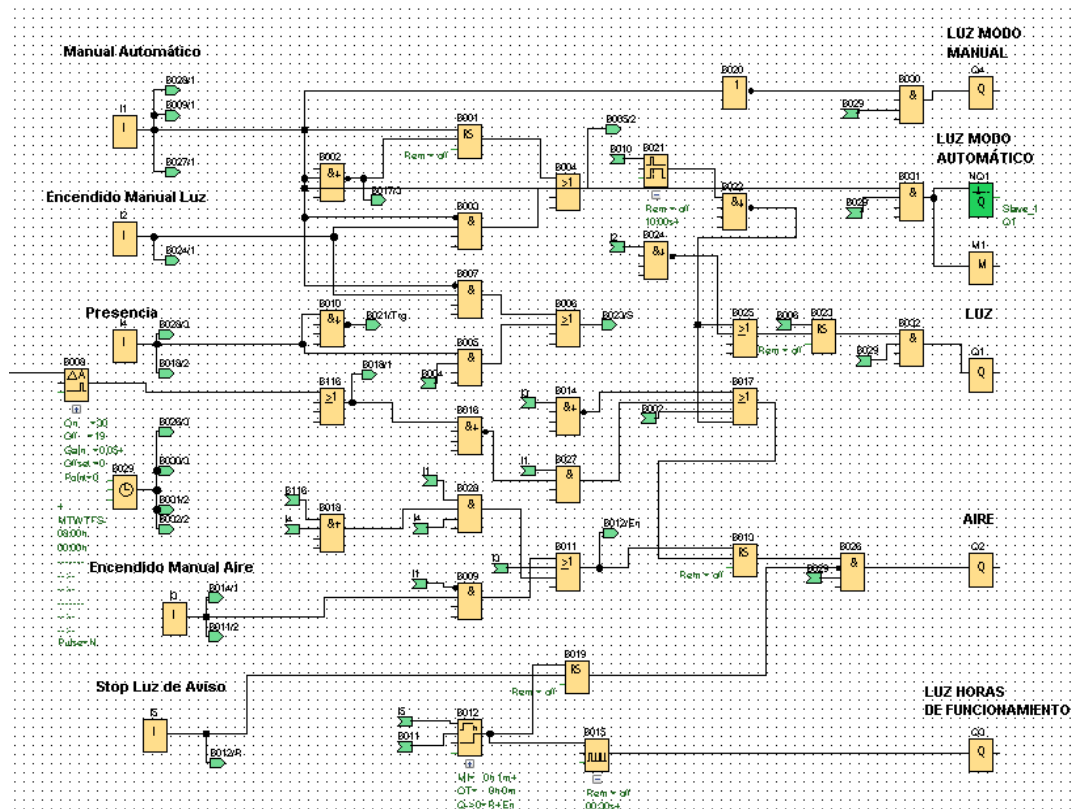
4.3.1 Automatización de aulas educativas

La automatización del aula se basa en una lógica que distingue dos modos operativos: automático y manual, seleccionables mediante un interruptor. En modo automático, el sistema controla la iluminación y climatización en función de las condiciones de ocupación, temperatura y horario predefinido. En modo manual, el usuario puede encender o apagar ambos sistemas directamente desde un pulsador sin depender de sensores o temporizadores, permitiendo flexibilidad de uso en situaciones específicas como mantenimientos, actividades extracurriculares o eventos extraordinarios.

Asimismo, se ha implementado un retardo de apagado en la iluminación, simulando permanencia momentánea ante pérdidas breves de detección. En cuanto al sistema de climatización, este no solo responde a condiciones térmicas, sino que también registra el tiempo total de operación para fines de mantenimiento, generando alertas visuales una vez alcanzado el umbral programado.

Figura 6

Lógica de control programada para iluminación y climatización en un aula educativa



Nota. Elaboración propia en base al diseño de automatización implementado en LOGO.

4.3.2 Control de las entradas y salidas

A continuación, se presenta la descripción técnica detallada de la lógica de control para el sistema de iluminación del aula, basada en la programación mostrada en la Figura 6.

Entradas

- **I1 – Selector de modo (Manual/Automático)**

Entrada digital que define el tipo de control a aplicar. En nivel bajo habilita el modo automático, mientras que en nivel alto activa el modo manual.

- **I2 – Pulsador de encendido manual de luz**

Permite encender o apagar la iluminación en modo manual, a través de un enclavamiento lógico (Set/Reset).

- **I3 – Sensor de presencia**

Entrada digital que detecta movimiento en el aula. En modo automático, esta señal es fundamental para activar la iluminación y, en combinación con la temperatura, para habilitar la climatización.

- **AI1 – Sensor analógico**

Entrada analógica configurada para la señal de temperatura ambiental. Su valor es comparado con un umbral establecido para decidir el encendido del sistema de climatización.

- **I4 – Pulsador de encendido manual de aire**

Permite encender o apagar el sistema de climatización en **modo manual**, mediante lógica de enclavamiento.

- **I5 – Pulsador de stop para luz de aviso**

Se utiliza para desactivar manualmente la luz de advertencia de mantenimiento.

Salidas

- **Q1 – Salida digital para iluminación (LUZ)**

Se activa tanto en modo automático (condiciones de presencia y horario) como en modo manual (pulsador).

- **Q2 – Salida digital para climatización (AIRE)**

Asociada a la lógica que combina sensor de temperatura, presencia y modo de operación. En manual se controla directamente mediante pulsador, mientras que en automático

depende de la comparación analógica.

- **Q3 – Luz de horas de funcionamiento**

Indica el tiempo acumulado de operación de los sistemas, sirviendo como referencia para mantenimiento preventivo.

- **Q4 – Luz modo manual**

Indicador luminoso que muestra cuando el sistema trabaja en modo manual.

- **Q5 – Luz modo automático**

Indicador luminoso que señala que el sistema se encuentra en modo automático.

