|  |
| --- |
|  |

Especificación de requisitos de software

Proyecto: PLC4UNI

Revisión 1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

De la plantilla de formato del documento © & Coloriuris http://www.qualitatis.org

.

Ficha del documento

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Fecha** | **Revisión** | **Autor** | **Verificado dep. calidad.** |
| 18/9/25 | 1.0 | Adrián Martinez | Carlos Pichardo – Gerente |

Documento validado por las partes en fecha:

|  |  |
| --- | --- |
| Por el cliente | Por la empresa suministradora |
|  |  |
| Ing. Carlos Pichardo (Profesor / Gerente de Proyecto)*.* | Equipo de Estudiantes de Mecatrónica – Proyecto PLC4UNI)*.* |

Contenido

[Ficha del documento 3](#_Toc33411057)

[Contenido 4](#_Toc33411058)

[1 Introducción 6](#_Toc33411059)

[1.1 Propósito 6](#_Toc33411060)

[1.2 Alcance 6](#_Toc33411061)

[1.3 Personal involucrado 6](#_Toc33411062)

[1.4 Definiciones, acrónimos y abreviaturas 7](#_Toc33411063)

[1.5 Referencias 8](#_Toc33411064)

[1.6 Resumen 8](#_Toc33411065)

[2 Descripción general 9](#_Toc33411066)

[2.1 Perspectiva del producto 9](#_Toc33411067)

[2.2 Funcionalidad del producto 9](#_Toc33411068)

[2.3 Características de los usuarios 10](#_Toc33411069)

[2.4 Restricciones 10](#_Toc33411070)

[2.5 Suposiciones y dependencias 10](#_Toc33411071)

[2.6 Evolución previsible del sistema 11](#_Toc33411072)

[3 Requisitos específicos 11](#_Toc33411073)

[3.1 Requisitos comunes de los interfaces 12](#_Toc33411074)

[3.1.1 Interfaces de usuario 12](#_Toc33411075)

[3.1.2 Interfaces de hardware 12](#_Toc33411076)

[3.1.3 Interfaces de software 13](#_Toc33411077)

[3.1.4 Interfaces de comunicación 14](#_Toc33411078)

[3.2 Requisitos funcionales 14](#_Toc33411079)

[3.2.1 Requisito funcional 1 14](#_Toc33411080)

[3.2.2 Requisito funcional 2 14](#_Toc33411081)

[3.2.3 Requisito funcional 3 15](#_Toc33411082)

[3.2.4 Requisito funcional n 15](#_Toc33411083)

[3.3 Requisitos no funcionales 15](#_Toc33411084)

[3.3.1 Requisitos de rendimiento 15](#_Toc33411085)

[3.3.2 Seguridad 16](#_Toc33411086)

[3.3.3 Fiabilidad 16](#_Toc33411087)

[3.3.4 Disponibilidad 16](#_Toc33411088)

[3.3.5 Mantenibilidad 16](#_Toc33411089)

[3.3.6 Portabilidad 16](#_Toc33411090)

[3.4 Otros requisitos 17](#_Toc33411091)

[4 Apéndices 17](#_Toc33411092)

# Introducción

El siguiente Documento de Especificaciones de Requisitos de Software (SRS) se relaciona con el proyecto PLC4uni, un dispositivo de control lógico programable de enfoque educativo que será creado y desarrollado por los alumnos de la materia de Diseño Mecatrónico, bajo la supervisión del docente de la disciplina. Esta publicación ofrece una perspectiva general del proyecto, define los objetivos, delimita el alcance, menciona al equipo participante, incluye las definiciones y abreviaturas requeridas, además de las referencias pertinentes y un resumen de la estructura del documento.

