

---

## Especificación de requisitos de software

Proyecto: NIVARA  
Revisión 1.0

---

**Logo**

[Mes de año]

# Instrucciones para el uso de este formato

*Este formato es una plantilla tipo para documentos de requisitos del software.*

*Está basado y es conforme con el estándar IEEE Std 830-1998.*

*Las secciones que no se consideren aplicables al sistema descrito podrán de forma justificada indicarse como no aplicables (NA).*

*Notas:*

*Los textos en color azul son indicaciones que deben eliminarse y, en su caso, sustituirse por los contenidos descritos en cada apartado.*

*Los textos entre corchetes del tipo “[Inserte aquí el texto]” permiten la inclusión directa de texto con el color y estilo adecuado a la sección, al pulsar sobre ellos con el puntero del ratón.*

*Los títulos y subtítulos de cada apartado están definidos como estilos de MS Word, de forma que su numeración consecutiva se genera automáticamente según se trate de estilos “Titulo1, Titulo2 y Titulo3”.*

*La sangría de los textos dentro de cada apartado se genera automáticamente al pulsar Intro al final de la línea de título. (Estilos Normal indentado1, Normal indentado 2 y Normal indentado 3).*

*El índice del documento es una tabla de contenido que MS Word actualiza tomando como criterio los títulos del documento.*

*Una vez terminada su redacción debe indicarse a Word que actualice todo su contenido para reflejar el contenido definitivo.*

# Ficha del documento

Fecha	Revisión	Autor	Verificado dep. calidad.
12/07/2025	1.0	Eric Pina	EP

Documento validado por las partes en fecha: [\[Fecha\]](#)

Por el cliente	Por la empresa suministradora
Fdo. D./ Dña <a href="#">[Nombre]</a>	Fdo. D./Dña <a href="#">[Nombre]</a>

## Contenido

<b>FICHA DEL DOCUMENTO</b>	<b>3</b>
<b>CONTENIDO</b>	<b>4</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN</b>	<b>6</b>
1.1 Propósito	6
1.2 Alcance	6
1.3 Personal involucrado	6
1.4 Definiciones, acrónimos y abreviaturas	6
1.5 Referencias	7
1.6 Resumen	7
<b>2 DESCRIPCIÓN GENERAL</b>	<b>7</b>
2.1 Perspectiva del producto	7
2.2 Funcionalidad del producto	8
2.3 Características de los usuarios	8
2.4 Restricciones	8
2.5 Suposiciones y dependencias	9
2.6 Evolución previsible del sistema	10
<b>3 REQUISITOS ESPECÍFICOS</b>	<b>10</b>
<b>3.1 Requisitos comunes de los interfaces</b>	<b>11</b>
3.1.1 Interfaces de usuario	13
3.1.2 Interfaces de hardware	13
3.1.3 Interfaces de software	14
3.1.4 Interfaces de comunicación	14
<b>3.2 Requisitos funcionales</b>	<b>15</b>
3.2.1 Requisito funcional 1	15
3.2.2 Requisito funcional 2	16
3.2.3 Requisito funcional 3	Error! Bookmark not defined.
3.2.4 Requisito funcional n	Error! Bookmark not defined.
<b>3.3 Requisitos no funcionales</b>	<b>17</b>
3.3.1 Requisitos de rendimiento	17
3.3.2 Seguridad	17
3.3.3 Fiabilidad	18
3.3.4 Disponibilidad	18
3.3.5 Mantenibilidad	18



---

3.3.6	Portabilidad	19
<b>3.4</b>	<b>Otros requisitos</b>	<b>19</b>
<b>4</b>	<b>APÉNDICES</b>	<b>19</b>

# 1 Introducción

[Inserte aquí el texto]

*La introducción de la Especificación de requisitos de software (SRS) debe proporcionar una vista general de la SRS. Debe incluir el objetivo, el alcance, las definiciones y acrónimos, las referencias, y la vista general del SRS.*

## 1.1 Propósito

[Inserte aquí el texto]

El propósito de esta Especificación de Requisitos de Software (SRS) es detallar los requisitos funcionales y no funcionales para el software que operará un Controlador Lógico Programable (PLC) basado en ESP32-S3. Este documento servirá como una guía fundamental para el desarrollo, pruebas y validación del software, asegurando que el producto final cumpla con las expectativas y necesidades de sus usuarios.

