



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

Título:

TEMPORIZACIÓN AUTOMATIZADA PARA RIEGO AGRÍCOLA POR CICLOS DE
TIEMPO PROGRAMADO EN TABLEROS ELÉCTRICOS

Autores:

Vargas Intriago Frank Diego
Ramirez Quezada Anderson Ariel

Tutor

Ing. Jiménez Gonzales Jonathan Paúl


Unidad Académica:

Unidad Académica de Formación Técnica y Tecnológica Educación
Virtual y Otras Modalidades

Carrera:

Tecnología Superior en Electromecánica.

El Carmen, Febrero de 2026.

 Uleam <small>UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ</small>	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-05-IT-001-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE LAS CARRERAS TÉCNICAS Y TECNOLÓGICAS	VERSIÓN: 3 Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Extensión El Carmen de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Titulación bajo la autoría del estudiante a Ramírez Quezada Anderson Ariel, legalmente matriculado/a en la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica, período académico 2025-2, cumpliendo el total de 144 horas, cuyo tema del proyecto es "Temporización automatizada para riego agrícola por ciclos de tiempo programado en tableros eléctricos".


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

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

Lugar, El Carmen, 30 de enero de 2026.

Lo certifico,


Ing. Jonathan Jiménez G. MSc.
Docente Tutor(a)
Área: Electromecánica

 Uleam UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-05-IT-001-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE LAS CARRERAS TÉCNICAS Y TECNOLÓGICAS	VERSIÓN: 3
		Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Extensión El Carmen de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Titulación bajo la autoría del estudiante a Vargas Intriago Frank Diego, legalmente matriculado/a en la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica, período académico 2025-2, cumpliendo el total de 144 horas, cuyo tema del proyecto es "Temporización automatizada para riego agrícola por ciclos de tiempo programado en tableros eléctricos".

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

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

Lugar, El Carmen, 30 de enero de 2026.

Lo certifico,


Ing. Jonathan Jimenez G. MSc.
Docente Tutor(a)
Área: Electromecánica

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quienes suscriben la presente:

Vargas Intriago Frank Diego, Ramirez Quezada Anderson Ariel

Estudiantes de la Carrera de **Tecnología Superior en Electromecánica**, declaramos bajo juramento que el presente proyecto integrador cuyo título: "TEMPORIZACIÓN AUTOMATIZADA PARA RIEGO AGRÍCOLA POR CICLOS DE TIEMPO PROGRAMADO EN TABLEROS ELÉCTRICOS", previa a la obtención del Título de Tecnólogo Superior En Electromecánica, es de autoría propia y ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros y consultando las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

El Carmen, Febrero de 2026



Vargas Intriago Frank Diego




Ramirez Quezada Anderson Ariel

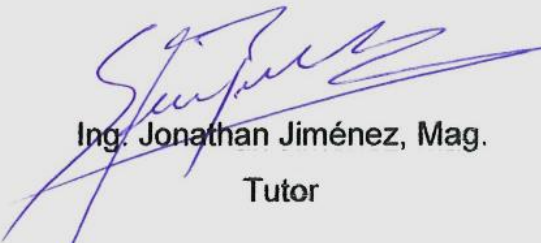



APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

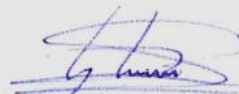
Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto Integrador, titulado: "TEMPORIZACIÓN AUTOMATIZADA PARA RIEGO AGRÍCOLA POR CICLOS DE TIEMPO PROGRAMADO EN TABLEROS ELÉCTRICOS" de sus autores: Vargas Intriago Frank Diego, Ramirez Quezada Anderson Ariel de la Carrera "Tecnología Superior en Electromecánica", y como Tutor del Trabajo el Ing. Jiménez Gonzales Jonathan Paúl.

El Carmen, Febrero de 2026


Ing. Bladimir Mora, Mag.
Presidente de tribunal


Ing. Jonathan Jiménez, Mag.
Tutor


Ing. Saed Reascos, Mag.
Primer miembro del tribunal


Ing. Wladimir Minaya, Mag.
Segundo miembro de tribunal

AGRADECIMIENTO

Texto del agradecimiento

Primeramente quiero dar un agradecimiento muy especial a mi Dios por permitirme llegar a este punto de mi vida, a un paso de completar una de mis mayores metas que siempre me propuse desde muy pequeño, quiero agradecer a mis padres que siempre me estuvieron apoyando en cada proceso de esta etapa educativa, a mi hermana que se quedaba hasta altas horas de las noches acompañándome para que no me quede dormido por el cansancio del trabajo, a mis ingenieros quienes compartieron conmigo parte de sus conocimientos y me supieron guiar en mi formación profesional, y un agradecimiento especial a mis compañeros y amigos que siempre me dieron consejos y palabras de aliento y buenos deseos. Y por último a mi compañero de tesis quien estuvo comprometido desde el primer día en realizar de la mejor manera este proyecto.

Anderson Ramirez

En primer lugar, agradezco a Dios por permitirme llegar a este momento tan importante en mi vida, a un paso de cumplir una de las metas que me propuse desde muy pequeño. A mis padres, por su apoyo incondicional y por acompañarme en cada etapa de mi formación académica. A mis ingenieros y docentes, por compartir sus conocimientos y guiarme en mi crecimiento profesional. Finalmente, agradezco a mis compañeros que siempre me sacaron una sonrisa.

Frank Vargas

DEDICATORIA

Texto de la dedicatoria

El siguiente proyecto lo dedicamos en gran parte a nuestros padres quienes nos brindaron su apoyo incondicional en el transcurso de la realización de este proyecto, a cada uno de los ingenieros que nos brindaron su apoyo en algunas dudas, al coordinador de la carrera quien nos prestó algunos componentes para expandir nuestros conocimientos, a nuestro tutor de tesis quien en cada parte del proceso nos estuvo guiando y resolviendo muchas dudas, ya que sin su guía estuviéramos estancados en cierta situación, y en especial a los compañeros con los cuales compartimos alegrías y estrés mientras realizábamos nuestras tesis.

Anderson Ramirez, Frank Vargas

RESUMEN

En el sector agrícola, los métodos manuales de riego generan consumo excesivo de agua, baja productividad de cultivos y deterioro ambiental debido a la falta de control preciso, especialmente en zonas rurales con limitado acceso a tecnologías avanzadas. El objetivo general es diseñar e implementar un sistema de temporización automatizada para riego agrícola por ciclos de tiempo programado en tableros eléctricos. La metodología incluyó revisión bibliográfica, diseño del sistema con PLC LOGO! 8, contactores y bomba centrífuga, montaje del tablero eléctrico usando software LOGO! Soft Comfort y CADe SIMU, e implementación con pruebas funcionales e integración Node-RED y Ubidots. Los resultados mostraron el correcto funcionamiento del tablero, ejecución precisa de ciclos de riego, reducción de intervención manual y supervisión remota efectiva. En conclusión, el sistema valida su viabilidad técnica, optimiza el uso hídrico y energético, y fortalece competencias en electromecánica para aplicaciones agrícolas sostenibles.

PALABRAS CLAVE

Riego, PLC, automatización, control.

ABSTRACT

In the agricultural sector, manual irrigation methods generate excessive water consumption, low crop productivity, and environmental deterioration due to the lack of precise control, particularly in rural areas with limited access to advanced technologies. The general objective is to design and implement an automated timing system for agricultural irrigation using programmed time cycles in electrical panels. The methodology included a literature review, system design with PLC LOGO! 8, contactors, and centrifugal pump, electrical panel assembly using LOGO! Soft Comfort and CADe SIMU software, and implementation with functional tests and integration of Node-RED and Ubidots. Results demonstrated proper panel operation, precise execution of irrigation cycles, reduced manual intervention, and effective remote supervision. In conclusion, the system validates its technical feasibility, optimizes water and energy use, and strengthens electromechanical skills for sustainable agricultural applications.

KEYWORDS

Irrigation, PLC, automation, control.

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	III
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	IV
AGRADECIMIENTO	V
DEDICATORIA.....	VI
RESUMEN	VII
PALABRAS CLAVE	VII
ABSTRACT	VIII
KEYWORDS	VIII
ÍNDICE	IX
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	X
ÍNDICE DE TABLAS	X
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. PROBLEMA	2
1.2. JUSTIFICACIÓN	2
1.3. OBJETIVOS.....	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. METODOLOGÍA	4
1.4.1. Procedimiento	4
1.4.2. Técnicas.....	4
1.4.3. Métodos.....	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. DEFINICIONES	6
2.1.1. Definición y función del tablero eléctrico de control	6
2.1.2. Componentes eléctricos principales	6
2.1.3. Automatización y control en tableros eléctricos para riego	8
2.1.4. Definición y función del sistema de temporización.....	8
2.1.5. Herramientas de software	9
2.1.6. Comunicación	9

2.1.7. Principios de programación y control secuencial	10
2.2. ANTECEDENTES	10
2.3. TRABAJOS RELACIONADOS.....	12
CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA	14
3.1. DESARROLLO	14
3.1.1. Descripción de la propuesta	14
3.1.2. Etapas	15
3.1.3. Presupuesto.....	26
3.2. RESULTADOS.....	27
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	29
4.1 CONCLUSIONES	29
4.2 RECOMENDACIONES	29
Bibliografía.....	31
ANEXOS	34

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1 Bomba centrífuga.....	20
Figura 2 Breaker.....	22
Figura 3 Contactor.....	22
Figura 4 PLC	23
Figura 5 Conversor de voltaje	23
Figura 6 Conductor electrico	24
Figura 7 Programacion en nodo en Nodo_RED	25
Figura 8 Programacion en Logo Soft Comfort.....	27
Figura 9 Tablero de temporización.....	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características del PLC en sistemas de riego automatizados.....	16
--	----

Tabla 2 Características de los principales tipos de riego utilizados en aplicaciones agrícolas.....	18
Tabla 3 Calibres de conductores	24
Tabla 4 Gastos realizados	26
Tabla 5 Equipos prestados	26

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la eficiencia de los sistemas de riego agrícola depende cada vez más de la incorporación de tecnologías de automatización que permitan optimizar el uso del recurso hídrico y reducir errores asociados a la operación manual. A pesar de los avances tecnológicos disponibles, una gran cantidad de sistemas de riego continúan funcionando de manera tradicional, lo que genera un uso ineficiente del agua y un desgaste prematuro de los equipos de bombeo (AYOVI & URETA, 2023).