## Propósito

**Objetivo del proyecto: El proyecto PLC4uni busca crear un controlador lógico programable educativo que sea asequible, utilizando el microcontrolador ESP32. Este desarrollo está destinado a satisfacer la necesidad actual de la universidad de disponer de su propio equipo para la enseñanza de los temas de automatización y control. Se pretende brindar una herramienta práctica que acerque a los alumnos a las ideas de programación, control y comunicación industrial en un entorno que sea seguro y accesible.**

**Objetivo del documento: Este documento tiene como propósito definir claramente y de forma comprobable los requisitos que son tanto funcionales como no funcionales del sistema. Además, sirve como guía para el equipo de desarrollo a lo largo de todas las fases del proyecto y actúa como una base de validación para el director del proyecto.**

**Grupo objetivo:** Este contenido está destinado a: · Docentes de instituciones universitarias, quienes emplearán el PLC para realizar lecciones y planificar ejercicios prácticos. · Alumnos en proceso de aprendizaje, que lo emplearán para adquirir nociones sobre automatización y regulación. · Personal de desarrollo y técnicos de laboratorio, que necesitan el documento como referencia técnica para el diseño, montaje y evaluación.

## Alcance

**PLC4UNI** es un PLC educativo de bajo costo que incluirá un entorno de programación básico (p. ej., Ladder/FBD a nivel introductorio), ejecución cíclica del programa de control, gestión de entradas/salidas digitales y analógicas, comunicación con PC (USB/Ethernet) y funciones de monitoreo/simulación para prácticas.  
El alcance comprende: la definición de requisitos, diseño e implementación del prototipo, pruebas en laboratorio y documentación técnica para uso docente/estudiantil. Quedan fuera de alcance certificaciones industriales formales y compatibilidad total con ecosistemas propietarios de terceros (solo se contemplan integraciones académicas

mínimas).

## Personal involucrado

|  |  |
| --- | --- |
| Nombre | Ing. Carlos Pichardo |
| Rol | Gerente del proyecto |
| Categoría profesional | Ingeniero y Profesor ITLA |
| Responsabilidades | Gestión técnica, establecimiento de prioridades, verificación de requisitos. |
| Información de contacto | cpichardo@itla.edu.do |
| Aprobación |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Nombre | Adrián Martinez |
| Rol | Desarrollador |
| Categoría profesional | Estudiante |
| Responsabilidades | Desarrollo y diseño. |
| Información de contacto | 20211912@itla.edu.do |
| Aprobación |  |

## Definiciones, acrónimos y abreviaturas

**PLC (Controlador Lógico Programable / Programmable Logic Controller):** Dispositivo electrónico utilizado para la automatización de procesos industriales mediante la implementación de secuencias programadas.   
 **PLC4UNI:** Proyecto educativo realizado por alumnos de Mecatrónica en el ITLA, que consiste en un PLC con fines pedagógicos.   
  
**SRS (Software Requirements Specification / Especificación de Requisitos de Software):** Documento que describe en profundidad los requisitos tanto funcionales como no funcionales que debe cumplir un software.   
  
**ERS (Especificación de Requisitos del Sistema):** Documento que define las exigencias técnicas del sistema completo, incluyendo tanto hardware como software.   
  
**ITLA (Instituto Tecnológico de Las Américas):** Institución de educación superior dedicada al desarrollo del proyecto.   
  
**HW (Hardware):** Conjunto de componentes físicos del sistema, tales como la placa, el microcontrolador y los módulos de entradas y salidas.   
  
**SW (Software):** Código y programación que habilitan la operación, gestión y configuración del PLC4UNI.   
  
**I/O (Entradas y Salidas / Input/Output):** Señales, ya sean analógicas o digitales, que conectan el PLC con su ambiente.   
  
**DI (Entrada Digital / Digital Input):** Señal binaria que solo presenta dos estados: 1 (activo) o 0 (inactivo).   
  
**DO (Salida Digital / Digital Output):** Señal de salida binaria utilizada para activar dispositivos externos en modo ON/OFF.   
  
**AI (Entrada Analógica / Analog Input):** Señal continua que se utiliza para representar magnitudes como voltaje, corriente o temperatura.   
  
**AO (Salida Analógica / Analog Output)**: Señal de salida continua que permite el control proporcional de dispositivos como motores o válvulas.   
  
**Ciclo de Escaneo (Scan Cycle):** Proceso cíclico en el que el PLC lee las entradas, ejecuta instrucciones y actualiza las salidas.   
  
**Ladder (LD / Lenguaje Escalera):** Lenguaje de programación gráfico basado en diagramas que se asemejan a circuitos de relés eléctricos.   
  