4.3.3 Control de secretaría y sala de profesores o tutorías

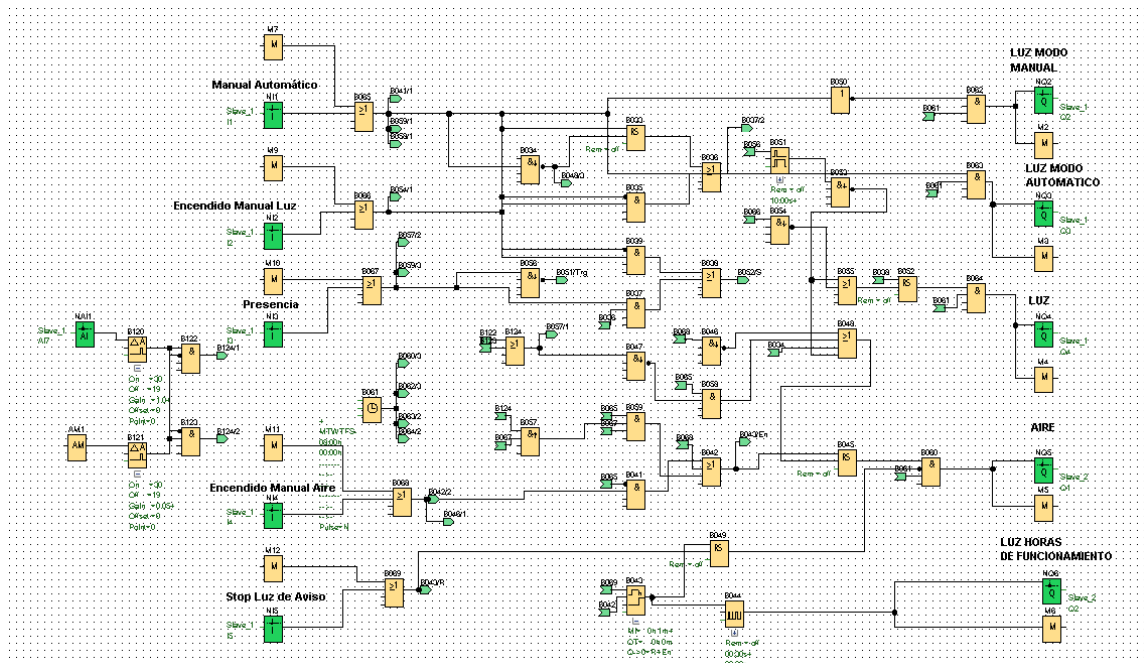
La lógica de automatización desarrollada para este entorno responde a la necesidad de gestionar espacios con uso intermitente durante la jornada académica, garantizando un equilibrio entre eficiencia energética y confort para los usuarios. Para ello, se implementó un esquema mixto de funcionamiento que combina modos de operación manual y automático, tanto en el sistema de iluminación como en el de climatización.

En el modo manual, el control puede ejercerse mediante pulsadores físicos conectados al tablero, lo que permite una intervención directa del usuario. De forma complementaria, las marcas internas se configuraron como variables de tipo interruptor en el (LWE), permitiendo la manipulación remota a través de la interfaz gráfica. En el modo automático, la programación responde de manera autónoma a condiciones definidas, tales como la detección de presencia, la temperatura ambiental registrada por los sensores y la programación horaria establecida.

Este planteamiento asegura que el sistema se adapte dinámicamente al patrón de ocupación de la Secretaría y la Sala de Profesores, optimizando el consumo energético sin sacrificar el confort operativo.

Figura 7

Lógica de control para climatización e iluminación en la secretaría y sala de profesores.



Nota. Elaboración propia en base al diseño de automatización implementado en LOGO.

4.3.4 Descripción de bloques y entradas salidas

En esta programación se observa que, a diferencia del área anterior donde se emplearon entradas físicas (I1–I5), en este caso se configuraron entradas de red (NI1–NI5) y se asociaron marcas internas con el fin de habilitar su control y monitoreo desde el (LWE). Esta configuración permite que tanto la iluminación como la climatización puedan ser gestionadas de manera remota mediante la interfaz gráfica, garantizando mayor flexibilidad en la operación del sistema domótico.

A continuación, se presenta la descripción técnica detallada de la lógica de control para el sistema de iluminación del aula, basada en la programación mostrada en la Figura 7.

Entradas

- **NI1 – Manual Automático**

Entrada de red que selecciona el modo de operación. Si está activa, habilita el modo manual; si está inactiva, el sistema trabaja en modo automático.

- **NI2 – Encendido Manual Luz**

Permite encender o apagar la luz en modo manual, actuando como un pulsador remoto desde la red o desde la interfaz HMI.

- **NI3 – Presencia**

Entrada que recibe la señal del sensor de movimiento, transmitida por red. Es clave para el encendido automático de la iluminación y como condición adicional para la climatización.

- **AI1 – Entrada analógica (temperatura)**

Recibe la señal de un sensor analógico en la red (°C). Se utiliza en la lógica de climatización para decidir si encender el aire acondicionado.

- **NI4 – Encendido Manual Aire**

Permite encender o apagar el sistema de climatización en modo manual, desde un pulsador físico o interfaz HMI remota.

- **NI5 – Stop Luz de Aviso**

Entrada para desactivar manualmente la señal de advertencia de mantenimiento.

Salidas

- **NQ2 / M2 – Luz Modo Manual**

Salida digital que activa el indicador de modo manual. Está enlazada a la marca M2 para ser reflejada en el LWE.

- **NQ3 / M3 – Luz Modo Automático**

Salida digital que enciende el indicador de modo automático, también vinculada a la marca M3.

- **NQ1 / M4 – Luz**

Salida principal para la iluminación del área. Se controla según el modo de operación y queda registrada en la marca M4.

- **NQ5 / M5 – Aire**

Controla el sistema de climatización. Además de la salida física, está asociada a la marca M5 para su supervisión remota.