Este documento está dirigido principalmente a los ingenieros de software responsables del diseño, desarrollo e implementación del firmware del PLC. Además, será de interés para los ingenieros de pruebas que validarán el cumplimiento de los requisitos, los gestores de proyecto para la planificación y seguimiento, y los especialistas en hardware para la integración con los componentes físicos del PLC. También puede ser consultado por futuros mantenedores del sistema y, en menor medida, por potenciales usuarios finales o clientes interesados en las capacidades detalladas del software.

## 1.2 Alcance

[Inserte aquí el texto]

El producto a desarrollar es el PLC Industrial basado en el SoC ESP32-S3 (Modelo: NIVARA).

Este nombre es consistente con las definiciones de documentos de mayor nivel, como la Descripción del Sistema, donde se establece que este dispositivo es un controlador lógico programable robusto y versátil, diseñado para aplicaciones de automatización y control industrial, aprovechando las capacidades del microcontrolador ESP32-S3.

## 1.3 Personal involucrado

Nombre	Eric Pina
Rol	Coordinador y Desarrollador
Categoría profesional	Ing. En Mecatrónica
Responsabilidades	Diseño, elaboración y prueba
Información de contacto	809-xxx-xxxx
Aprobación	Aprobado

## 1.4 Definiciones, acrónimos y abreviaturas

[Inserte aquí el texto]

- SoC (System on Chip): Un circuito integrado que integra la mayoría o todos los componentes de una computadora u otro sistema electrónico. En el contexto de este PLC, el ESP32-S3 es el SoC principal.
- Microcontrolador: Un pequeño computador en un solo circuito integrado. Es el "cerebro" del PLC, encargado de ejecutar el software y controlar las operaciones.
- Analógico: Se refiere a señales o datos que varían de forma continua en un rango determinado. A diferencia de las señales digitales, las señales analógicas pueden tomar un número infinito de valores dentro de un rango.

- Digital: Se refiere a señales o datos que representan información en un formato discreto, típicamente binario (ON/OFF, 0/1). Las entradas y salidas digitales de este PLC operan bajo este principio.
- Aislado: En el contexto de entradas o salidas, significa que hay una barrera eléctrica entre el circuito de control del PLC y el circuito externo al que está conectado. Esto protege el microcontrolador de sobretensiones o ruidos eléctricos, mejorando la robustez y seguridad del sistema.
- RS485: Un estándar de comunicación serie diferencial utilizado para la transmisión de datos a largas distancias y en entornos ruidosos, común en aplicaciones industriales. Permite la comunicación entre múltiples dispositivos en un bus.
- PLC (Controlador Lógico Programable): Un computador industrial que controla procesos de fabricación, como líneas de montaje o dispositivos robóticos. Está diseñado para ser robusto y operar en entornos industriales.

## 1.5 Referencias

Referencia	Título	Ruta	Fecha	Autor
[Ref.]	[Título]	[Ruta]	[Fecha]	[Autor]

*Relación completa de todos los documentos relacionados en la especificación de requisitos de software, identificando de cada documento el título, referencia (si procede), fecha y organización que lo proporciona.*

## 1.6 Resumen

[Inserte aquí el texto]

- Descripción del contenido del resto del documento
- Explicación de la organización del documento

# 2 Descripción general

## 2.1 Perspectiva del producto

[Inserte aquí el texto]

NIVARA es un producto independiente en sí mismo, capaz de operar de forma autónoma para controlar procesos. Sin embargo, en el contexto de una automatización industrial más compleja, el NIVARA puede funcionar como un componente clave dentro de un sistema mayor.

Por ejemplo, podría conectarse a:

- Sensores y Actuadores: Directamente a través de sus entradas y salidas.
- HMI (Interfaz Hombre-Máquina): Para visualización y control local.
- Sistemas SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition): Para monitoreo y control centralizado a gran escala.
- Otros PLCs o Dispositivos de Campo: Mediante comunicación RS485 o Wi-Fi para coordinar operaciones.

## 2.2 Funcionalidad del producto

[Inserte aquí el texto]

Este permitirá el control y monitoreo de procesos industriales y de automatización. Este PLC soportará la interacción con una variedad de entradas y salidas, incluyendo conectividad Wi-Fi y RS485, entradas digitales (PNP y NPN aisladas), entradas analógicas (0-32V, 0-10V, 4-20mA), y entradas de contacto seco. En cuanto a las salidas, el PLC gestionará salidas de voltaje analógico (0-5V o 0-10V configurables), dos salidas a relé, una salida de corriente de 4-20mA y dos salidas digitales (NPN y PNP). El alcance abarca la configuración de hardware, la lógica de control programable, la comunicación de datos y las funcionalidades de diagnóstico inherentes al dispositivo.