**FBD (Function Block Diagram / Diagrama de Bloques de Funciones):** Lenguaje visual que representa las funciones como bloques que están interconectados.   
  
**HMI (Interfaz Hombre-Máquina / Human Machine Interface):** Pantalla o entorno gráfico que facilita la interacción entre el operador y el PLC.   
  
**USB (Universal Serial Bus):** Protocolo estándar de comunicación que permite la conexión y la transmisión de datos entre una computadora y el PLC.   
  
**Ethernet (IEEE 802.3):** Normativa de red cableada que facilita la interconexión y el intercambio de datos entre dispositivos en una red local (LAN).   
  
**Firmware:** Programa interno que reside en el hardware del PLC y cuya función es coordinar y llevar a cabo las instrucciones del sistema.   
  
**Log:** Archivo o registro que almacena cronológicamente los eventos, errores o acciones ejecutadas por el sistema.   
  
**QA (Quality Assurance / Garantía de Calidad):** Conjunto de procedimientos y prácticas diseñadas para asegurar que el producto final cumpla con los requisitos estipulados.

}

## Referencias

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Referencia** | **Titulo** | **Ruta** | **Fecha** | **Autor** |
| 1 | Repositorio | https://github.com/AdrianMartinez02/Adrian\_Martinez\_PLC4UNI | 18/09/25 | Adrián Martinez |
| 2 | Introduction to Programmable Logic Controller | https://archive.org/details/introductiontopr0000dunn | 2020 | Rockwell Automation |
| 3 | ESP32 Technical Reference Manual | https://documentation.espressif.com/esp32\_technical\_reference\_manual\_en.html | 2023 | Espressif Systems |
| 4 | |  | | --- | |  |  |  | | --- | | Mitsubishi MELSEC PLCs | | https://www.mitsubishielectric.com/fa | 2025 | Mitsubishi Electric |
| 5 | IEC 61131-3 – Programmable Controllers – Programming Languages | https://webstore.iec.ch/publication/4552 | 2013 | IEC |

## Resumen

Este documento compila las directrices técnicas y educativas que sustentan la creación y el desarrollo del PLC4UNI, un controlador lógico programable diseñado con propósitos pedagógicos en el ITLA. Su objetivo es conectar las necesidades de los estudiantes y profesores con las funcionalidades del prototipo, proporcionando un marco de referencia que dirija tanto la elaboración como la evaluación del sistema.

El texto se divide en secciones fundamentales.

Inicio: Expone el objetivo del documento, el alcance del sistema a desarrollar, los involucrados y los conceptos clave para entender correctamente la información.

Visión general: Explica el entorno educativo en el que se implementará el producto, las cualidades de los usuarios, sus limitaciones técnicas, posibles interdependencias y la perspectiva de desarrollo del proyecto.

Requisitos: Recoge las especificaciones que el sistema debe satisfacer, abarcando funciones esenciales como la ejecución de programas en Ladder, la gestión de señales de entrada/salida y el monitoreo, junto con atributos de calidad como fiabilidad, seguridad, mantenibilidad, rendimiento y portabilidad.

Anexos: Contiene material adicional, incluyendo diagramas, planes de trabajo, fuentes bibliográficas y recursos de apoyo que facilitan la comprensión del proyecto. En su conjunto, este documento no solo define lo que el PLC4UNI debe hacer, sino también cómo se garantizará que lo haga de manera eficiente, confiable y alineada a los objetivos pedagógicos del curso, ofreciendo así un marco de referencia tanto para el equipo desarrollador como para los responsables de su supervisión académica.

# Descripción general

## Perspectiva del producto

GEl PLC4UNI es concebido como un modelo educativo, creado como un sistema independiente y tomando como modelo a los controladores lógicos programables de firmas reconocidas, como Siemens o Allen-Bradley. Su función no consiste en reemplazar equipos industriales certificados, sino en ofrecer una alternativa asequible para que los alumnos interactúen directamente con un dispositivo tangible.

En el ámbito del laboratorio, el PLC4UNI actuará como el elemento clave para la ejecución de prácticas de automatización. Tendrá la capacidad de conectarse con sensores, actuadores y paneles de prueba, además de comunicarse con un ordenador que actuará como plataforma para la programación y supervisión.