El uso de bombas en sistemas de riego influye directamente en el consumo energético y la eficiencia del sistema. Estudios demuestran que la ausencia de control programado genera desperdicio de agua y un mayor consumo eléctrico. (Mamani, 2020) afirma que la temporización del funcionamiento de la bomba mediante un PLC permite optimizar el uso del recurso hídrico y reducir el gasto energético, al limitar el riego únicamente a los intervalos necesarios, mejorando la sostenibilidad del sistema.

Diversos estudios evidencian que la automatización del riego constituye una estrategia efectiva para mejorar la sostenibilidad y eficiencia en sistemas agrícolas. (Zavala Davalos, 2017), desarrolló un sistema de riego automatizado basado en un PLC Siemens LOGO! con comunicación GSM, demostrando que el telecontrol optimiza el uso del agua y la energía. De manera similar, (AYOVI y URETA, 2023), implementaron un sistema de riego por aspersión con control on-off, integrando cálculos hidráulicos y eléctricos que mejoraron la uniformidad del riego. Asimismo, (IDARRAGA, 2022), presentó un prototipo de riego automatizado que incorporó tecnologías IoT y energías renovables, logrando reducir el desperdicio de agua. Estos antecedentes respaldan la pertinencia de la presente propuesta, al evidenciar la eficacia del uso de PLC, tableros eléctricos y temporización programada en sistemas de riego automatizado.

La automatización de un sistema de riego es importante para reducir el desperdicio, y mal manejo de cultivos, debido a que siempre debe haber un operador que este constantemente activando el sistema. Por lo cual, al agregar

un ciclo programado en un PLC se evita la constante supervisión y acción del operador. Así reduciendo costos en consumo y mano de obra.

Al aplicar un sistema automático de riego se pone en práctica las áreas como sistemas de control y automatización, distribución eléctrica, accionamiento eléctrico, en lo que sería un tablero didáctico de pruebas a escala sobre el control, automatización y accionamiento del sistema de riego.

1.1. PROBLEMA

En el sector agrícola persisten dificultades relacionadas con la gestión eficiente del riego, principalmente debido al uso de métodos manuales que carecen de control y programación adecuada. Esta situación genera un consumo excesivo de agua, afecta la productividad de los cultivos y contribuye al deterioro ambiental, especialmente en zonas rurales donde el acceso a sistemas automatizados es limitado.

Si bien los sistemas de riego automatizados representan una solución viable para optimizar el uso del recurso hídrico, su implementación se ve limitada por la falta de conocimiento técnico, la escasa capacitación y la percepción de altos costos. Por ello, surge la necesidad de desarrollar un sistema automatizado accesible, adaptable y de fácil manejo, que permita mejorar la eficiencia del riego y contribuya a una gestión sostenible del agua.

1.2. JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de sistemas de temporización automatizada para riego agrícola responde a la necesidad de generar soluciones innovadoras que integren conocimientos de la tecnología en electromecánica con las demandas del sector agrícola. Desde el ámbito académico, este trabajo aporta al fortalecimiento de competencias en automatización, control eléctrico y gestión eficiente de recursos, lo cual es coherente con las líneas de formación y de investigación de las ingenierías aplicadas.

El proyecto se fundamenta en la integración de un PLC como controlador principal, el cual permite programar y gestionar ciclos de riego de manera precisa

y automática. La incorporación de contactores, una bomba centrífuga y un tablero eléctrico asegura la correcta operación y protección del sistema, facilitando la automatización del proceso de riego. Esta combinación tecnológica garantiza mayor confiabilidad y eficiencia en comparación con métodos manuales, permitiendo establecer secuencias programadas de encendido y apagado que optimizan el uso del recurso hídrico. De esta manera, se evidencia un avance hacia la modernización de la agricultura, al emplear herramientas de control industrial en la gestión de los recursos agrícolas.

En coherencia con lo anterior, el presente trabajo se articula con la línea de investigación institucional orientada a la innovación tecnológica en procesos productivos y eléctricos. Esta relación se sustenta en la búsqueda de soluciones prácticas a problemáticas del sector agrícola mediante el uso de la automatización y el control eléctrico, ejes centrales de la formación en ingeniería electromecánica. De esta manera, la propuesta no solo contribuye a la mejora de la eficiencia hídrica y energética en el ámbito rural, sino que también fortalece el vínculo entre la academia y la comunidad, generando impacto en el desarrollo sostenible y en la transferencia de conocimiento aplicado al contexto productivo.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Diseñar e implementar un sistema de temporización automatizada para riego agrícola por ciclos de tiempo programado en tableros eléctricos

1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar una revisión bibliográfica de investigaciones, proyectos y normativas relacionadas.
- Diseñar un sistema de temporización automatizada que integre componentes electromecánicos.
- Implementar el sistema mediante el montaje del tablero eléctrico y la programación del PLC.

1.4. METODOLOGÍA

1.4.1. Procedimiento

El desarrollo de la propuesta se realizó siguiendo una secuencia metodológica alineada con los objetivos específicos planteados. Inicialmente, se llevó a cabo una revisión bibliográfica en repositorios académicos, tesis y manuales técnicos relacionados con la automatización del riego, tableros eléctricos y controladores lógicos programables (PLC), lo que permitió establecer una base teórica y conocer experiencias previas relevantes.

Posteriormente, se desarrolló el diseño del sistema de riego automatizado, definiendo los requerimientos técnicos y seleccionando los componentes eléctricos y electrónicos necesarios. En esta etapa se elaboraron los diagramas eléctricos y de control, así como la programación de los ciclos de riego en el PLC, de acuerdo con las condiciones de operación del sistema.

Finalmente, se ejecutó la implementación y evaluación del sistema, que incluyó el montaje del tablero eléctrico, la conexión de los circuitos de potencia y control y la carga del programa en el PLC. Las pruebas realizadas permitieron verificar el correcto funcionamiento del sistema, la ejecución de los ciclos de temporización y el cumplimiento de los objetivos propuestos.

1.4.2. Técnicas

En el desarrollo del proyecto se emplearon técnicas que permitieron sustentar teóricamente el estudio, diseñar la propuesta y validar el funcionamiento del sistema de riego automatizado.

La principal técnica utilizada fue la investigación documental, mediante la revisión de tesis, artículos científicos y literatura especializada relacionada con la automatización de sistemas de riego y el uso de PLC. Esta técnica permitió construir el marco teórico, identificar experiencias previas y seleccionar criterios técnicos aplicables al diseño del sistema (Torres, 2010).

Asimismo, se aplicó la técnica de diseño, entendida como un proceso sistemático orientado a la planificación y desarrollo de una solución tecnológica. Esta técnica se utilizó en la elaboración de los diagramas eléctricos y de control, así como en la selección e integración de los componentes del sistema, asegurando coherencia con los objetivos planteados (Compean, 2010).

Finalmente, se realizaron pruebas experimentales para verificar el desempeño del sistema en condiciones reales de operación. Estas pruebas permitieron comprobar la correcta ejecución de los ciclos de riego programados y validar la funcionalidad del sistema automatizado, conforme a los criterios de evaluación establecidos (Sampieri et al., 2014).

1.4.3. Métodos

En primer lugar, se utilizó el método científico, el cual, constituye un procedimiento sistemático que integra la observación, el análisis y la verificación empírica de hipótesis. Este método resultó esencial en la fase de diagnóstico del problema y en la comprobación de los beneficios del sistema de riego automatizado, ya que permitió estructurar el proceso investigativo de forma ordenada y lógica (Sampieri et al., 2014).

De manera complementaria, se empleó el método de ingeniería, particularmente a través de la guía GEMMA, se realizó una representación para el proyecto que puede consultarse en el Anexo 1. (Perez Ponsa, 2010) describe que la guía GEMMA proporciona una metodología estructurada para prever todos los estados de un automatismo. En este proyecto, ambos enfoques fueron aplicados en la fase de diseño y programación del sistema, lo que permitió organizar las etapas de automatización, supervisión, interacción, implementación y pruebas. Asimismo, se recurrió al método analítico, que permitió descomponer el problema del riego agrícola en sus elementos fundamentales, como el consumo de agua, la operación manual y la eficiencia de distribución. Este análisis detallado permitió identificar las variables críticas que debían ser controladas por el sistema. Posteriormente, mediante el método sintético, se integró la información obtenida para formular una propuesta coherente de automatización, uniendo los diferentes componentes tecnológicos en una solución unificada.