Dentro de las funcionalidades del producto tenemos:

- **Entrada de Señales:** El PLC puede recibir y procesar señales de diversos orígenes. Esto abarca entradas digitales de sensores PNP y NPN (aisladas para mayor protección), así como entradas analógicas para medir voltaje (en rangos de 0-10V y 0-32V) y corriente (4-20mA). También acepta contactos secos, que funcionan como simples interruptores.
- **Procesamiento de Control:** El corazón del NIVARA es su capacidad para ejecutar una lógica de control programable. Esto significa que puede tomar decisiones basándose en las señales de entrada y el estado actual del proceso. Puede realizar operaciones lógicas (AND, OR, NOT), aritméticas (sumas, restas), y usar temporizadores y contadores para automatizar secuencias.
- **Salida de Control:** Una vez procesada la lógica, el NIVARA controla dispositivos externos. Dispone de salidas digitales (NPN y PNP), dos salidas a relé para controlar cargas de mayor potencia, una salida analógica de corriente (4-20mA), y salidas analógicas de voltaje que se pueden configurar para 0-5V o 0-10V, brindando flexibilidad para diferentes actuadores.
- **Conectividad Avanzada:** Para integrarse en sistemas más grandes, el NIVARA cuenta con conectividad Wi-Fi, lo que le permite unirse a redes locales, acceder a internet o comunicarse de forma inalámbrica. También incorpora un puerto RS485 para comunicación serie robusta y de largo alcance, ideal para entornos industriales con múltiples dispositivos como variadores de frecuencia o pantallas HMI.
- **Monitoreo y Diagnóstico:** El PLC puede proporcionar información sobre el estado de sus entradas y salidas, así como de las variables internas que maneja. Esto es crucial para que los usuarios puedan supervisar el proceso y diagnosticar rápidamente cualquier problema que pueda surgir.

## 2.3 Características de los usuarios

Tipo de usuario	[Inserte aquí el texto]
Formación	[Inserte aquí el texto]
Habilidades	[Inserte aquí el texto]
Actividades	[Inserte aquí el texto]

*Descripción de los usuarios del producto, incluyendo nivel educacional, experiencia y experiencia técnica.*

## 2.4 Restricciones

[Inserte aquí el texto]

*Descripción de aquellas limitaciones a tener en cuenta a la hora de diseñar y desarrollar el sistema, tales como el empleo de determinadas metodologías de desarrollo, lenguajes*



*de programación, normas particulares, restricciones de hardware, de sistema operativo etc.*

## 2.5 Suposiciones y dependencias

[Inserte aquí el texto]

- Disponibilidad y Estabilidad del Firmware de Bajo Nivel (Espressif IDF):
  - Asunción: Se asume que el Espressif IDF (IoT Development Framework), junto con sus bibliotecas y controladores para el ESP32-S3, seguirá siendo estable, bien documentado y actualizado por Espressif Systems. Esto incluye el soporte para Wi-Fi, RS485, ADC, y GPIO.
  - Impacto: Cambios significativos o la discontinuidad en el soporte del IDF podrían requerir una reescritura sustancial de partes del firmware, afectando los plazos y el rendimiento.
- Disponibilidad y Características del Hardware del ESP32-S3:
  - Asunción: Se asume que el microcontrolador ESP32-S3 mantendrá sus especificaciones técnicas actuales y su disponibilidad en el mercado a un precio competitivo. También se asume que las interfaces periféricas (ADC, DAC, UARTs para RS485) funcionarán según sus hojas de datos.
  - Impacto: Una variación en las especificaciones (ej. menor precisión del ADC, diferente mapeo de pines) o la escasez del componente podrían obligar a un rediseño del hardware del PLC y, consecuentemente, a una adaptación de los requisitos del software.
- Evolución de Estándares de Comunicación Industrial (RS485, Modbus RTU):
  - Asunción: Se asume que los estándares de comunicación industrial como RS485 y protocolos como Modbus RTU permanecerán dominantes y compatibles en el ecosistema de automatización.
  - Impacto: La aparición de nuevos estándares o la obsolescencia de los actuales podría requerir la implementación de nuevos protocolos de comunicación, lo que afectaría la conectividad y la interoperabilidad del NIVARA con otros sistemas.
- Expectativas y Normativas del Mercado Industrial:
  - Asunción: Se asume que las normativas de seguridad eléctrica (ej. IEC 61010-1) y compatibilidad electromagnética (EMC, ej. IEC 61000-6-2/4), así como las expectativas de rendimiento (tiempos de ciclo, robustez) en entornos industriales, se mantendrán consistentes.
  - Impacto: Un endurecimiento de las normativas o un aumento en las expectativas de rendimiento por parte del mercado podría exigir rediseños significativos tanto en hardware como en software para cumplir con los nuevos requisitos.
- Requisitos del Entorno de Desarrollo y Herramientas:
  - Asunción: Se asume la disponibilidad y funcionalidad de las herramientas de desarrollo necesarias (compiladores, IDEs, depuradores) compatibles con el ESP32-S3 y el Espressif IDF.