- **NQ6 / M6 – Luz Horas de Funcionamiento**

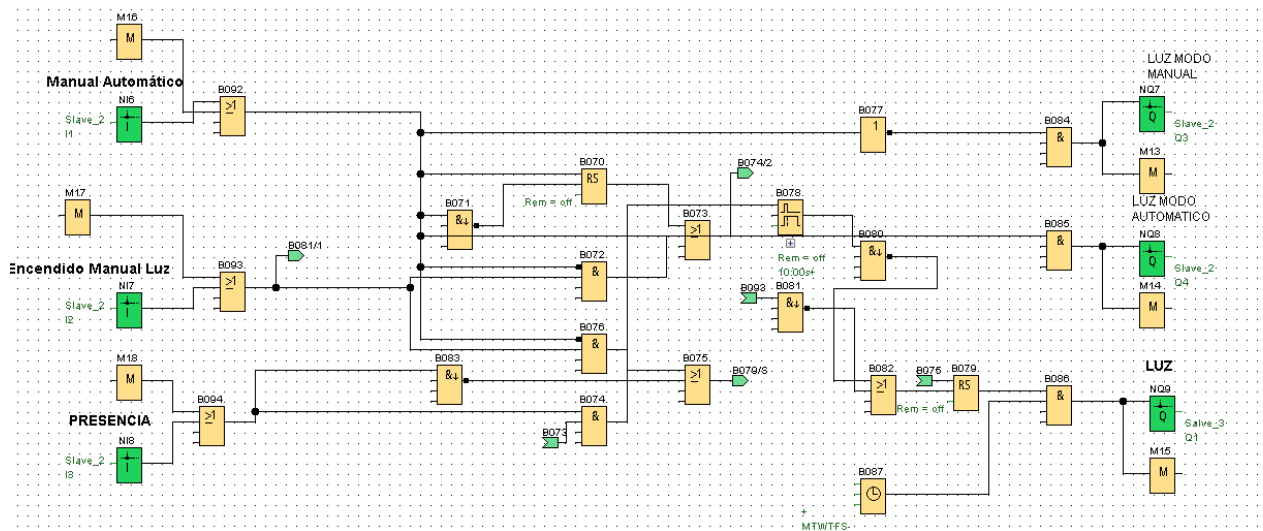
Indicador de mantenimiento preventivo basado en tiempo acumulado, con registro en la marca M6.

4.3.5 Control automático en pasillos

En la Figura 8 se presenta el sistema de automatización del pasillo, manteniendo la misma lógica de control aplicada en otras áreas, con la posibilidad de operar en modo manual o automático. Debido a que el pasillo se caracteriza por un tránsito intermitente de personas, se integraron sensores de presencia y horarios programados, garantizando que la iluminación se active únicamente cuando se detecta movimiento o dentro del rango operativo establecido. Aunque los bloques lógicos utilizados son similares a los de otras áreas, en este apartado se destacan únicamente los elementos más relevantes que permiten comprender el funcionamiento específico de la automatización del pasillo.

Figura 8

Lógica de control programada para iluminación en zonas de circulación.



Nota. Elaboración propia en base al diseño de automatización implementado en LOGO.

4.3.6 Descripción de entradas y salidas

Entradas

- **NI6 / M16 – Manual Automático**

Entrada de red que define el modo de operación del sistema de iluminación. Asociada a la marca M16 para su visualización en LWE.

- **NI7 / M17 – Encendido Manual Luz**

Pulsador remoto utilizado para activar la iluminación del pasillo en modo manual.

Asociada a la marca M17.

- **NI8 / M18 – Presencia**

Entrada de red que recibe la señal del sensor de movimiento en el pasillo. Asociada a la marca M18. En modo automático, activa la iluminación cuando se detecta tránsito de personas.

Salidas

- **NQ7 / M13 – Luz Modo Manual**

Indicador que señala cuando el sistema se encuentra operando en modo manual.

Asociada a la marca M13.

- **NQ8 / M14 – Luz Modo Automático**

Indicador que confirma que el sistema trabaja en modo automático. Asociada a la marca M14.

- **NQ9 / M15 – Luz del Pasillo**

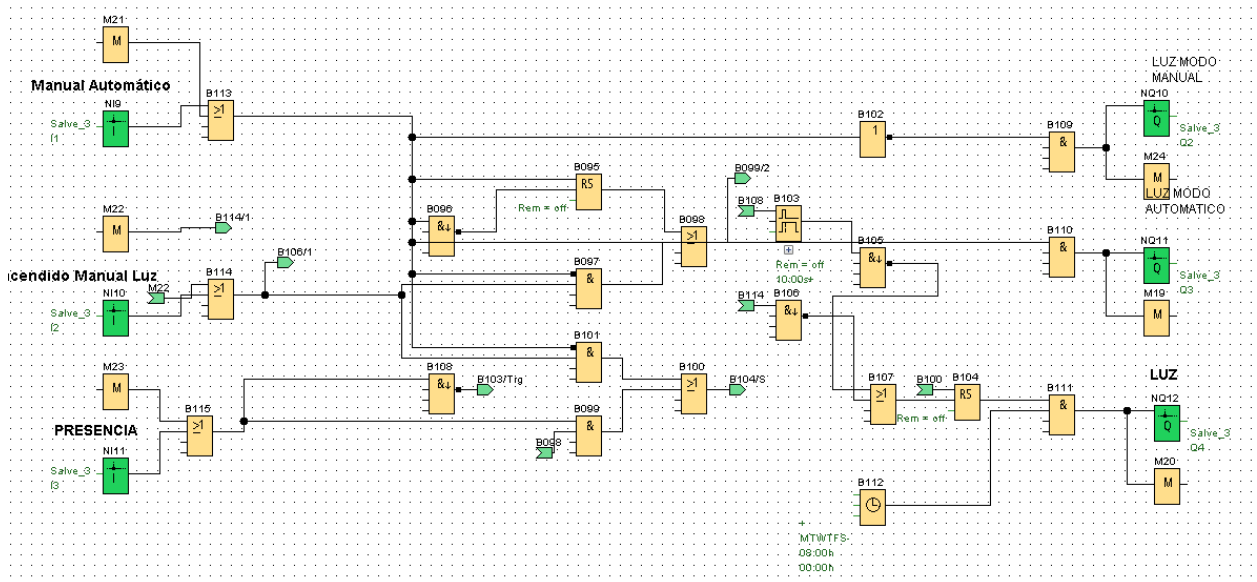
Salida principal para la iluminación del área. Puede activarse en modo manual mediante NI7 o en modo automático con la señal de presencia NI8 y condiciones horarias programadas. Asociada a la marca M15.