También se aplicaron los métodos inductivo y deductivo. El primero permitió, a partir de experiencias y casos particulares de sistemas de riego, extraer conclusiones generales sobre la pertinencia de la automatización. Por su parte, el método deductivo facilitó la aplicación de principios teóricos de la automatización y del control electrónico para diseñar un sistema concreto, adaptado a las condiciones del cultivo y del entorno.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. DEFINICIONES

2.1.1. Definición y función del tablero eléctrico de control

Los tableros eléctricos son elementos fundamentales en los sistemas eléctricos, cuya función principal es la distribución, control y protección de la energía eléctrica hacia los distintos equipos que conforman una instalación. En los sistemas de riego automatizado, el tablero eléctrico de control constituye el núcleo operativo del sistema, ya que centraliza el suministro eléctrico hacia la bomba de agua y los dispositivos de control, permitiendo una operación coordinada, segura y eficiente.

Estos tableros integran dispositivos de maniobra, control y protección, diseñados para operar bajo condiciones ambientales exigentes propias del entorno agrícola. (Mejía et al. 2023) concluyeron que los tableros de control permiten la operación programada de los equipos eléctricos, contribuyendo a la estabilidad operativa del sistema y garantizando condiciones adecuadas de seguridad eléctrica, lo cual resulta esencial para la protección de los equipos y del personal operativo.

2.1.2. Componentes eléctricos principales

El tablero de control automatizado está conformado por diversos componentes eléctricos y electrónicos que cumplen funciones específicas dentro del sistema. La correcta selección de estos elementos, de acuerdo con la potencia instalada y las condiciones de carga, es fundamental para garantizar la confiabilidad, eficiencia energética y protección de los equipos, tal como lo señala (Guaña, 2019).

PLC LOGO! 8

El PLC LOGO! 8 es un controlador lógico programable compacto, orientado a aplicaciones de automatización básica. Permite ejecutar funciones de control lógico, temporización y conteo mediante entradas y salidas digitales y

analógicas, incorporando además comunicación Ethernet. Su facilidad de programación, confiabilidad y flexibilidad lo convierten en una opción adecuada para sistemas de riego automatizado de pequeña y mediana escala (Siemens, 2020).

Elementos de protección

El interruptor termomagnético es un dispositivo destinado a proteger los circuitos eléctricos frente a sobrecargas y cortocircuitos. Su principio de funcionamiento combina un sistema térmico, que actúa ante sobrecorrientes prolongadas, y un sistema magnético, que responde de manera instantánea ante fallas severas, protegiendo conductores y equipos del sistema eléctrico (Cruz, 2016).

Contactor

El contactor es un dispositivo electromecánico utilizado para la conexión y desconexión de circuitos de potencia de manera remota o automatizada. Es ampliamente empleado en el control de motores eléctricos debido a su capacidad de conmutación y durabilidad en aplicaciones industriales y de automatización (Hernández, 2018).

Conductores

Los conductores eléctricos permiten el transporte de la energía desde la fuente hasta las cargas. Su selección depende de la corriente nominal, condiciones de instalación y caída de tensión permitida, siendo un factor determinante para la seguridad y eficiencia del sistema eléctrico (Gómez, 2017).

Conversor 110 V a 24 V

El conversor de 110 V AC a 24 V DC transforma la tensión de la red eléctrica en una tensión continua regulada, necesaria para alimentar dispositivos de control como PLC y sensores. Este equipo garantiza una alimentación estable y protege los componentes electrónicos frente a variaciones de la red (Bolton, 2019).

Sensores

Los sensores permiten detectar variables del entorno y convertirlas en señales eléctricas interpretables por el sistema de control. En aplicaciones de riego automatizado, facilitan la supervisión del proceso y contribuyen a mejorar la eficiencia operativa del sistema (Bolton, 2019).

Microcontrolador

El microcontrolador es un circuito integrado que incorpora procesador, memoria y periféricos de entrada y salida en un solo dispositivo. A diferencia de los PLC, se emplea comúnmente en aplicaciones de menor escala y requiere mayor desarrollo a nivel de programación y hardware para su integración en sistemas de automatización (Mazidi, 2018).

2.1.3. Automatización y control en tableros eléctricos para riego

La automatización en tableros eléctricos de riego permite ejecutar de forma programada las operaciones de encendido, apagado y temporización mediante controladores lógicos programables. Estos dispositivos actúan sobre bombas y válvulas en función de secuencias previamente definidas, mejorando la precisión, repetibilidad y eficiencia del proceso.

(Gallegos, 2021) afirma que uso de PLC LOGO! 8 en sistemas de riego automatizado permite implementar rutinas de control basadas en temporizadores y contadores, optimizando la operación del sistema. Este tipo de automatización ofrece mayor flexibilidad operativa, reduce la intervención manual y contribuye a una gestión más eficiente del riego.

2.1.4. Definición y función del sistema de temporización

El sistema de temporización constituye el núcleo lógico de la automatización en los procesos de riego agrícola, ya que regula el tiempo de funcionamiento de los dispositivos eléctricos y electromecánicos, como bombas y motores. Su aplicación permite ejecutar los ciclos de riego en momentos y duraciones

previamente definidos, optimizando el uso del agua y la energía, y evitando operaciones innecesarias del sistema.

2.1.5. Herramientas de software

Para el diseño y validación del sistema de temporización automatizada se emplearon herramientas de software especializadas que permitieron desarrollar, simular y verificar el correcto funcionamiento del sistema antes de su implementación física.

LOGO! Soft Comfort es un software desarrollado por Siemens para la programación de los controladores LOGO!, que permite crear programas mediante lenguajes gráficos, además de incorporar funciones de simulación y monitoreo en tiempo real, facilitando la validación del sistema de temporización (Siemens, LOGO! Soft Comfort V8.3: Manual del sistema., 2023).

De manera complementaria, se utilizó CADE-SIMU para el diseño y simulación de los esquemas eléctricos de control y potencia del tablero, permitiendo verificar la correcta interconexión de los componentes y apoyar la planificación del montaje del sistema (Derose, s.f.).

2.1.6. Comunicación

La comunicación en sistemas de riego automatizado permite la supervisión y el control remoto de los dispositivos que intervienen en el proceso. En este proyecto, la comunicación se implementó mediante Node-RED, herramienta de programación visual orientada a flujos, que facilita la integración del PLC con servicios web y plataformas IoT de forma flexible y escalable (OpenJS, 2023).

Asimismo, se empleó la plataforma Ubidots para el monitoreo y visualización de datos, permitiendo supervisar el estado del sistema y modificar parámetros de operación de manera remota, contribuyendo a una gestión más eficiente del riego automatizado (Ubidots, 2023).

2.1.7. Principios de programación y control secuencial

La temporización en sistemas de riego automatizado se basa en la programación por ciclos de tiempo, donde el PLC ejecuta una secuencia lógica definida por el usuario. Para estructurar esta lógica de control se emplean herramientas como diagramas de flujo y lenguajes gráficos de programación (Pressman, 2014).

Entre los lenguajes más utilizados se encuentran el lenguaje Ladder Diagram y el Function Block Diagram (FBD), siendo este último el seleccionado para el presente proyecto por facilitar una implementación ordenada y confiable de la lógica de temporización (Bolton, 2019).

Sistemas de control por etapas y transiciones

Los sistemas de control por etapas y transiciones dividen el proceso en estados definidos, entre los cuales se avanza mediante condiciones lógicas. Este enfoque permite estructurar procesos secuenciales de forma clara, facilitando su programación y mantenimiento en sistemas automatizados (International Electrotechnical Commission., 2013).

En el presente proyecto, se determinaron los tiempos de operación del sistema y se optó por el uso del lenguaje FBD en el software LOGO! Soft Comfort, debido a que permitió una implementación más ordenada y confiable de la lógica de temporización. Además, este enfoque facilitó la integración con el servidor Node-RED, posibilitando la supervisión remota del sistema y la modificación de los intervalos de riego sin alterar el cableado eléctrico, otorgando mayor flexibilidad operativa al sistema automatizado.

2.2. ANTECEDENTES

La Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), extensión El Carmen, es una institución de educación superior pública comprometida con la formación profesional, la investigación aplicada y la vinculación con la sociedad. Su sede en el cantón El Carmen se ha consolidado como un referente en la provincia de Manabí en el ámbito de la tecnología electromecánica, al promover proyectos

orientados al desarrollo sostenible, la innovación y la optimización de los recursos energéticos en sectores productivos locales. En este contexto, la carrera de Electromecánica fomenta el diseño e implementación de soluciones técnicas aplicadas al control, automatización y mantenimiento de sistemas eléctricos, con énfasis en el uso eficiente de la energía y la incorporación de tecnologías inteligentes en la agricultura y la industria.

En los últimos años, en la ULEAM y en otras universidades públicas ecuatorianas se han desarrollado proyectos de automatización eléctrica vinculados a la creación y mejora de tableros eléctricos de control. Estos trabajos han abordado el diseño, ensamblaje y mantenimiento de tableros de distribución y control, integrando dispositivos de mando, protección y maniobra en entornos productivos. Por ejemplo, (Mejía et al., 2023) destacan que los tableros eléctricos cumplen un papel esencial en la gestión de la energía, permitiendo una distribución segura y confiable mediante el uso de dispositivos de protección y control automatizado. Este tipo de estudios ha reforzado la importancia del mantenimiento preventivo y predictivo para garantizar la continuidad de los procesos eléctricos en instalaciones industriales y agrícolas.