- Impacto: Problemas de compatibilidad o la discontinuidad de estas herramientas podrían ralentizar el desarrollo o requerir una inversión en nuevas licencias y capacitación.
- Estabilidad de las Especificaciones de Entradas y Salidas (0-32V, 4-20mA, etc.):
  - Asunción: Los rangos y tipos de entradas y salidas definidos (ej., 0-32V, 0-10V, 4-20mA, PNP/NPN) se consideran fijos para la versión inicial del producto.
  - Impacto: La necesidad de soportar nuevos tipos o rangos de señales de E/S implicaría modificaciones en el diseño de hardware y en el firmware, especialmente en la calibración y el procesamiento de señales.

## 2.6 Evolución previsible del sistema

[Inserte aquí el texto]

- Soporte para Protocolos Industriales Adicionales:
  - Implementación de protocolos como Ethernet/IP, PROFINET, OPC UA u otros estándares de comunicación industrial para una integración más amplia en entornos de automatización complejos.
  - Soporte para Modbus TCP/IP a través de Wi-Fi para comunicación con sistemas SCADA y HMI modernos.
- Funcionalidades Avanzadas de Programación:
  - Desarrollo de un entorno de programación visual (IDE) basado en web o de escritorio para el usuario final, que facilite la creación de lógica de control con lenguajes IEC 61131-3 (Diagrama de Escalera, Bloques de Función, etc.), más allá de la configuración básica.
  - Capacidad para cargar y ejecutar múltiples programas de usuario o tareas con diferentes prioridades.
- Capacidades de Registro y Análisis de Datos (Datalogging):
  - Funcionalidad para registrar datos de entradas, salidas y variables internas en la memoria Flash interna o en una tarjeta SD (si se añade soporte de hardware).
- Expansión de Entradas/Salidas:
  - Diseño modular que permita la expansión de las E/S a través de módulos adicionales conectados por un bus interno o un protocolo serie.
  - Soporte para E/S de alta velocidad o contadores de pulsos más avanzados para aplicaciones específicas.
- Funcionalidades de Autodiagnóstico y Mantenimiento Predictivo:
  - Algoritmos para el monitoreo del estado del hardware (temperatura, voltaje, etc.) y la detección temprana de posibles fallos.

## 3 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	[Inserte aquí el texto]		
Nombre de requisito	[Inserte aquí el texto]		
Tipo	<input type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción		
Fuente del requisito	[Inserte aquí el texto]		
Prioridad del requisito	<input type="checkbox"/> Alta/Esencial	<input type="checkbox"/> Media/Deseado	<input type="checkbox"/> Baja/ Opcional

*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.*

### 3.1 Requisitos comunes de los interfaces

[Inserte aquí el texto]

#### Entradas Digitales

Las entradas digitales permiten al NIVARA detectar el estado binario (ON/OFF, presente/ausente) de dispositivos de campo como interruptores, finales de carrera, sensores de proximidad y botones.

- PNP: Estas entradas se activan cuando reciben una señal de voltaje positivo. Son comúnmente utilizadas con sensores que proporcionan corriente al PLC.
- NPN: Estas entradas se activan cuando se conectan a tierra. Son utilizadas con sensores que controlan el flujo de corriente hacia tierra desde el PLC.
- Aislamiento: Todas las entradas digitales están ópticamente aisladas para proteger el microcontrolador de picos de voltaje, ruido eléctrico y diferencias de potencial a tierra, garantizando la fiabilidad y seguridad en entornos industriales.
- Voltaje de Operación: Compatibles con voltajes estándar de la industria (ej., 24V DC).