.

## Funcionalidad del producto

Las principales funciones que ofrecerá el PLC4UNI:

· Un entorno visual y fácil de usar para la programación, que emplea lenguajes como Ladder y FBD.

· Ejecución ininterrumpida de procesos con tiempos de respuesta inferiores a 10 milisegundos.

· Recolección de señales de entradas digitales (por ejemplo, botones o detectores de proximidad) y también de entradas analógicas (como potenciómetros o niveles de voltaje).

· Gestión de salidas digitales para activar dispositivos externos (como luces, relés y motores simples) y salidas analógicas para crear cambios en voltaje o corriente en sistemas de control proporcional.

· Conexión a una computadora mediante USB y Ethernet, lo que facilitará la transferencia de programas y la supervisión en tiempo real.

· Almacenamiento interno de datos que recopila eventos, fallos y condiciones importantes del sistema.

## Características de los usuarios

|  |  |
| --- | --- |
| Tipo de usuario | Profesor Universitario |
| Formación | Ingeniero. |
| Habilidades | Análisis de esquemas eléctricos y conceptos de automatización. |
| Actividades | Desarrollar software, verificar sistemas de control, observar señales y llevar a cabo experimentos en laboratorio. |

|  |  |
| --- | --- |
| Tipo de usuario | Estudiante |
| Formación | Nivel secundario |
| Habilidades | Formación fundamental en programación y electrónica, interpretación de esquemas, manejo de herramientas de laboratorio. |
| Actividades | Ejecutar ejercicios de vinculación de sensores y actuadores; codificar y verificar el funcionamiento del PLC; interiorizar nociones de automatización a través del uso del PLC4uni. |

## Restricciones

En lo que se refiere al hardware, se empleará un microcontrolador que tendrá un número limitado de entradas y salidas, marcando una notable diferencia en comparación con los PLC más potentes utilizados en el sector industrial. Este dispositivo estará diseñado para conectarse a sensores y actuadores de baja y media potencia, y para gestionar cargas más grandes, será necesario utilizar módulos externos de protección o expansiones.

En relación al software, el firmware se construirá sobre plataformas ligeras y de código abierto (como FreeRTOS o Linux embebido), lo que limitará su compatibilidad con sistemas propietarios de marcas comerciales. El entorno de programación se centrará en lenguajes que son estándar y comunes, principalmente Ladder y FBD, ignorando opciones más avanzadas que se utilizan menos en el ámbito académico. En términos de regulaciones y seguridad, el diseño se ajustará a las directrices básicas para equipos de baja tensión, los cuales son apropiados para entornos educativos y aplicaciones industriales sencillas, aunque no contará con certificaciones avanzadas de seguridad funcional. Finalmente, el sistema priorizará la simplicidad en la enseñanza, evitando configuraciones que sean innecesariamente complicadas para asegurar su efectividad como herramienta educativa en el ITLA.

## Suposiciones y dependencias

El enfoque del PLC4UNI se basa en un conjunto de presunciones que se consideran relevantes durante su creación, pero que podrían alterar la dirección del proyecto si estas cambian:

· Se prevé la existencia de microcontroladores y otros elementos electrónicos en el mercado local; cualquier demora en la entrega o la falta de disponibilidad afectaría los plazos de entrega.

· Se considera que los laboratorios del ITLA poseen computadoras apropiadas para llevar a cabo la programación y el seguimiento del prototipo mediante conexiones USB o Ethernet.

· Se espera que las herramientas de programación y simulación de código abierto se integren de manera efectiva con el firmware desarrollado; de no ser así, sería preciso cambiar a otra plataforma.

· El proyecto depende de la implicación activa de docentes y estudiantes, quienes tendrán que colaborar en la recopilación de requisitos, validación de pruebas y modificaciones de diseño.

· Se asume que el sistema operativo embebido seleccionado (como FreeRTOS o una variante ligera de Linux) es suficientemente estable y compatible con las librerías necesarias para el desarrollo..