4.3.7 Control automatizado en cuartos sanitarios

En la Figura 9 se presenta el sistema de automatización implementado en los cuartos sanitarios, cuya lógica de control es muy similar a la utilizada en el pasillo y en otras áreas de circulación del edificio. Al igual que en dichos espacios, la iluminación se activa principalmente mediante sensores de presencia, apoyados con temporizadores que garantizan la desconexión tras un periodo de inactividad. Por esta razón, su funcionamiento se considera equivalente al de las zonas de tránsito, manteniendo la eficiencia energética sin afectar la comodidad de los usuarios.

Figura 9

Lógica de control automatizado para iluminación en los cuartos sanitarios



Nota. Elaboración propia en base al diseño de automatización implementado en LOGO.

4.3.8 Descripción de bloques y entradas salidas

Entradas

- **NI9 / M21 – Manual Automático**

Entrada de red que define el modo de operación de la iluminación. Asociada a la marca M21 para su supervisión en LWE.

- **NI10 / M22 – Encendido Manual Luz**

Pulsador remoto que permite activar la iluminación de los sanitarios en modo manual. Asociada a la marca M22.

- **NI11 / M23 – Presencia**

Entrada que recibe la señal del sensor de movimiento en los sanitarios. Asociada a la marca M23. En modo automático, activa la iluminación únicamente cuando se detecta ocupación.

Salidas

- **NQ10 / M24 – Luz Modo Manual**

Indicador que señala cuando el sistema trabaja en modo manual. Asociada a la marca M24.

- **NQ11 / M19 – Luz Modo Automático**

Indicador que confirma que el sistema opera en modo automático. Asociada a la marca M19.

- **NQ12 / M20 – Luz Sanitarios**

Salida principal que controla la iluminación de los cuartos sanitarios. Puede encenderse en modo manual mediante NI10, o en automático a través del sensor de presencia NI11 y los temporizadores de la lógica. Asociada a la marca M20.

4.3.9 Diseño de la interfaz web con Logo Web Editor (LWE)

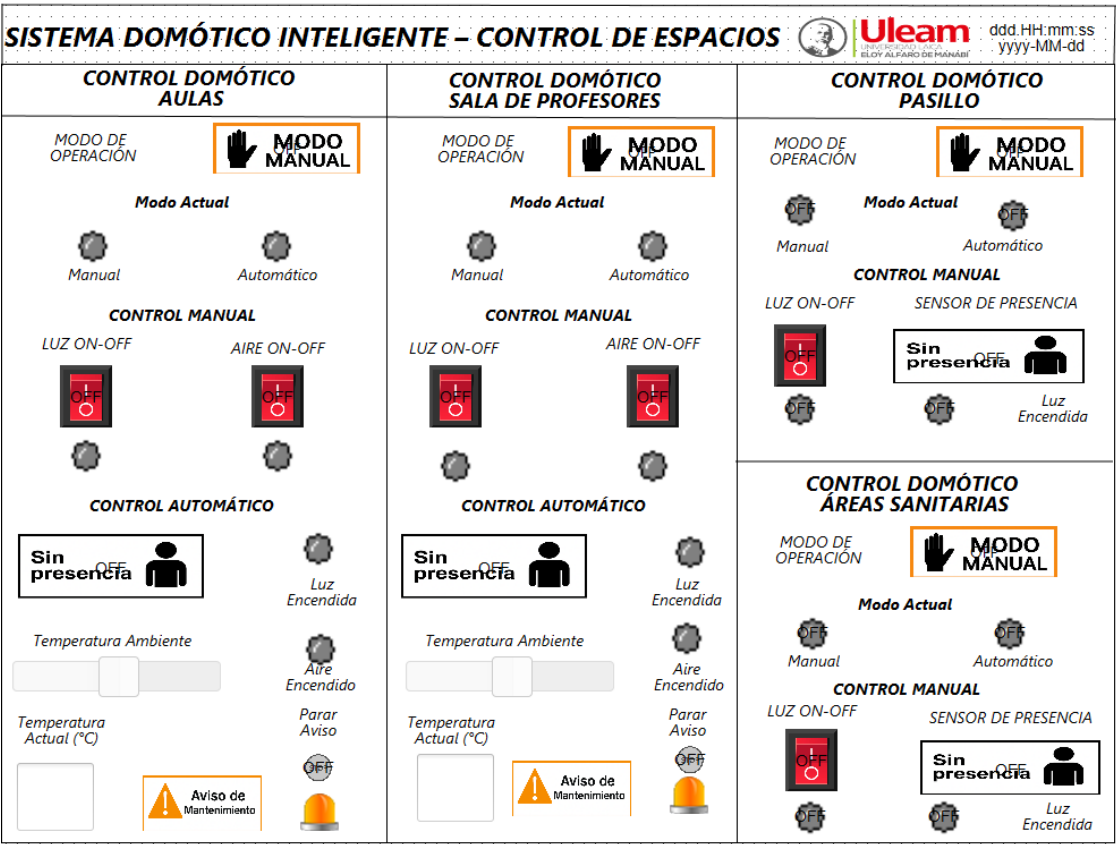
En el desarrollo del sistema de automatización se implementó una interfaz gráfica mediante el editor web de Logo (LWE). Su objetivo es ofrecer al usuario una herramienta sencilla para monitorear y controlar el sistema desde cualquier navegador compatible. Gracias a esta interfaz, es posible revisar en tiempo real el estado de las variables principales y tomar decisiones sin necesidad de acceder físicamente al PLC, lo que permite una gestión más eficiente de la energía.