#### Entradas Analógicas

Las entradas analógicas permiten al NIVARA medir señales continuas que varían con el tiempo, como la temperatura, la presión, el nivel o la posición, provenientes de transductores y sensores analógicos.

#### Tipos de Señal:

- 0-32V DC: Permite la medición de señales de voltaje en un rango extendido, útil para diversas aplicaciones de sensado.
- 0-10V DC: Estándar común para sensores y transmisores de voltaje.
- 4-20mA: Estándar de corriente robusto y ampliamente utilizado en la industria. La señal de 4mA indica un estado cero (o mínimo) y 20mA indica el valor

máximo, ofreciendo inmunidad al ruido y detección de fallos de cableado (un valor por debajo de 4mA puede indicar un circuito abierto).

- Resolución: Se especificará la resolución del convertidor analógico-digital (ADC) interno (ej., "12 bits" o "16 bits") para indicar la precisión de la medición.

#### Entradas de Contacto Seco

Estas entradas son ideales para la conexión de interruptores, pulsadores o contactos de relé que simplemente cierran o abren un circuito, sin proporcionar su propia fuente de alimentación.

- Tipo: Permiten la conexión directa de contactos libres de potencial. El PLC proporciona una pequeña corriente de excitación para detectar el estado del contacto.
- Aislamiento: Al igual que las entradas digitales, estas entradas también están aisladas.
- Número: Se especificaría el número exacto de entradas de contacto seco (ej., "2 entradas de contacto seco aisladas").

#### Salidas Digitales

Las salidas digitales permiten al NIVARA controlar dispositivos que requieren una señal ON/OFF, como contactores, válvulas solenoides, indicadores luminosos o relés de estado sólido.

Tipo:

- NPN: Estas salidas controlan la conexión a tierra de la carga.
- PNP: Estas salidas proporcionan voltaje a la carga.

#### Salidas Analógicas de Voltaje

Estas salidas permiten al NIVARA controlar dispositivos que requieren una señal de voltaje variable, como variadores de frecuencia, servomotores o válvulas proporcionales.

Rango Configurable:

- 0-5V DC: Rango común para el control de ciertos actuadores.
- 0-10V DC: Estándar industrial muy utilizado para control proporcional.

#### Salidas a Relé

Las salidas a relé permiten al NIVARA controlar cargas de mayor potencia o dispositivos que operan con diferentes voltajes (AC o DC), proporcionando aislamiento galvánico completo.

#### Salida Analógica de Corriente

Esta salida permite al NIVARA controlar dispositivos que responden a una señal de corriente, ideal para el control preciso en entornos industriales donde la robustez de la señal es crítica.

- Tipo de Señal: 4-20mA.

### 3.1.1 Interfaces de usuario

[Inserte aquí el texto]

N/A

### 3.1.2 Interfaces de hardware

[Inserte aquí el texto]

- Microcontrolador ESP32-S3
  - Gestión de GPIOs: El ESP32-S3 controlará directamente el estado de los pines GPIO para las salidas digitales (PNP/NPN) y leerá el estado de las entradas digitales (PNP/NPN y contacto seco).
  - Configuración: Los pines se configurarán como entrada o salida, con posibilidad de habilitar resistencias pull-up/down internas si es necesario. Se aplicarán filtros de debounce programables para las entradas digitales.
  - ADC Interno: Se utilizará el ADC del ESP32-S3 para digitalizar las señales de las entradas analógicas (0-32V, 0-10V, 4-20mA).
  - Configuración: Selección del canal ADC, modo de atenuación y calibración para mapear el voltaje de entrada al valor digital correspondiente. El firmware realizará el escalado a unidades de ingeniería y aplicará filtros digitales.
  - UART: Se usará una de las interfaces UART del ESP32-S3 para la comunicación con el módulo RS485.
  - Configuración: Velocidad en baudios, paridad, bits de datos y bits de parada serán configurables para adaptarse al protocolo Modbus RTU.
  - I2C: Se empleará la interfaz I2C del ESP32-S3 para comunicarse con los ICs externos de salida analógica.
  - Configuración: El ESP32-S3 actuará como maestro I2C, controlando la dirección de los dispositivos y gestionando las transacciones de lectura/escritura de registros para establecer los valores de salida.
- Módulo RS485
  - Interfaz Lógica: Conectado a un puerto UART del ESP32-S3. El módulo maneja la conversión de TTL a señales diferenciales RS485 y el control de dirección (TX/RX).
  - Comportamiento Lógico: El firmware enviará y recibirá datos serie a través de la UART. Un pin GPIO dedicado del ESP32-S3 se utilizará para controlar el estado de Transmisión/Recepción (DE/RE) del módulo RS485, asegurando que el módulo esté en modo de transmisión solo cuando el PLC envíe datos.
  - Configuración: Se configurará la velocidad de transmisión, paridad y otros parámetros de la UART para que coincidan con los del bus RS485.
- IC I2C para Salida 4-20mA
  - Interfaz Lógica: Conectado al bus I2C del ESP32-S3.
  - Comportamiento Lógico: El firmware escribirá valores digitales en los registros internos de este IC vía I2C. Este IC convertirá el valor digital en una señal de corriente de 4-20mA.