## Evolución previsible del sistema

Aunque el PLC4UNI está diseñado principalmente para el ámbito educativo y para procesos industriales simples, se tienen en cuenta posibles mejoras a medio plazo:

•Aumento de entradas y salidas analógicas/digitales a través de módulos adicionales.

•Adición de otros protocolos de comunicación industrial como Profibus, Profinet o CANopen, junto con Modbus TCP/IP.

•Añadido de nuevos lenguajes de programación según la norma IEC 61131-3 (Texto Estructurado, SFC) para alinearse mejor con los estándares de la industria.

•Creación de una HMI integrada que permita la visualización y el control directo sin necesidad de un ordenador.

•Mejora de la interfaz de programación incorporando más características para simulaciones y depuraciones. • Posibilidad de obtener una certificación básica en educación/industria, que permita su utilización en contextos de formación técnica más rigurosos.

# Requisitos específicos

Esta es la sección más extensa y más importante del documento.

Debe contener una lista detallada y completa de los requisitos que debe cumplir el sistema a desarrollar. El nivel de detalle de los requisitos debe ser el suficiente para que el equipo de desarrollo pueda diseñar un sistema que satisfaga los requisitos y los encargados de las pruebas puedan determinar si éstos se satisfacen.

Los requisitos se dispondrán en forma de listas numeradas para su identificación, seguimiento, trazabilidad y validación (ej. RF 10, RF 10.1, RF 10.2,...).

Para cada requisito debe completarse la siguiente tabla:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Número de requisito |  | | |
| Nombre de requisito |  | | |
| Tipo | Requisito | Restricción | |
| Fuente del requisito |  | | |
| Prioridad del requisito | Alta/Esencial | Media/Deseado | Baja/ Opcional |
| Descripción |  |  |  |

y realizar la descripción del requisito

La distribución de los párrafos que forman este punto puede diferir del propuesto en esta plantilla, si las características del sistema aconsejan otra distribución para ofrecer mayor claridad en la exposición.

## Requisitos comunes de los interfaces

El sistema PLC4uni incluirá múltiples interfaces que facilitarán la comunicación entre el usuario, el hardware y el software del controlador. Las especificaciones abordan la forma en la que los usuarios experimentan y operan el sistema (interfaz de usuario), así como la vinculación del hardware a sensores y actuadores, la combinación del software de control y los métodos de comunicación con equipos externos.

### Interfaces de usuario

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Número de requisito | UFI-01 | | |
| Nombre de requisito | Entorno gráfico Ladder/FBD | | |
| Tipo | Requisito | Restricción | |
| Fuente del requisito | Equipo de desarollo | | |
| Prioridad del requisito | Alta/Esencial | Media/Deseado | Baja/ Opcional |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Número de requisito | UFI-02 | | | | |
| Nombre de requisito | Interfaz intuitiva en español | | | | |
| Tipo | Requisito | Restricción | | | |
| Fuente del requisito | Equipo de desarollo | | | | |
| Prioridad del requisito | Alta/Esencial | Media/Deseado | Baja/ Opcional | | |
| Descripción | La interfaz deberá estar en idioma español | | |  |  |

### Interfaces de hardware

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Número de requisito | ING-03 | | | | |
| Nombre de requisito | Puertos de entrada digitales | | | | |
| Tipo | Requisito | Restricción | | | |
| Fuente del requisito | Equipo de desarrollo | | | | |
| Prioridad del requisito | Alta/Esencial | Media/Deseado | Baja/ Opcional | | |
| Descripción | El PLC contara con al menos 8 entradas digitales de 0 a 24VDC. | | |  |  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Número de requisito | ING-04 | | | | |
| Nombre de requisito | Puertos de salida digitales | | | | |
| Tipo | Requisito | Restricción | | | |
| Fuente del requisito | Equipo de desarrollo | | | | |
| Prioridad del requisito | Alta/Esencial | Media/Deseado | Baja/ Opcional | | |
| Descripción |  | | |  |  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Número de requisito | ING-05 | | | | |
| Nombre de requisito | Entradas/salidas analógicas | | | | |
| Tipo | Requisito | Restricción | | | |
| Fuente del requisito | Equipo de desarrollo | | | | |
| Prioridad del requisito | Alta/Esencial | Media/Deseado | Baja/ Opcional | | |
| Descripción |  | | |  |  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Número de requisito | ING-06 | | | | |
| Nombre de requisito | Canales de intercambio de datos | | | | |
| Tipo | Requisito | Restricción | | | |
| Fuente del requisito | Equipo de desarrollo | | | | |
| Prioridad del requisito | Alta/Esencial | Media/Deseado | Baja/ Opcional | | |
| Descripción |  | | |  |  |