En los últimos años, diversas universidades ecuatorianas han ejecutado proyectos vinculados con sistemas de riego automatizados, temporización y control eléctrico, que guardan relación directa con el título de esta tesis. Uno de ellos es el proyecto “Implementación de un sistema de riego automatizado empleando dispositivos de control para incrementar la eficiencia en el uso del agua en el barrio Anchilivi, provincia de Cotopaxi (2022), llevado a cabo por la Universidad Técnica de Cotopaxi. En este caso se utilizó un PLC LOGO 12/24 TDE V8.3 para procesar señales de sensores y tiempos programados, permitiendo controlar electroválvulas y reducir el consumo hídrico mediante temporización horaria. Este proyecto evidencia cómo ya se ha integrado tanto programación de ciclos como control eléctrico automatizado en contextos locales (Cajamarca Chasi y Cevallos Pastrano, 2022).

Más recientemente, la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE) desarrolló en 2025 el proyecto “Implementación de un sistema automatizado de riego por goteo basado en IoT para un prototipo de invernadero de tomates”

donde se integran sensores de humedad, temperatura ambiente y del suelo, conectados a plataformas de control remoto. Aunque la automatización se apoya en IoT más que en PLC, el esfuerzo por medir, programar ciclos de riego y activar componentes eléctricos se acerca al sistema de temporización y programación eléctrica en tu propuesta (Chamba Gonzaga, 2025).

También cabe mencionar el proyecto reciente desarrollado en la Universidad Técnica de Cotopaxi: “Sistema de regadío automático para mejorar la eficiencia de riego de la florícola Pinango en el cantón Cayambe” (2023). Este incluye el uso de control tecnológico, aunque el enfoque principal es fertirriego y monitoreo de variables como pH y conductividad eléctrica, lo que demuestra la tendencia institucional hacia automatizaciones agrícolas complejas que involucran control eléctrico, sensores y programación. Esto muestra la capacidad técnica y los centros educativos activos en ello (Landeta Ulcuango, 2023).

2.3. TRABAJOS RELACIONADOS

Un estudio reciente realizado en Egipto describe el desarrollo de un sistema inteligente de riego basado en PLC, SCADA y lógica difusa (fuzzy control), aplicado a una finca de aproximadamente 20 acres en Alexandria. Este sistema integra interfaces gráficas (GUI), sensores para humedad del suelo, temperatura, presión atmosférica, conductividad eléctrica, lluvia y viento; además del PLC que coordina las salidas para bombas de riego, logrando una reducción del consumo energético diario de aproximadamente un 31,25 % en comparación con métodos convencionales, lo que demuestra la eficacia del control eléctrico automatizado con programación temporal avanzada (Morsi y Ahmed, 2024).

En Colombia (Palma Vergara, 2022) desarrolló un “Sistema de riego controlado por PLC para la entrega eficiente de agua en cultivos” implementado en condiciones de experimentación agrícola. En este proyecto, se empleó un controlador lógico programable para automatizar la operación de electroválvulas y bombas mediante temporización programada, con el fin de regular el caudal y evitar excesos o pérdidas hídricas. Este caso demuestra la aplicación práctica del control eléctrico y de programación temporal en un contexto agrícola latinoamericano, aportando un referente técnico útil para el diseño de tableros eléctricos con ciclos programados de riego.

En la provincia de Los Ríos, cantón Vinces, se ejecutó un proyecto de automatización de un sistema de riego por aspersión con el propósito de optimizar los recursos hídricos en cultivos de maíz. El trabajo desarrollado por los estudiantes, consistió en el diseño e implementación de un sistema mecatrónico que integra los componentes hidráulicos y eléctricos mediante un controlador on-off, lo que permitió automatizar el proceso de riego reduciendo la intervención manual del agricultor. Los resultados demostraron que la automatización favoreció un uso más eficiente del agua, mejoró la productividad del cultivo y contribuyó al desarrollo sostenible de las comunidades rurales (AYOVI y URETA, 2023). Este proyecto constituye un referente importante de aplicación tecnológica en el sector agrícola ecuatoriano, evidenciando el impacto positivo de la mecatrónica en la gestión del riego.

En la provincia de Manabí, cantón Jipijapa, se desarrolló un proyecto de automatización del riego mediante circuitos electrónicos programables aplicado a un vivero de café. El estudio de (AGUILERA, 2025), evidenció que el riego automatizado por aspersión optimiza el uso del agua, reduce costos operativos y mejora la eficiencia productiva, destacando la relevancia de la automatización en el sector agrícola.

CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA

La presente propuesta se centra en el diseño e implementación de un sistema de temporización automatizada para riego agrícola, basado en ciclos de tiempo programados mediante un controlador lógico programable (PLC) integrado en un tablero eléctrico de control. El sistema permite automatizar la activación y desactivación de la bomba de riego conforme a intervalos de tiempo previamente definidos, con el objetivo de optimizar el uso del recurso hídrico, reducir la intervención manual del operador y mejorar la eficiencia operativa del sistema.

La solución propuesta contempla el uso de componentes eléctricos y electromecánicos de carácter industrial, seleccionados para operar en entornos agrícolas, garantizando condiciones de confiabilidad, seguridad eléctrica y facilidad de mantenimiento.

3.1. DESARROLLO

En esta sección se describe el proceso de desarrollo e implementación de la propuesta, abordando de manera ordenada las etapas seguidas para cumplir los objetivos específicos del proyecto. Se detallan las actividades relacionadas con la investigación documental, el diseño del sistema de control, la selección de los componentes electromecánicos, el montaje del tablero eléctrico y la programación del PLC. Asimismo, se presentan los criterios técnicos empleados para asegurar un funcionamiento seguro, eficiente y confiable del sistema de temporización automatizada.

3.1.1. Descripción de la propuesta

Como etapa inicial del desarrollo de la propuesta, se realizó una revisión bibliográfica de investigaciones, proyectos académicos y normativas técnicas relacionadas con la automatización del riego agrícola, el diseño de tableros eléctricos y el uso de controladores lógicos programables. Esta revisión permitió establecer una base técnica sólida para la definición de los criterios de diseño, la selección de componentes y la estructuración de la lógica de temporización del sistema.

Posteriormente, se procedió al diseño del sistema de temporización automatizada, integrando componentes eléctricos y electromecánicos orientados al control eficiente del riego. En esta etapa se seleccionaron los dispositivos principales, tales como el PLC, contactores, dispositivos de protección, elementos de señalización y componentes de maniobra, considerando criterios de compatibilidad eléctrica, confiabilidad operativa y facilidad de mantenimiento.

El diseño lógico del sistema se desarrolló mediante el software LOGO! Soft Comfort, donde se utilizó temporizadores y bloques funcionales para definir los ciclos de encendido y apagado del sistema de riego. La simulación previa del programa permitió verificar la correcta secuencia de control antes de su implementación física. De manera complementaria, se utilizó el software CADe SIMU para el diseño de los esquemas eléctricos de potencia y control del tablero, los cuales se presentan en el anexo 3.

Finalmente, se implementó el sistema mediante el montaje del tablero eléctrico y la programación del PLC. Además, se integró un sistema de comunicación basado en Node-RED y la plataforma Ubidots, permitiendo la supervisión y el control remoto del sistema de riego automatizado. Las pruebas funcionales realizadas confirmaron el correcto funcionamiento del sistema y el cumplimiento de los objetivos planteados.

3.1.2. Etapas

Etapas 1: Actividades realizadas para cumplir el Objetivo Específico 1.

Para el cumplimiento del primer objetivo específico, se desarrolló una etapa de investigación documental orientada a la recopilación y análisis de información técnica relacionada con la temporización automatizada del riego y el diseño de tableros eléctricos de control. Para ello, se consultaron repositorios institucionales, bases de datos académicas, artículos científicos y manuales técnicos vinculados al uso de PLC y a la programación por ciclos de tiempo.

El análisis de la información permitió identificar tendencias tecnológicas, arquitecturas de control, componentes eléctricos comúnmente empleados y estrategias de programación aplicadas en proyectos similares, lo cual sirvió como base para la definición de los criterios de diseño y la selección de los componentes del sistema propuesto.

En la revisión bibliográfica se evidenció el uso predominante de PLC como Siemens LOGO!, Schneider Zelio y Eaton Easy, estos orientados a aplicaciones de control de pequeña y mediana escala. Estos dispositivos permiten implementar funciones de temporización, control secuencial y comunicación de forma confiable y de fácil configuración, lo que los hace adecuados para sistemas de riego automatizado (Siemens, 2020), como se puede apreciar en la tabla 1.

Tabla 1
Características del PLC en sistemas de riego automatizados

PLC	Fabricante	Tipo de aplicación	Funciones básicas	Facilidad de configuración
LOGO!	Siemens	Pequeña y mediana escala	Temporización, control secuencial, entradas y salidas digitales	Alta
Zelio Logic	Schneider Electric	Pequeña y mediana escala	Temporización, control lógico, automatización básica	Alta
EASY	Eaton	Pequeña y mediana escala	Control secuencial, temporización, automatización básica	Media–Alta

Fuente: Elaboración propia, a partir de Siemens (2020).

Asimismo, se analizaron los principales tipos de riego utilizados en aplicaciones agrícolas (superficie, aspersión y goteo), identificando algunas de sus diferencias en cuanto a nivel de control, eficiencia hídrica y complejidad operativa. Este análisis permitió establecer que el riego por aspersión resulta adecuado para la implementación del sistema de temporización automatizada propuesto, debido a su compatibilidad con ciclos de encendido y apagado programados.