El diseño se planteó de forma modular, dividiendo el entorno gráfico en bloques que representan cada área: aulas, sala de profesores, pasillo y baños. Cada módulo refleja de manera visual la lógica de control aplicada e integra elementos dinámicos como interruptores, indicadores de presencia, termómetros y alertas de mantenimiento según las horas de uso. Todos

estos componentes están vinculados a las variables internas del PLC Logo, garantizando que la información mostrada sea exacta y confiable.

Además de su funcionalidad, se buscó un diseño claro y ordenado para que la experiencia de uso fuera intuitiva. El resultado es una solución práctica y económica que combina robustez técnica con facilidad de manejo.

Figura 10
Panel gráfico web para control domótico en Logo Web Editor (LWE)



Nota. Elaboración propia basada en la lógica de control desarrollada para el sistema domótico.

En el entorno simulado no se reprodujeron los nueve espacios totales del segundo piso del edificio (FIIA-B08), sino que se programó un modelo representativo para cada tipo de zona: un aula, una sala de tutorías, un área administrativa, el pasillo y los cuartos sanitarios. Esta decisión respondió a la limitación en el número de entradas y salidas disponibles, que habría

requerido el uso de dos PLC Logo y módulos de expansión adicionales para abarcar todos los circuitos de forma simultánea. No obstante, la lógica de control desarrollada para cada uno de estos espacios es replicable a los demás ambientes de características similares, lo que garantiza que, en una implementación física, el mismo esquema de programación pueda extenderse para cubrir la totalidad de las zonas previstas.

La interfaz desarrollada fue posteriormente integrada al servidor web interno del PLC Logo 8.3, el cual permite la visualización remota a través de una dirección IP asignada en la red local.

Para ello, el archivo generado en Logo Web Editor fue exportado en formato. lwa y cargado directamente al controlador mediante el entorno Logo Soft Comfort. Una vez transferida, esta interfaz queda alojada en la memoria del PLC, permitiendo que cualquier dispositivo conectado a la red ya sea una computadora, tablet o smartphone acceda a las funciones de monitoreo y control mediante un navegador. Esta capacidad de acceso remoto representa una ventaja significativa en términos de supervisión energética, mantenimiento y operación distribuida, especialmente en espacios donde el acceso físico al equipo puede estar restringido o resulta poco práctico.

4.4 Propuesta de implementación física y estimación de inversión

Con el objetivo de trasladar la simulación lógica desarrollada a una aplicación real dentro de un entorno educativo, se plantea una propuesta de implementación física basada en el uso de componentes electrónicos y dispositivos plenamente compatibles con el PLC Logo versión 8.3. Esta propuesta busca demostrar la viabilidad técnica del sistema automatizado, garantizando un equilibrio entre funcionalidad, costo y posibilidad de futuras ampliaciones.

La automatización contempla el control de iluminación y climatización en las principales áreas del segundo piso del edificio académico: tres aulas, sala de profesores, pasillos y áreas sanitarias. Para cubrir estas zonas, se integrarán sensores, actuadores, módulos de expansión y dispositivos de visualización que permitan el correcto funcionamiento del sistema bajo condiciones reales de operación.

La selección de los equipos y materiales se ha realizado considerando criterios de compatibilidad con la lógica de control, durabilidad, disponibilidad en el mercado ecuatoriano y facilidad de instalación. A continuación, se presenta la lista de componentes propuestos, junto con su descripción técnica, cantidad requerida y costo estimado en el mercado local.

Tabla 1
Selección técnica de materiales para automatización

Componente	Descripción técnica y función	Cantidad	Justificación
PLC Logo V8.3 (230RCE)	Controlador lógico programable con 8 entradas digitales, 4 salidas digitales, interfaz Ethernet integrada y servidor web embebido. Permite programar en FBD y controlar el sistema desde PC o dispositivo móvil.	2	Se requieren dos PLC para cubrir el total de 44 entradas digitales y 16 salidas digitales, manteniendo independencia por zonas y optimizando el cableado.
Módulo de expansión Siemens DM16 24 (6ED1055-1CB10-0BA2)	Módulo de expansión para PLC Logo que añade 8 entradas y 8 salidas digitales adicionales. Compatible con alimentación a 24 VDC.	2	Uno para cada PLC, de forma que cada controlador alcance las salidas físicas requeridas y se cubra el total de 44 DI y 16 DO del sistema.
Fuente de alimentación 24 VDC / 2 A	Convierte la red eléctrica a tensión segura y estable para alimentar sensores, módulos y bobinas de relés.	1	Una fuente central es suficiente para todos los módulos y sensores, considerando un consumo estimado inferior a 2 A simultáneamente.
Sensores de presencia PIR	Detectan movimiento para automatizar encendido/apagado de iluminación o climatización en cada espacio. Modelo HC-SR501 adaptado a 24 VDC o PIR industrial.	36	Cobertura por amplitud y geometría de cada zona: aulas grandes requieren más de un sensor para eliminar puntos ciegos.
Sensores de temperatura ambiente (0-10 V / 24 VDC)	Miden la temperatura del área para gestionar el encendido y apagado del aire	7	Uno por cada aula y sala de profesores/tutorías, cubriendo un total de 7 zonas con control de climatización.