- Configuración: El valor digital a escribir corresponderá al punto de consigna deseado para la corriente de salida. Se gestionará el escalado desde el rango de valores de control del PLC al rango de 4-20mA.
- IC I2C para Salida Configurable 0-5V o 0-10V
  - Interfaz Lógica: Conectado al bus I2C del ESP32-S3.
  - Comportamiento Lógico: El firmware escribirá valores digitales en los registros internos de este IC vía I2C. Este IC convertirá el valor digital en una señal de voltaje.
- Configuración:
  - Rango de Salida: Se configurará un registro específico en el IC, o a través de selectores de hardware si el IC lo permite, para seleccionar entre el rango 0-5V o 0-10V.
  - Valor de Salida: El firmware enviará el valor digital correspondiente al voltaje deseado, aplicando el escalado adecuado según el rango seleccionado.
- Optoacopladores (para Entradas Digitales Aisladas)
  - Interfaz Lógica: Ubicados entre los terminales de entrada externos y los pines GPIO del ESP32-S3.
  - Comportamiento Lógico: Cuando una señal de entrada digital externa se activa, el optoacoplador conduce, transmitiendo ópticamente la señal al pin GPIO correspondiente del ESP32-S3, pero manteniendo el aislamiento eléctrico.
  - Configuración: No requieren configuración de software directa más allá de la gestión del pin GPIO al que están conectados. El firmware leerá el estado lógico del GPIO como cualquier otra entrada.
- Relés
  - Interfaz Lógica: Los relés son controlados por pines GPIO del ESP32-S3, a menudo a través de un circuito de driver (transistor) para manejar la corriente de la bobina del relé.
  - Comportamiento Lógico: Un '1' lógico (HIGH) o un '0' lógico (LOW), según el diseño del driver, en el pin GPIO correspondiente activará o desactivará el relé, cerrando o abriendo su contacto mecánico.
  - Configuración: El programa de control definirá cuándo activar o desactivar cada relé. El estado inicial al arranque del PLC será configurable.

### **3.1.3 Interfaces de software**

[Inserte aquí el texto]

N/A

### **3.1.4 Interfaces de comunicación**

[Inserte aquí el texto]

- RS485: La interfaz RS485 es crucial para la comunicación robusta y de largo alcance en entornos industriales, permitiendo al NIVARA interactuar con una variedad de dispositivos de campo.

- Wi-Fi: La conectividad Wi-Fi brinda al NIVARA capacidades de red inalámbricas, facilitando el acceso remoto, la integración en redes de oficina/fábrica y la comunicación con sistemas basados en Ethernet.

## 3.2 Requisitos funcionales

[Inserte aquí el texto]

*Definición de acciones fundamentales que debe realizar el software al recibir información, procesarla y producir resultados.*

*En ellas se incluye:*

- *Comprobación de validez de las entradas*
- *Secuencia exacta de operaciones*
- *Respuesta a situaciones anormales (desbordamientos, comunicaciones, recuperación de errores)*
- *Parámetros*
- *Generación de salidas*
- *Relaciones entre entradas y salidas (secuencias de entradas y salidas, formulas para la conversión de información)*
- *Especificación de los requisitos lógicos para la información que será almacenada en base de datos (tipo de información, requerido)*