Tipos de riego

Durante el análisis documental se estudiaron los principales tipos de riego utilizados en aplicaciones agrícolas, entre los que se encuentran la irrigación por superficie, el riego por aspersión y el riego por goteo, los cuales presentan diferentes requerimientos en cuanto a tiempos de operación y frecuencia de riego. (Berge, 2020)

- *Irrigación por superficie*

La irrigación por superficie consiste en la aplicación del agua directamente sobre el terreno, permitiendo que esta se desplace por gravedad a lo largo de la superficie del suelo. Este tipo de riego es comúnmente utilizado en cultivos extensivos y terrenos con pendientes suaves, y requiere un control adecuado del tiempo de suministro para asegurar una distribución uniforme del agua y evitar pérdidas por escorrentía o infiltración excesiva.

- *Riego por aspersión*

El riego por aspersión distribuye el agua de forma superficial mediante dispositivos de pulverización, por lo que requiere un control adecuado del tiempo para evitar pérdidas por evaporación o escorrentía.

- *Riego por goteo*

El riego por goteo suministra el agua de manera localizada, demandando una temporización más precisa y continua para mantener niveles adecuados de humedad.

En la Tabla 2 se presentan las características principales de los tipos de riego analizados, evidenciando diferencias significativas en el nivel de control, eficiencia hídrica y complejidad del sistema.

Tabla 2

Características de los principales tipos de riego utilizados en aplicaciones agrícolas

Tipo de riego	Forma de aplicación del agua	Nivel de control del riego	Eficiencia en el uso del agua	Complejidad del sistema
Irrigación por superficie	Flujo de agua sobre el suelo por gravedad	Bajo	Baja	Baja
Riego por aspersión	Pulverización del agua en forma de lluvia artificial	Medio	Media	Media
Riego por goteo	Aplicación localizada en la zona radicular	Alto	Alta	Media–Alta

Fuente: Elaboración propia, a partir de Berge (2020).

Asimismo, se compararon los sistemas de riego manual y automatizado, identificándose que el riego manual depende de la experiencia del operador, lo que puede generar variaciones en los tiempos y volúmenes de agua aplicados. En contraste, el riego automatizado permite establecer parámetros constantes mediante dispositivos de control, logrando una operación más uniforme y eficiente. Este análisis evidenció la pertinencia de la temporización automatizada basada en PLC, adaptable a distintos métodos de riego sin requerir modificaciones en la infraestructura eléctrica.

Finalmente, la información recopilada fue clasificada y organizada según su relevancia, sirviendo como base para la definición de criterios de diseño, la selección de componentes y la estructuración de la lógica de temporización del sistema.

Etapas 2: Actividades realizadas para cumplir el Objetivo Específico 2.

Para el cumplimiento del segundo objetivo específico, se desarrolló una etapa de diseño del sistema de temporización automatizada, enfocada en la definición de la arquitectura eléctrica y de control del sistema de riego. Inicialmente, se realizó la identificación de los requerimientos técnicos del sistema, considerando

las características de operación del riego agrícola, las cargas a controlar, los tiempos de funcionamiento requeridos y las condiciones del entorno donde operará el tablero eléctrico.

Posteriormente, se procedió a la selección de los componentes eléctricos y electromecánicos. Esta selección se realizó con base en criterios de capacidad nominal, confiabilidad, disponibilidad y facilidad de integración.

- **Determinación de componentes a utilizar**

Se debe partir desde la idea que el alcance del tablero es meramente demostrativo para demostrar la operación de la temporización en los ciclos de riego, por ende, se busca el menor alcance posible, partiendo de eso se determinó que los siguientes materiales eran los ideales para cumplir el objetivo propuesto.

1. **Bomba centrífuga de ½ HP**

La selección de una bomba centrífuga superficial de 1/2 HP se justifica a partir de un análisis hidráulico simplificado del sistema de riego propuesto. El sistema presenta una diferencia de nivel reducida (≈ 1 m) y una longitud de tubería corta, por lo que la carga hidráulica está principalmente asociada a las condiciones de operación y no a una elevación significativa del fluido.

Con base en el caudal estimado del sistema (0,6 L/s) y considerando una carga hidráulica total aproximada de 1,5 m, se utilizó la expresión de la potencia hidráulica únicamente como referencia conservadora:

$$Ph = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H$$

Donde:

- ρ = Densidad del agua
- g = Aceleración de la gravedad
- Q = Caudal
- H = Carga total estimada

$$Ph = 1000 \times 9,81 \times 0,0006 \times 1,5$$

$$Ph = 8,83W$$

- **Potencia real requerida**

$$P_{real} = \frac{Ph}{\eta}$$

$$P_{real} = \frac{8,83}{0,6} \approx 14,7W$$

Para efectos de verificación, se consideró un rendimiento típico del 60 %, valor comúnmente reportado en literatura técnica y catálogos de bombas centrífugas pequeñas, lo que resulta en una potencia real requerida aproximada de 14,7 W. Este valor continúa siendo muy inferior a la potencia disponible de la bomba de 1/2 HP (≈ 373 W), como se puede apreciar en la figura 1. En consecuencia, la bomba seleccionada opera con un amplio margen de seguridad, evitando sobreesfuerzos mecánicos, garantizando estabilidad del caudal y asegurando una integración confiable con el sistema de temporización automatizada y el tablero eléctrico de control. La selección responde a criterios de disponibilidad comercial, robustez operativa y compatibilidad con sistemas de control eléctrico, más que a una exigencia hidráulica crítica.

Figura 1
Bomba centrífuga



2. Dimensionamiento de protecciones eléctricas

A partir de la potencia nominal de la bomba centrífuga superficial de 1/2 HP y su alimentación monofásica a 110 V, se estimó la corriente nominal del motor considerando valores típicos de eficiencia y factor de potencia para este tipo de equipos. Con base en este análisis, se seleccionó un contactor con capacidad

nominal de 9 A, garantizando una maniobra segura y confiable frente a la corriente de arranque del motor.

Para el dimensionamiento de la protección general del sistema se consideró, además del motor, el consumo de los dispositivos auxiliares de control, tales como el conversor de 110 V AC a 24 V DC, el PLC LOGO! 8 y las luces piloto de señalización. Al considerar un margen de seguridad adecuado para el arranque del motor, se seleccionó un interruptor termomagnético de 16 A, el cual proporciona protección efectiva contra sobrecargas y cortocircuitos, asegurando la seguridad y confiabilidad del tablero de control automatizado.

- **Cálculo de la corriente nominal del motor**

Para motores monofásicos, la corriente se estima con:

$$I = \frac{P}{V \cdot \eta \cdot \cos\phi}$$

Datos:

- Potencia nominal: 373 W
- Tensión: V=110 V
- Rendimiento típico (η): 0,75
- Factor de potencia ($\cos\phi$): 0,8

$$I = \frac{373}{110 \times 0,75 \times 0,8}$$

$$I = \frac{373}{66} \approx 5,65A$$

- **Suma de corrientes auxiliares.**

Se realiza la suma de las demás cargas del tablero, con datos brindados por los fabricantes:

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

- Conversor: 0,21
- PLC: 0,09
- Luces piloto: 0,03

$$I = 5,65 + 0,33 \approx 6A$$

- **Selección del interruptor termomagnético (breaker)**

El breaker debe permitir el paso de la corriente de arranque, proteger ante sobrecargas y cortocircuitos.

$$I_{breaker} \approx 1,25 \times I_n$$

$$I_{breaker} \approx 1,25 \times 6 \approx 7,5A$$

Según el cálculo realizado el valor ideal de la protección sería de 10 A; sin embargo, también se consideró la corriente de arranque característica de los motores monofásicos y la necesidad de evitar disparos imprevistos durante el encendido. Por este motivo, se seleccionó un interruptor termomagnético de 16 A, el cual garantiza una operación estable del sistema sin comprometer la protección contra cortocircuitos y sobrecargas generales.

Figura 2
Breaker

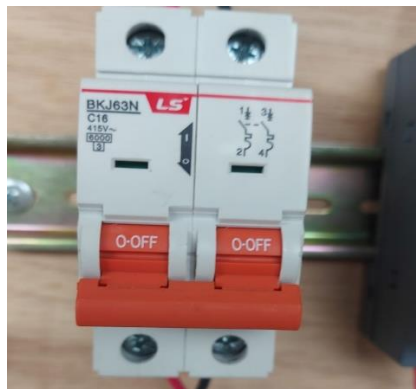
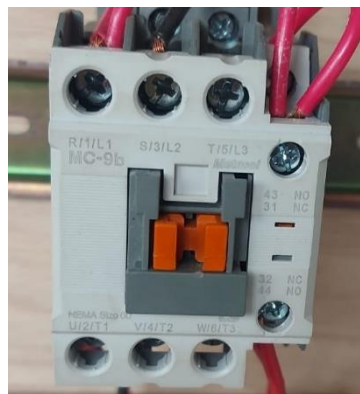


Figura 3
Contactora



3. PLC (Controlador Lógico Programable)

El PLC LOGO! 8 justifica su uso en el sistema de temporización automatizada para riego agrícola por su capacidad de control en aplicaciones de pequeña y mediana escala, facilidad de programación y alta confiabilidad. Incluye entradas/salidas digitales, temporizadores y funciones lógicas para ciclos de riego eficientes, además de compatibilidad con 12/24 V y diseño compacto que facilita su integración en el tablero eléctrico sin dispositivos adicionales.