	acondicionado de forma eficiente.		
Relés/Contactores (10–16 A)	Permiten conmutar cargas de iluminación y climatización, aislando eléctricamente la señal de control del PLC.	16	Uno por cada salida digital utilizada en el sistema, según el número de cargas independientes.
Pulsadores dobles (ON/OFF + selector manual/automático)	Botoneras que permiten el control local manual de la iluminación o climatización y el cambio de modo de operación.	10	Uno por cada zona controlada de forma independiente.
Indicadores LED piloto	Señalan el estado de funcionamiento (encendido/apagado) o condiciones de mantenimiento.	18	Distribuidos en el tablero y en zonas clave para señalización de estados de carga y alarmas.
Luminarias LED	Fuente de iluminación eficiente de bajo consumo, reutilizando las existentes para reducir coste.	–	Reutilización total de luminarias LED ya instaladas o sustitución mínima.
Cableado eléctrico (100 m aprox.)	Conductores para interconectar sensores, actuadores y controladores.	1	Estimado para cubrir la distancia total entre el tablero y cada dispositivo del sistema.
Tubería PVC + canaletas + accesorios	Canalización y protección mecánica de cables de control y potencia.	–	Requerida para la instalación según normativa de seguridad eléctrica.
Protección eléctrica (2 térmicos + 2 diferenciales)	Dispositivos de protección contra sobrecargas, cortocircuitos y fugas a tierra en el tablero de control.	2 y 2	Protección mínima del sistema cuando el tablero no alimenta directamente cargas de potencia.
Router WiFi básico (opcional)	Permite acceder al servidor web del PLC desde dispositivos móviles sin cable de red.	1	Mejora la accesibilidad y monitoreo del sistema.
Caja de control (tablero metálico o plástico con riel DIN)	Aloja los PLC, módulos de expansión, fuente, relés y protecciones.	1	Tamaño calculado para albergar todos los componentes con espacio para futuras ampliaciones.
Etiquetas y señalización técnica	Identificación de zonas, funciones y conexiones en el tablero y campo.	–	Obligatorio según normativa

Nota. Para la implementación del sistema domótico propuesto se considera la instalación de un sensor PIR por cada zona automatizada. En el caso de aulas con mayor superficie, podría requerirse la colocación de dos sensores para asegurar una cobertura adecuada. El sensor de temperatura podrá ser compartido entre aulas cuando estas presenten condiciones térmicas similares y una distribución homogénea del aire acondicionado.

En cuanto a los relés o contactores, su selección se realizará según la carga a controlar, ya sea iluminación o climatización, garantizando que cumplan con las especificaciones de tensión y corriente nominal exigidas por el sistema.

Respecto a las luminarias, se contempla la reutilización de las existentes siempre que se encuentren en buen estado y ofrezcan un consumo eficiente. En caso contrario, se recomienda su reemplazo por luminarias LED de bajo consumo para maximizar la eficiencia energética del proyecto.

Finalmente, la supervisión remota no requerirá pantallas HMI ni sistemas SCADA adicionales, ya que se aprovechará el servidor web integrado del propio PLC Logo, reduciendo así los costos sin comprometer la funcionalidad.

Tabla 2

Estimación de componentes y costos para la implementación física del sistema domótico

Componente	Cantidad total	Precio unitario (USD)	Total (USD)
		\$	\$
PLC Logo 230RCE	2	169,00	338,00
Módulo de expansión DM16 24 (6ED1055-1CB10-0BA2)	4	96,50	386,00
LOGO AM2 RTD SIEMENS 12/24 VDC 2AI	3	70,00	210,00
		\$	\$
Sensor PIR HC-SR501	36	3,00	108,00
Sensor de temperatura ambiente 0–10 V, 24 VDC	7	10,00	70,00
		\$	\$
Relé/Contactor (10-16 A)	16	15,00	240,00
		\$	\$
Pulsador + selector manual/auto	10	5,00	50,00
		\$	\$
Indicador LED piloto	18	1,22	21,96
		\$	\$
Fuente 24 VDC / 5 A	1	45,00	45,00
		\$	\$
Router Wi-Fi (opcional)	1	30,00	30,00
		\$	\$
Cableado (control + potencia)	100 m	0,50	50,00
		\$	\$
Tubería PVC + canaletas	–	40,00	40,00

Protección eléctrica (2 térmicos + diferencial)		\$		\$
	–	60,00		60,00
Caja de control (tablero)	Reutilizadas		Reutilizadas	Reutilizadas
Total				\$
				1.698,96

Nota. El total estimado de USD 1.698,96 corresponde a una implementación referencial considerando los componentes seleccionados, con base en precios actuales del mercado ecuatoriano (zonas de Manta y Quito) para compras minoristas. Este valor puede variar dependiendo del proveedor, condiciones de adquisición, volumen de compra o inclusión de impuestos.

4.5 Validación funcional del sistema automatizado mediante simulación en hardware

Con el propósito de verificar el comportamiento del sistema domótico propuesto bajo condiciones reales de operación, se llevó a cabo una validación funcional utilizando un PLC Logo 230RCE, programado en el entorno Logo Soft Comfort V8.3 y supervisado mediante su servidor web integrado. Esta etapa permitió comprobar la coherencia de la lógica implementada, así como la capacidad de supervisión y control remoto desde una interfaz gráfica personalizada.

4.5.1 Procedimiento de carga y configuración

El programa de control, previamente desarrollado en lenguaje FBD, fue cargado en el PLC mediante conexión Ethernet. Este código contiene las rutinas de automatización definidas anteriormente para las zonas definidas (aulas, sala de profesores, pasillos y áreas sanitarias), contemplando tanto iluminación como climatización.

Paralelamente, se integró la interfaz gráfica diseñada en Logo Web Editor (LWE), exportada en formato .lwa e incorporada en la memoria sd card de 32gb que se integran en el PLC. De este modo, la interfaz quedó disponible para su visualización y control desde cualquier navegador web compatible dentro de la red local, accediendo a la dirección IP asignada al

dispositivo.