### Interfaces de software

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Número de requisito | ADM-01 | | | | |
| Nombre de requisito | Adaptabilidad con el sistema operativo | | | | |
| Tipo | Requisito | Restricción | | | |
| Fuente del requisito | Equipo de desarrollo | | | | |
| Prioridad del requisito | Alta/Esencial | Media/Deseado | Baja/ Opcional | | |
| Descripción | El software garantizar soporte para Windows 10/11 y versiones de Linux Ubuntu iguales o superiores a la 20.04. | | |  |  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Número de requisito | ADM-02 | | | | |
| Nombre de requisito | Conversión de proyectos para uso externo | | | | |
| Tipo | Requisito | Restricción | | | |
| Fuente del requisito | Equipo de desarrollo | | | | |
| Prioridad del requisito | Alta/Esencial | Media/Deseado | Baja/ Opcional | | |
| Descripción | El software deberá permitir guardar los programas en formato .plc4uni y exportarlos en cumplimiento con IEC 61131-3. | | |  |  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Número de requisito | ADM-03 | | | | |
| Nombre de requisito | Registros que pueden ser exportados | | | | |
| Tipo | Requisito | Restricción | | | |
| Fuente del requisito | Equipo de desarrollo | | | | |
| Prioridad del requisito | Alta/Esencial | Media/Deseado | Baja/ Opcional | | |
| Descripción | El sistema deberá permitir la exportación de registros en formato CSV para análisis. | | |  |  |

### Interfaces de comunicación

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Número de requisito | CAR-01 | | | | |
| Nombre de requisito | Transmisión de datos vía USB | | | | |
| Tipo | Requisito | Restricción | | | |
| Fuente del requisito | Equipo de desarrollo | | | | |
| Prioridad del requisito | Alta/Esencial | Media/Deseado | Baja/ Opcional | | |
| Descripción | Los registros deberán exportarse en formato CSV para análisis. | | |  |  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Número de requisito | CAR-02 | | | | |
| Nombre de requisito | Enlace de comunicación por cable Ethernet | | | | |
| Tipo | Requisito | Restricción | | | |
| Fuente del requisito | Equipo de desarrollo | | | | |
| Prioridad del requisito | Alta/Esencial | Media/Deseado | Baja/ Opcional | | |
| Descripción | Los archivos de registro deben guardarse en CSV para su posterior procesamiento y estudio. | | |  |  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Número de requisito | CAR-03 | | | | |
| Nombre de requisito | Métodos de extensión de capacidades | | | | |
| Tipo | Requisito | Restricción | | | |
| Fuente del requisito | Equipo de desarrollo | | | | |
| Prioridad del requisito | Alta/Esencial | Media/Deseado | Baja/ Opcional | | |
| Descripción | Los archivos de registro deben guardarse en CSV para su posterior procesamiento y estudio. | | |  |  |

## Requisitos funcionales

### Requisito funcional 1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Número de requisito | FR-01 | | | | |
| Nombre de requisito | Proceso de ejecución en bucle | | | | |
| Tipo | Requisito | Restricción | | | |
| Fuente del requisito | Equipo de desarrollo | | | | |
| Prioridad del requisito | Alta/Esencial | Media/Deseado | Baja/ Opcional | | |
| Descripción | Se requiere que el PLC realice la ejecución periódica del programa con un ciclo máximo de 10 ms. | | |  |  |

### Requisito funcional 2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Número de requisito | FR-02 | | | | |
| Nombre de requisito | Supervisión de los canales de I/O | | | | |
| Tipo | Requisito | Restricción | | | |
| Fuente del requisito | Equipo de desarrollo | | | | |
| Prioridad del requisito | Alta/Esencial | Media/Deseado | Baja/ Opcional | | |
| Descripción | Durante cada ciclo, el sistema debe leer las entradas y reflejar los cambios en las salidas correspondientes. | | |  |  |