Figura 4
PLC



4. Transformador de 110V a 24V

Se incorpora un conversor de 110 V AC a 24 V DC para alimentar de forma segura y estable los dispositivos de control y automatización del tablero eléctrico. Justifica su uso el estándar industrial de 24 V DC, que minimiza riesgos eléctricos para el operador en programación, mantenimiento y supervisión, y asegura compatibilidad con el PLC LOGO! 8, sensores y auxiliares para una comunicación y temporización óptimas.

Figura 5
Conversor de voltaje



5. Cable conductor (calibre AWG)

La selección de conductores eléctricos se basó en la corriente nominal, tipo de carga y condiciones de operación. Para el motor de bomba centrífuga de 1/2 HP, se usó cobre AWG 14, apto para corriente de diseño y arranque. En el circuito de control y PLC LOGO! 8 (24 V DC, bajo consumo), se empleó cobre AWG 16. Esta elección y separación asegura operación segura, confiable y sin interferencias en el tablero automatizado. En la tabla 3 se puede apreciar una comparación de conductores con las corrientes que soportan según la norma IEC / NEC.

Tabla 3
Calibres de conductores

Calibre AWG	Corriente admisible
AWG 18	7 A
AWG 16	10 A
AWG 14	15 A

Fuente: Elaboración propia, siguiendo la norma IEC / NEC.

Figura 6
Conductor eléctrico



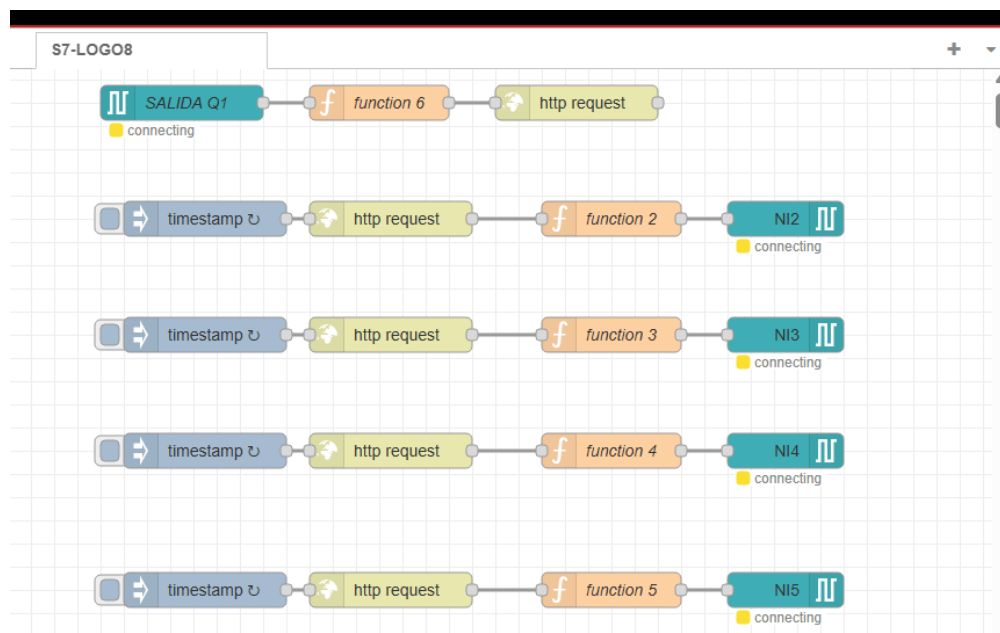
Etapas 3: Actividades realizadas para cumplir el Objetivo Específico 3.

La tercera etapa correspondió a la implementación del sistema de temporización automatizada. Esta incluyó el montaje físico del tablero eléctrico, la organización interna de los componentes de potencia y control, y el cableado de los circuitos eléctricos conforme al diseño establecido.

Posteriormente, se realizó la programación del PLC LOGO! 8 mediante el software LOGO! Soft Comfort, implementando la lógica de temporización basada en ciclos de encendido y apagado del sistema de riego. Una vez cargado el programa, se efectuaron pruebas funcionales para verificar la correcta ejecución de los ciclos programados, el accionamiento del contactor, la operación del motor y la señalización mediante luces piloto.

Adicionalmente, se integró el sistema de comunicación mediante Node-RED y la plataforma Ubidots, permitiendo la supervisión y el control remoto del sistema de riego a través de una conexión a internet. Esta funcionalidad amplió las capacidades del sistema, facilitando la gestión y el monitoreo del riego automatizado, como se puede apreciar en la figura 7.

Figura 7
Programación en nodo en Nodo_RED



Fuente: Elaboración propia.

3.1.3. Presupuesto

Para el desarrollo de la propuesta se consideraron los recursos económicos invertidos directamente, así como los equipos facilitados en calidad de préstamo. El presupuesto ejecutado contempla los materiales adquiridos para la implementación del sistema, mientras que los equipos prestados se detallan como aportes en especie, con un valor referencial, como se puede apreciar en las tablas 4 y 5.

Tabla 4
Gastos realizados

ITEM	DESCRIPCION	COSTO
1	ESP32, SENSOR	24,48
2	ACCESORIOS TUBERIAS	2,25
3	CANALETAS	6,88
4	CODOS Y UNION T, NEPLOS Y TUBOS 1/2	9,24
5	PLASTICO Y ASPERSOR	4
6	NEPLOS Y BORNERA	3,1
7	BREAKER	7,45
8	VALVULA CHECK	1,5
9	TABLA	2
10	LUCES PILOTO	2,8
12	TAIPE	0,5
13	CONTACTOR	10,2
	TOTAL	74,4

Tabla 5
Equipos prestados

ITEM	DESCRIPCION	COSTO
1	PLC	148
2	CONVERSION 110V - 24V	45
3	BOMBA CENTRIFUGA	35
	TOTAL	319,4

3.2. RESULTADOS

Los resultados obtenidos durante el desarrollo e implementación de la propuesta se organizan en función del cumplimiento de los objetivos específicos planteados.

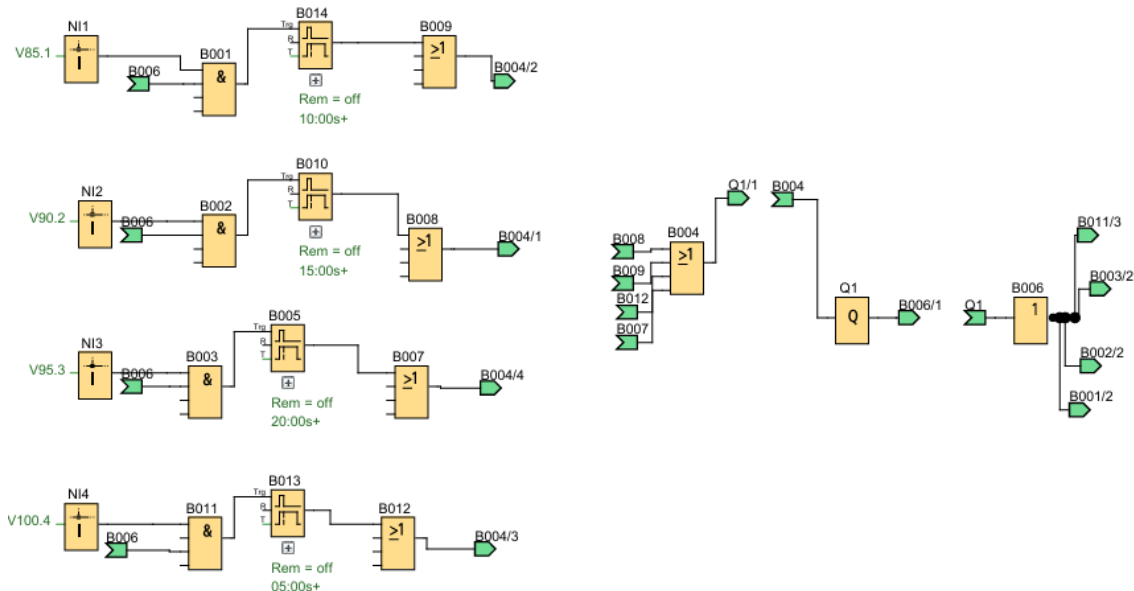
Objetivo 1: Logros obtenidos en el objetivo 1.

Se logró realizar una revisión bibliográfica exhaustiva que permitió identificar criterios técnicos y normativos aplicables al diseño de tableros eléctricos y sistemas de riego automatizado, estableciendo una base teórica sólida para el desarrollo del proyecto.

Objetivo 2: Logros obtenidos en el objetivo 2.

Se diseñó el sistema de temporización automatizada, definiendo la arquitectura del tablero eléctrico, seleccionando los componentes electromecánicos adecuados y estructurando la lógica de control mediante programación en el PLC, tal como se puede apreciar en la figura 8.