4.5.2 Simulación de condiciones de operación

Las pruebas de simulación se llevaron a cabo directamente en los tableros de control disponibles en los laboratorios de la universidad, donde se reprodujeron las condiciones necesarias para la activación de las salidas digitales. Para ello, se manipularon manualmente las entradas desde el software de programación y desde el propio tablero, emulando la detección de presencia, el cumplimiento de horarios programados y la superación de umbrales térmicos definidos para el funcionamiento de los sistemas de climatización.

Durante esta etapa fue posible observar en tiempo real la respuesta del sistema tanto desde el entorno de programación como a través de la interfaz web, verificando el estado de las cargas, activando o desactivando dispositivos y supervisando las variables internas del PLC. El comportamiento de las salidas digitales se mostró coherente con las condiciones establecidas, lo que confirmó la correcta implementación de la lógica de control.

4.5.3 Conclusión de la validación

El proceso descrito en este capítulo permitió pasar de un diseño conceptual a una validación técnica sobre hardware real, evidenciando que el sistema domótico propuesto para el segundo piso del edificio FIIA-B08 cumple con los criterios de funcionalidad, escalabilidad y eficiencia planteados al inicio del proyecto. Las pruebas realizadas en los tableros de la universidad confirmaron que la lógica de control implementada en el PLC Logo responde de manera precisa a las condiciones programadas, tales como presencia, horarios y umbrales de

climatización, garantizando la coherencia del diseño.

Si bien en esta etapa la validación se centró en la lógica de control ejecutada en el PLC Logo y en las pruebas realizadas en tableros de laboratorio, también se configuraron las marcas internas y variables necesarias para la supervisión a través del entorno LWE. Esto garantiza que, al momento de integrarse la interfaz web en la fase de implementación física, su funcionamiento será coherente con la programación ya validada, evitando ajustes significativos y asegurando la continuidad del diseño. En conclusión, el sistema propuesto no solo es técnicamente factible, sino que también constituye una alternativa adaptable a otros entornos educativos o institucionales, aportando a la eficiencia energética y a la gestión inteligente de los recursos.

CAPITULO V

5 Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

El presente proyecto permitió el diseño y validación de un sistema de control domótico orientado a la automatización de iluminación y climatización en entornos académicos, integrando estrategias de eficiencia energética y control lógico programado. Desde su concepción se realizó un análisis exhaustivo de las necesidades funcionales, identificando como variables críticas la detección de presencia, la medición de temperatura y la gestión horaria, lo que condujo a una arquitectura de control sólida, modular y adaptable a distintas condiciones operativas.

La solución se estructuró sobre la base del PLC Logo versión 8.3, seleccionado por su flexibilidad de programación, compatibilidad con módulos de expansión y la disponibilidad de un servidor web integrado, lo que permitió prescindir de sistemas SCADA adicionales y reducir costos sin comprometer la funcionalidad. La lógica de control se programó priorizando el uso racional de la energía, asegurando la activación de cargas únicamente bajo condiciones necesarias y ofreciendo doble modo de operación, manual y automático, mediante pulsadores y selectores locales.

La etapa de implementación virtual incluyó la selección de componentes técnicos, garantizando la compatibilidad entre sensores, actuadores y módulos, bajo criterios de disponibilidad, facilidad de instalación y escalabilidad. Paralelamente, la validación funcional

realizada en tableros de laboratorio de la universidad permitió comprobar en hardware real el correcto desempeño del sistema frente a escenarios de presencia, variaciones de temperatura y cambios de modo de operación. Asimismo, se configuraron las marcas y variables destinadas a la supervisión en el entorno web integrado, asegurando la coherencia entre la lógica interna y la interfaz de control remoto prevista para la fase de implementación física.

Los resultados confirman que la propuesta es técnicamente viable, capaz de implementarse sin modificaciones sustanciales en la programación ni en la arquitectura de control. Además, el sistema posee un alto potencial de replicabilidad en otros entornos educativos o institucionales, con posibilidad de adaptaciones según el número de zonas, tipo de cargas o estrategias de gestión energética requeridas.

En términos generales, este proyecto no solo responde a la necesidad de automatizar la iluminación y la climatización en el edificio FIIA-B08, sino que constituye un precedente académico para la incorporación de tecnologías de control inteligente en edificaciones educativas. Su futura aplicación práctica permitirá optimizar el consumo energético, mejorar la experiencia de los usuarios, reducir costos operativos y contribuir a la sostenibilidad institucional, alineándose con las tendencias actuales en eficiencia energética y transformación digital en la gestión de instalaciones.

5.2 Recomendaciones

Para la implementación física del sistema es importante planificar con detalle la ubicación de los sensores de presencia y temperatura, de manera que la cobertura sea completa en todas las zonas. En espacios amplios como aulas grandes o pasillos largos conviene instalar más de un sensor para asegurar una detección continua y evitar encendidos o apagados innecesarios.

Antes de la instalación definitiva se recomienda realizar pruebas piloto en una o dos zonas, lo que permitirá comprobar el comportamiento del sistema en condiciones reales y ajustar parámetros como los umbrales de temperatura, los tiempos de retardo y los horarios de funcionamiento. Con ello se optimiza tanto el confort de los usuarios como el ahorro energético.

En cuanto al hardware, lo más conveniente es adquirir módulos, sensores y actuadores de un mismo fabricante o con certificaciones de compatibilidad, lo que facilita la integración y reduce problemas en el mantenimiento. También se debe prever capacidad de expansión en el tablero de control, dejando espacio físico y reservas de entradas y salidas para futuras ampliaciones sin necesidad de cambios mayores.

El sistema debe contar con un plan de mantenimiento preventivo que incluya la verificación de conexiones, la limpieza de los sensores, la comprobación de calibraciones y la revisión del estado de los actuadores. Este plan debe estar documentado y en manos de personal capacitado para asegurar la continuidad operativa y prolongar la vida útil de los equipos.