### Requisito funcional 3

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Número de requisito | FR-03 | | | | |
| Nombre de requisito | Conexión con el ordenador | | | | |
| Tipo | Requisito | Restricción | | | |
| Fuente del requisito | Equipo de desarrollo | | | | |
| Prioridad del requisito | Alta/Esencial | Media/Deseado | Baja/ Opcional | | |
| Descripción | El sistema PLC debe permitir la comunicación por USB y Ethernet para cargar software y monitorear el estado del equipo. | | |  |  |

### Requisito funcional 4

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Número de requisito | FR-04 | | | | |
| Nombre de requisito | Listado de eventos ocurridos | | | | |
| Tipo | Requisito | Restricción | | | |
| Fuente del requisito | Equipo de desarrollo | | | | |
| Prioridad del requisito | Alta/Esencial | Media/Deseado | Baja/ Opcional | | |
| Descripción | Se requiere que el firmware almacene logs relacionados con errores, fallas y sucesos críticos. | | |  |  |

### Requisito funcional 5

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Número de requisito | FR-05 | | | | |
| Nombre de requisito | Ejecutar un ensayo previo | | | | |
| Tipo | Requisito | Restricción | | | |
| Fuente del requisito | Equipo de desarrollo | | | | |
| Prioridad del requisito | Alta/Esencial | Media/Deseado | Baja/ Opcional | | |
| Descripción | Se requiere que el software permita ejecutar simulaciones de los programas antes de su transferencia al PLC. | | |  |  |
|  |  | | |  |  |

### Requisito funcional 6

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Número de requisito | FR-06 | | | | |
| Nombre de requisito | Modo seguro | | | | |
| Tipo | Requisito | Restricción | | | |
| Fuente del requisito | Equipo de desarrollo | | | | |
| Prioridad del requisito | Alta/Esencial | Media/Deseado | Baja/ Opcional | | |
| Descripción | Al detectar un fallo crítico (p. ej., sobre corriente), el PLC debe activar el modo de paro seguro. | | |  |  |

## Requisitos no funcionales

### Requisitos de rendimiento

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Número de requisito | FNR-01 | | | | |
| Nombre de requisito | Desempeño por ciclo | | | | |
| Tipo | Requisito | Restricción | | | |
| Fuente del requisito | Equipo de desarrollo | | | | |
| Prioridad del requisito | Alta/Esencial | Media/Deseado | Baja/ Opcional | | |
| Descripción | Se requiere que al menos el 95 % de los ciclos se completen en ≤10 ms. | | |  |  |

### Seguridad

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Número de requisito | FNR-02 | | | | |
| Nombre de requisito | Protección de acceso | | | | |
| Tipo | Requisito | Restricción | | | |
| Fuente del requisito | Equipo de desarrollo | | | | |
| Prioridad del requisito | Alta/Esencial | Media/Deseado | Baja/ Opcional | | |
| Descripción | El sistema debe proteger el acceso mediante credenciales básicas. | | |  |  |

### Fiabilidad

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Número de requisito | FNR-03 | | | | |
| Nombre de requisito | Rendimiento confiable según MTBF | | | | |
| Tipo | Requisito | Restricción | | | |
| Fuente del requisito | Equipo de desarrollo | | | | |
| Prioridad del requisito | Alta/Esencial | Media/Deseado | Baja/ Opcional | | |
| Descripción | Se requiere que el tiempo medio entre fallos del sistema sea ≥ 5000 horas. | | |  |  |

### Disponibilidad

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Número de requisito | FNR-04 | | | | |
| Nombre de requisito | Disponibilidad | | | | |
| Tipo | Requisito | Restricción | | | |
| Fuente del requisito | Equipo de desarrollo | | | | |
| Prioridad del requisito | Alta/Esencial | Media/Deseado | Baja/ Opcional | | |
| Descripción | El sistema debe garantizar un 90 % de tiempo de operación. | | |  |  |

### Mantenibilidad

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Número de requisito | FNR-05 | | | | |
| Nombre de requisito | Mantenibilidad | | | | |
| Tipo | Requisito | Restricción | | | |
| Fuente del requisito | Estudiantes | | | | |
| Prioridad del requisito | Alta/Esencial | Media/Deseado | Baja/ Opcional | | |
| Descripción | El firmware debe poder actualizarse vía USB. | | |  |  |

.