Figura 8
Programación en Logo Soft Comfort



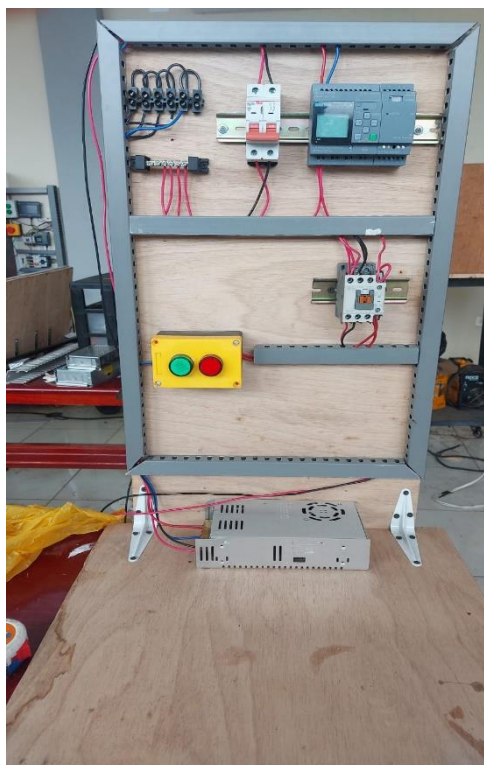
Objetivo 3: Logros obtenidos en el objetivo 3.

Se implementó físicamente el sistema mediante el montaje del tablero eléctrico, tal como se puede apreciar en la figura 9, la programación del PLC y la

integración de plataformas de comunicación para supervisión y control remoto, la cual se puede revisar en el anexo 2. Las pruebas realizadas confirmaron el correcto funcionamiento del sistema, evidenciando una reducción de la intervención manual y una gestión más eficiente del riego agrícola.

Figura 9

Tablero de temporización



CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

Se cumplió satisfactoriamente la revisión bibliográfica de investigaciones, proyectos y normativas relacionadas con tableros eléctricos, automatización y sistemas de riego temporizado. Esta revisión permitió establecer una base teórica sólida que orientó la correcta selección de los componentes, el diseño del sistema y la definición de la lógica de control, asegurando coherencia técnica entre el marco teórico y la propuesta desarrollada.

A partir del análisis de la información recopilada, se logró diseñar un sistema de temporización automatizada que integra de manera adecuada componentes electromecánicos y de control, tales como la bomba centrífuga, el contactor, los dispositivos de protección eléctrica y el PLC LOGO! 8. El diseño del tablero eléctrico permitió diferenciar claramente los circuitos de potencia y de control, facilitando la organización interna de los componentes y garantizando una operación segura, eficiente y confiable del sistema de riego automatizado.

Finalmente, mediante la implementación física del sistema y la programación del PLC, se realizaron pruebas de funcionamiento que demostraron la correcta ejecución de los ciclos de riego establecidos. Durante estas pruebas fue posible configurar distintos tiempos de operación, evidenciando la adaptabilidad del sistema a diversas condiciones de riego. Asimismo, se comprobó que el PLC acciona de manera confiable el motor del sistema y que la integración con el servidor Node-RED y la plataforma Ubidots permite la supervisión y el control remoto del riego, validando la funcionalidad, aplicabilidad y viabilidad técnica de la propuesta desarrollada.

4.2 RECOMENDACIONES

- Realizar inspecciones periódicas del tablero eléctrico de control, verificando conductores, conexiones y dispositivos de protección, con el fin de garantizar una operación segura y prevenir fallas por desgaste o condiciones ambientales propias del entorno agrícola.

- Configurar adecuadamente los tiempos de riego en el PLC según el tipo de cultivo, condiciones climáticas y características del suelo. Asimismo, realizar respaldos periódicos del programa y documentar cualquier modificación, facilitando la recuperación del sistema y futuras ampliaciones.
- Para futuras implementaciones, considerar la incorporación de sensores de humedad, caudalímetros u otros dispositivos de retroalimentación que permitan evolucionar el sistema hacia un control más preciso. Además, en caso de ampliación del área de riego, se deberá redimensionar la bomba y los dispositivos eléctricos asociados.
- Para garantizar una correcta operación remota, se recomienda mantener el sistema conectado a un servidor y verificar la adecuada configuración de las variables en la plataforma Node-RED, asegurando una comunicación estable entre el PLC y el sistema de monitoreo.

Bibliografía

- AG, S. (2020). *LOGO! 8 logic module manual*. Siemens. Digital Industries .
- AGUILERA, T. A. (2025). *AUTOMATIZACIÓN DE SISTEMA DE RIEGO MEDIANTE CIRCUITOS* . Repositorio Institucional de la Universidad Estatal del Sur de Manabí.
- AYOVI, A. J., & URETA, M. E. (2023). *Automatizacion de un sistema de riego por aspersion*. Universidad Salesiana Del Ecuador.
- Berge, P. v. (2020). *Buenas prácticas agrícolas en la gestión del riego*. Instituto de Investigación de Agricultura Orgánica, FiBL.
- Bolton, W. (2019). *Programmable logic controllers*. Newnes.
- Cajamarca Chasi, J. A., & Cevallos Pastrano, J. E. (2022). *Implementación de un sistema de riego automatizado empleando dispositivos de control para incrementar la eficiencia en el uso del agua en el barrio Anchilivi en la provincia de Cotopaxi*. Repositorio Institucional UTC.
- Chamba Gonzaga, H. A. (2025). *Implementación de un sistema automatizado de riego por goteo basado en IoT para un prototipo de invernadero de tomates*. Repositorio UPSE.
- Compean, L. B. (2010). *Métodos y técnicas* . Nuevo Leon: Repositorio de la Universidad Autonoma de Nuevo Leon.
- Cruz, J. &. (2016). *Instalaciones eléctricas industriales*. McGraw-Hill.
- Derose, R. (s.f.). *¿Qué es y para qué sirve CADe SIMU?* Electronica: <https://electronica.guru/app01/2406/que-es-y-para-que-sirve-cade-simu>
- Gallegos, J. E. (2021). *Diseño e implementación del tablero con HMI para el control de las compuertas 1 y 2 de la bocatoma del sistema de riego Chambo–Guano*. Riobamba: Repositorio ESPOCH.
- Gómez, A. (2017). *Fundamentos de instalaciones eléctricas*. Alfaomega.
- Guaña, J. F. (2019). *Diseño e implementación de un sistema de riego automatizado para un invernadero de producción de tomate riñón en el*

cantón Ambato parroquia Unamuncho. Cotopaxi: Repositorio Institucional UTC.

Hernández, L. (2018). *Máquinas eléctricas y sistemas de control*. Pearson Educación.

IDARRAGA, S. D. (2022). *DESARROLLO DE PROTOTIPO DE SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO PARA* . Valle del Cauca: UCEVA.

International Electrotechnical Commission. (2013). *IEC 61131-3: Programmable controllers*. Programming languages. IEC.

JULIO, Z., & JOSE, V. (2020). *En la actualidad, la eficiencia en los sistemas de riego agrícola depende cada vez más de la incorporación de tecnologías de automatización que permitan optimizar recursos y reducir errores humanos. Una gran parte de los sistemas tradicionales continúan o*. UPEA.

Landeta Ulcuango, L. C. (2023). *Sistema de regadío automático para mejorar la eficiencia de riego de la florícola Pinango en el cantón Cayambe*. Repositorio UTC.

Mamani, G. A. (2020). *Sistema de control de riego automatizado para un uso eficiente del agua* . Bolivia : UPEA.

Mazidi, M. A. (2018). *The AVR microcontroller and embedded systems: Using assembly and C (2nd ed.)*. Pearson.

Mejía, Z. J., Moreira, N. K., González, Q. L., Quiñónez, G. E., & Erazo, V. I. (2023). *Mantenimiento en los tableros eléctricos de distribución*. *Ibero-American Journal of Engineering & Technology Studies*, 1-2.

Morsi, I., & Ahmed, M. (2024). *Sistema de riego inteligente mediante PLC, SCADA y control difuso*. Ciencia y Tecnología Aplicadas de Edelweiss.

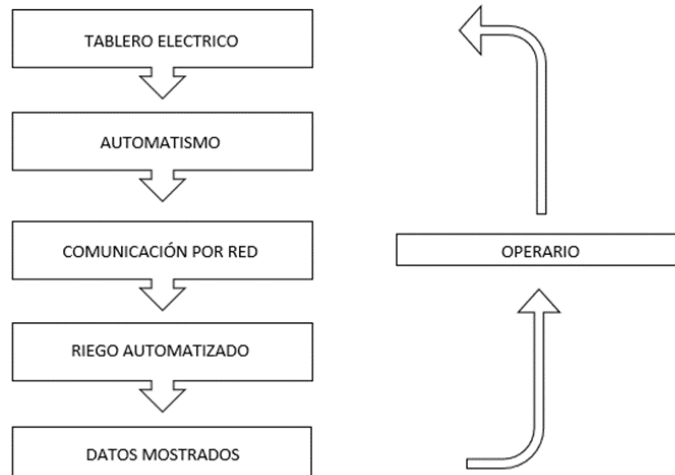
OpenJS, F. (2023). *Nodo_RED*. <https://nodered.org/about/#citing-node-red>

Palma Vergara, A. L. (2022). *Sistema de riego controlado por PLC para la entrega eficiente de agua en cultivos*. Repositorio Uniandes.