En lo referente al software, se sugiere mantener respaldos actualizados tanto del programa de control como de la interfaz web, almacenados en medios físicos y en la nube para facilitar su restauración en caso de fallas. De igual manera, se recomienda documentar la lógica de programación con comentarios en los bloques funcionales, de modo que otros técnicos puedan comprender y modificar el sistema con facilidad.

Finalmente, se considera pertinente que, una vez validada la implementación inicial, se evalúe la incorporación de medición en tiempo real del consumo energético. Esto permitiría cuantificar con precisión los beneficios alcanzados y disponer de datos útiles para la toma de decisiones. A partir de estos resultados, el sistema podría extenderse progresivamente al resto de la facultad, unificando criterios de gestión y logrando un mayor impacto en la reducción del

consumo eléctrico y en la sostenibilidad institucional.

6 Bibliografía

Agencia Internacional de Energía IEA . (2022). *Energy Efficiency*. Obtenido de

<https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2022>

Amazon Web Server . (2024). *Protocolos de comunicación: MQTT*. Obtenido de

<https://aws.amazon.com/es/what-is/mqtt/>

Area Tecnológica. (2024). *Protocolos en Domótica*. Obtenido de

<https://www.areatecnologia.com/electricidad/protocolos-domotica.html>

Aula21. (2022). *LOGO! de Siemens: Qué es y cómo funciona*. Obtenido de

<https://www.cursosaula21.com/logo-de-siemens-que-es-y-como-funciona/>

Bustamante Vázquez, C. E., & Hernández Mosqueda, C. (25 de 11 de 2022). *Diseño e*

implementación de un sistema domótico para el control de iluminación y climatización

en una sala de cómputo mediante PLC LOGO. Obtenido de CIMAV Repositorio

Institucional:

[https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/488/1/Tesis%20Claudia%20](https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/488/1/Tesis%20Claudia%20Bustamante%20Vasquez%2C%20Carlos%20Hernández%20Mosqueda.pdf)

[Bustamante%20Vasquez%2C%20Carlos%20Hernández%20Mosqueda.pdf](https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/488/1/Tesis%20Claudia%20Bustamante%20Vasquez%2C%20Carlos%20Hernández%20Mosqueda.pdf)

CEI. (2023). *¿Cómo influyen los últimos avances tecnológicos en la domótica?* Obtenido de

<https://cei.es/como-evolucion-a-domotica/>

Chávez López , J., & Velecela Chacón , C. (2021). *Diseño e implementación de un sistema*

Smart Home aplicado en una vivienda en la ciudad de Azogues . Diseño e

- implementación de un sistema Smart Home aplicafo en una vivienda en la ciudad de Azogues* . Universidad Poltécnica Saleciana Sede Cuenca , Azogues , Cuenca , Ecuador .
- Fenercom. (2007). *La Domótica como solución del futuro*. Obtenido de <https://www.fenercom.com/wp-content/uploads/2007/03/La-Domotica-como-Solucion-de-Futuro-fenercom-2007.pdf>
- IECOR. (s.f.). *Aplicaciones de la Domótica (Usos, Funciones, Utilidades)*.
- INA-PIDTE. (2020). *Instituto Nacional de Aprendizaje Domótica,Control Inteligente de iluminación*. Obtenido de https://www.ina-pidte.ac.cr/pluginfile.php/52276/mod_folder/content/0/PDF1.1_Desarrollo%20y%20evolu%C3%B3n%20de%20la%20dom%C3%B3tica.pdf
- Logicbus . (30 de Noviembre de 2024). *Protocolos de comunicación: MODBUS TCP/IP*. Obtenido de <https://www.logicbus.com.mx/blog/modbus-tcp-ip/>
- López Rivera, O. (2021). *Solución tecnológica a través de la domótica para una mejor gestión energética y confort en viviendas ya construidas*. Obtenido de <https://repositorio.uvg.edu.gt/handle/123456789/4684>
- Lucas Zambrano, J., & Godoy Monroy, D. (2024). *Evaluación del desempeño energético como parte de la normativa ISO 50001 a través de indicadores en la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura en la ULEAM*. ULEAM, Manta.
- Martinez , A., & Arias Quintero, P. (2021). *Smart houses, towards a definition*. Obtenido de Domótica en Colombia: Desafíos y Perspectivas: <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/138e2464-92ad-4cc5-b6f3-7fed7ad96d2f/content>
- Ramón Fernandez, F. (2022). *Vivienda inteligente: domótica, inteligencia artificial y regulación*

legal. Obtenido de http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2393-61932023000101501

Remihome. (2022). *Paseo Por la historia de la Domótica*. Obtenido de <https://remihome.es/historia-de-la-domotica/>

Repsol. (2023). *Aplicaciones de la Domótica (Usos,Funciones,Utilidades)*. Obtenido de <https://www.iecor.com/aplicaciones-de-la-domotica/>

Siemens . (2020). *Manual de Siemens LOGO!* . Obtenido de <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:557e34c1-4111-4625-921a-0717d0053571/Manual-LOGO-2020.pdf>

Siemens. (2020). *Data Sheet Siemens 6ED1052-1CC08-0BA0*. Obtenido de <https://docs.rs-online.com/eb10/0900766b8164240a.pdf>

Siemens. (2025). *LOGO! – El controlador más compacto con conectividad a la nube*. Obtenido de <https://www.siemens.com/es/es/productos/automatizacion/sistemas/simatic/controladores-simatic/logo.html>

Trento , I. (Junio de 2022). *Automatización industrial con LOGO! 8*. Obtenido de *Automatización industrial con LOGO! 8:* https://www.researchgate.net/publication/371038448_Automatizacion_industrial_con_LOGO_8

Universidad Internacional de Valencia. (septiembre de 2024). *Domótica: Transformando nuestros hogares en espacios inteligentes*. Obtenido de <https://www.universidadviu.com/ec/actualidad/nuestros-expertos/domotica-transformando-nuestros-hogares-en-espacios-inteligentes>