### Portabilidad

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Número de requisito | FNR-06 | | | | |
| Nombre de requisito | Portabilidad | | | | |
| Tipo | Requisito | Restricción | | | |
| Fuente del requisito | Equipo desarrollador | | | | |
| Prioridad del requisito | Alta/Esencial | Media/Deseado | Baja/ Opcional | | |
| Descripción | El software debe compilarse con GCC o similar y ser multiplataforma. | | |  |  |

## Otros requisitos

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Número de requisito | FIS-01 | | | | |
| Nombre de requisito | Protección eléctrica | | | | |
| Tipo | Requisito | Restricción | | | |
| Fuente del requisito | Normas académicas | | | | |
| Prioridad del requisito | Alta/Esencial | Media/Deseado | Baja/ Opcional | | |
| Descripción | Para prácticas seguras, el sistema debe trabajar con tensiones por debajo de 24 VDC. | | |  |  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Número de requisito | FIS-02 | | | | |
| Nombre de requisito | Documentos de especificaciones | | | | |
| Tipo | Requisito | Restricción | | | |
| Fuente del requisito | Proyecto académico | | | | |
| Prioridad del requisito | Alta/Esencial | Media/Deseado | Baja/ Opcional | | |
| Descripción | Se requiere la entrega de manual de usuario, guía de laboratorio y manual técnico para referencia. | | |  |  |

# Apéndices

### Bibliografía y referencias técnicas

* **Rockwell Automation** (2021). Allen-Bradley MicroLogix 1400 Programmable Controllers – User Manual.
* **Siemens AG** (2022). SIMATIC S7-1200 Programmable Controller – System Manual.
* **Espressif Systems** (2023). ESP32 Technical Reference Manual.
* **Stenerson, J.** (2019). Automatización Industrial – Controladores Lógicos Programables (3ra Edición).
* **IEC 61131-3** (2013). Programmable Controllers – Programming Languages.
* **Apuntes de la asignatura Diseño para Mecatrónicos – ITLA** (2025). Ing. Carlos Pichardo.

### Glosario extendido

* **Modbus TCP/IP:** Protocolo de comunicación industrial basado en TCP/IP, usado para intercambio de datos entre dispositivos.
* **Profibus:** Estándar de comunicación en buses de campo para sistemas industriales.
* **Profinet:** Variante de comunicación industrial sobre Ethernet.
* **FreeRTOS:** Sistema operativo en tiempo real para microcontroladores.
* **Linux embebido:** Versión ligera del sistema operativo Linux adaptada a dispositivos con recursos limitados.

### Evidencias de pruebas preliminares

Durante las pruebas iniciales se verificaron las siguientes funciones del prototipo:

* **Comunicación USB:** El PLC pudo ser reconocido por el PC y aceptó la carga de un programa de prueba.
* **Comunicación Ethernet:** Se estableció conexión con un PC mediante Modbus TCP/IP.
* **Lectura de entradas digitales:** Se validó la detección ON/OFF de un botón físico.
* **Activación de salidas digitales:** Se comprobó la activación de un LED indicador y un relé de baja potencia.
* **Prueba analógica básica:** Se midió correctamente la señal de un potenciómetro conectado a la entrada analógica.

**Apéndice D — Contacto del equipo**

Con el objetivo de coordinar académicamente y brindar soporte institucional, los responsables del proyecto PLC4UNI son:

· **Director del proyecto**: Profesor Carlos Antonio Pichardo Viuque — correo institucional: [cpichardo@itla.edu.do](mailto:cpichardo@itla.edu.do)

**·Integrante del equipo de desarrollo**: Adrian Martinez — correo: 20211912@itla.edu.do

**Link repositorio donde estarán ubicados los diseños, etc.. del proyecto, Link:**

https://github.com/AdrianMartinez02/Adrian\_Martinez\_PLC4UNI