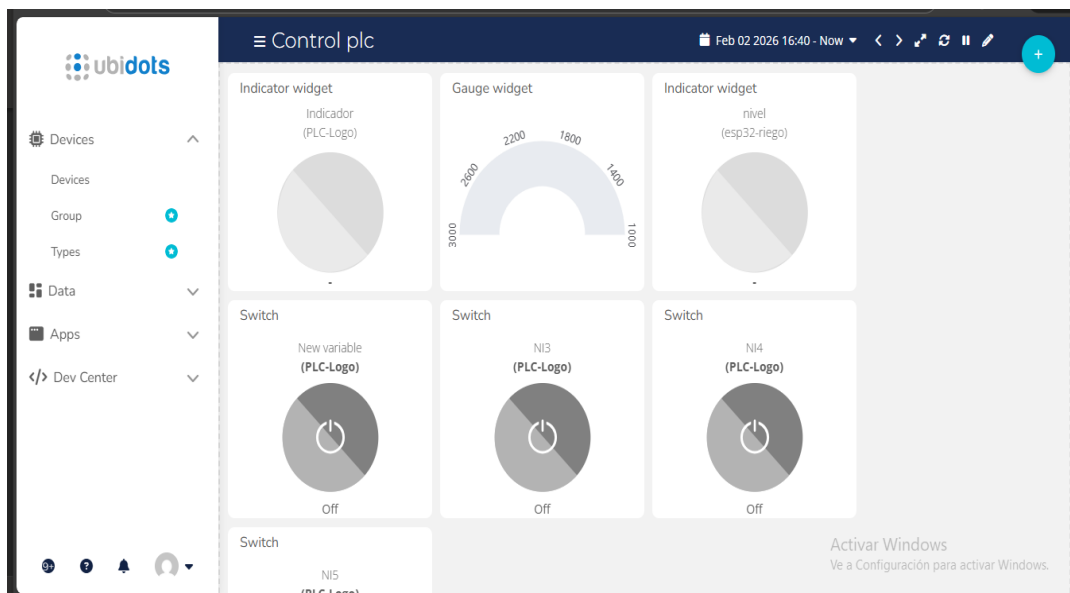
- Perez Ponsa, T. G. (Junio de 2010). *Diseño Industrial DISEÑO Y AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL*. ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/266501535_Disenio_Industrial_DISENO_Y_AUTOMATIZACION_INDUSTRIAL
- Pressman, R. S. (2014). *Ingeniería del software: Un enfoque práctico (7.ª ed.)*. McGraw-Hill.
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, P. B. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill Education.
- Siemens. (2020). *LOGO! 8 logic module manual*. . Digital Industries .
- Siemens. (2023). *LOGO! Soft Comfort V8.3: Manual del sistema*. Siemens AG.
- Torres, C. A. (2010). *Metodología de la investigación: administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. COLOMBIA: Pearson Educación.
- Ubidots. (2023). *Ubidots*. <https://es.ubidots.com/>
- Zavala Davalos, L. A. (2017). *APLICACIÓN DE UN MÓDULO DE COMUNICACIÓN ENLAZADO A UN CONTROLADOR LÓGICO PARA UN SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO*. RIOBAMBA: ESPOCH.

ANEXOS

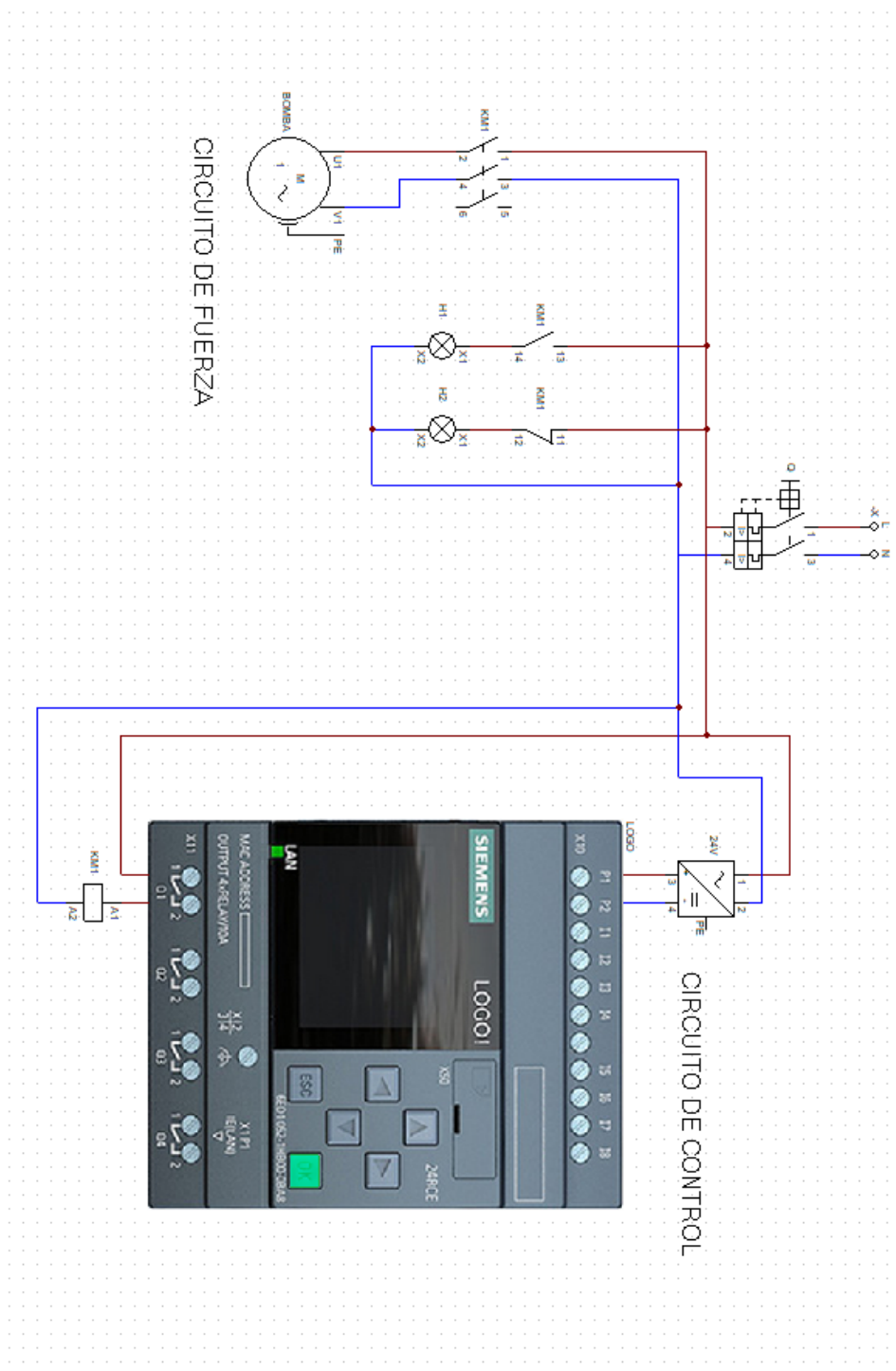
Anexo 1. Representación del sistema según la guía GEMMA.



Anexo 2. Control Ubidots



Anexo 3. Plano general en Cade_SIMU





Rlego correccion 3.0

9%
Textos sospechosos

- 4% Similitudes
 - < 1% similitudes entre comillas
 - 0% entre las fuentes mencionadas
- 5% Idiomas no reconocidos
- 29% Textos potencialmente generados por la IA (ignorado)

Nombre del documento: Rlego correccion 3.0.docx
 ID del documento: 46dcfd608ba0cf7c9912697f1d8f16ef21bc3c1b
 Tamaño del documento original: 1,27 MB

Depositante: JONATHAN PAÚL JIMENEZ GONZALES
 Fecha de depósito: 3/2/2026
 Tipo de carga: interface
 fecha de fin de análisis: 3/2/2026

Número de palabras: 8339
 Número de caracteres: 58.033

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Tesis Eduardo-Carlos.docx Tesis Eduardo-Carlos #608cc4 Viene de de mi grupo 12 fuentes similares	2%		Palabras idénticas: 2% (190 palabras)
2	MIGUE-CESAR-ELECTROMECHANICA.pdf MIGUE-CESAR-ELECTROMECHAN... #363e40 Viene de de mi grupo 12 fuentes similares	2%		Palabras idénticas: 2% (167 palabras)
3	repositorio.uleam.edu.ec https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/9187/1/AULEAM-ELECTM-037.pdf 12 fuentes similares	2%		Palabras idénticas: 2% (143 palabras)
4	VERA SANTOS.pdf VERA SANTOS #64d5c6 Viene de de mi grupo 11 fuentes similares	2%		Palabras idénticas: 2% (133 palabras)
5	dspace.ups.edu.ec Desarrollo y simulación de un sistema inteligente de nego a... http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/36240	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (19 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.utc.edu.ec https://repositorio.utc.edu.ec/bitstreams/94b9e60a-fb22-477b-a678-3f37ee59e756/download	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (35 palabras)
2	EM-2025-1-28.docx EM-2025-1-28 #3474db Viene de de mi grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (19 palabras)
3	repositorio.uleam.edu.ec Diseño de un módulo educativo de control industrial ... https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/9916	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (19 palabras)
4	Documento de otro usuario #657191 Viene de de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (20 palabras)
5	dspace.espoch.edu.ec Aplicación de un módulo de comunicación enlazado a u... http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/7343/3/20100898.pdf.rxt	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (17 palabras)

Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas) Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

- 1 <https://electronica.guru/app01/2406/que-es-y-para-que-sirve-cade-simu>
- 2 <https://nodered.org/about/#citing-node-red>
- 3 https://www.researchgate.net/publication/266501535_Disenio_Industrial_DISENO_Y_AUTOMATIZACION_INDUSTRIAL
- 4 <https://es.ubidots.com/>