*Las requisitos funcionales pueden ser divididos en sub-secciones.*

### 3.2.1 Procesamiento de Entradas

□ **Comprobación de Validez de las Entradas:**

- **Entradas Digitales (PNP/NPN y Contacto Seco):**
    - **Validación de Estado Lógico:** Se verificará que la señal recibida corresponda a un estado lógico claro (ON/OFF) según los umbrales de voltaje definidos para PNP/NPN.
    - **Detección de Rebote:** Se aplicará un filtro de *debounce* configurable (en ms) para ignorar cambios de estado transitorios causados por rebotes mecánicos, asegurando una lectura estable. Si la señal se mantiene estable fuera del umbral durante el tiempo de *debounce*, se considera un cambio de estado válido.
    - **Frecuencia Máxima de Conmutación:** El sistema debe ser capaz de detectar cambios de estado hasta una frecuencia máxima especificada por la hoja de datos del hardware.
  - **Entradas Analógicas (0-32V, 0-10V, 4-20mA):**
    - **Validación de Rango:** Se comprobará que el valor digitalizado de la entrada analógica se encuentre dentro del rango esperado para el tipo de señal configurado (ej., 0-4095 para un ADC de 12 bits, mapeado al rango de voltaje/corriente).
    - **Detección de Valores Fuera de Rango:** Si una lectura excede el rango máximo o cae por debajo del mínimo (ej., menos de 4mA en una entrada 4-20mA), el sistema debe registrar un evento de "fuera de rango" o "falla de cableado".
    - **Redundancia/Promediado:** Para mayor estabilidad y precisión, se podrán tomar múltiples muestras de la entrada analógica en un corto período y promediarlas antes de su procesamiento.
- **Secuencia Exacta de Operaciones (Ciclo de Scan):**
1. **Lectura de Entradas:** En el inicio de cada ciclo de scan, el firmware leerá el estado actual de todas las entradas digitales y analógicas, aplicando los filtros y validaciones correspondientes.
  2. **Ejecución de Lógica de Control:** Los valores de entrada validados se pasarán al programa de usuario. El programa se ejecutará secuencialmente, procesando la lógica definida (condiciones, operaciones matemáticas, temporizadores, contadores, etc.).
  3. **Actualización de Salidas:** Una vez completada la ejecución del programa, el estado calculado para cada salida se aplicará a los respectivos periféricos de hardware.



4. **Comunicaciones y Tareas de Fondo:** Durante o después de la actualización de salidas, el PLC gestionará las tareas de comunicación (RS485, Wi-Fi), monitoreo del sistema y diagnóstico, y otras tareas en segundo plano.
5. **Cierre de Ciclo:** El ciclo se repetirá continuamente, con un tiempo de ciclo objetivo (ej., <10ms) que garantice la respuesta en tiempo real.
  - **Respuesta a Situaciones Anormales:**
  - **Desbordamientos (Overflows):**
    - **Variables Numéricas:** Si una operación aritmética en el programa de usuario provoca un desbordamiento o subdesbordamiento de una variable, el valor de la variable se truncará al límite máximo/mínimo del tipo de dato, y se generará una **alarma de desbordamiento** visible en la interfaz de diagnóstico.
    - **Contadores/Temporizadores:** Los contadores y temporizadores configurados con límites máximos deben detenerse o reiniciarse (según configuración) al alcanzar su límite y generar un **evento de desbordamiento**.
  - **Errores de Comunicación (RS485/Wi-Fi):**
    - **Tiempo de Espera (Timeout):** Si una comunicación (ej., solicitud Modbus) no recibe una respuesta dentro de un tiempo predefinido, se registrará un **error de timeout** para el canal de comunicación.
    - **Checksum/CRC:** Errores en la verificación de checksum o CRC en tramas de comunicación (ej., Modbus RTU) resultarán en el descarte de la trama y el registro de un **error de integridad de datos**.
    - **Reconexión Automática:** El sistema intentará **reconectar automáticamente** a la red Wi-Fi o reestablecer la comunicación RS485 después de un fallo, con un número configurable de reintentos y un retardo entre ellos.
  - **Recuperación de Errores Críticos:**
    - **Watchdog Timer:** Se implementará un *watchdog timer* de hardware y software para detectar bloqueos del sistema. Si el firmware deja de responder, el *watchdog* forzará un reinicio del PLC.
    - **Modo de Fallo Seguro:** En caso de un error crítico de hardware o software que impida la operación normal, el PLC debe entrar en un **modo de fallo seguro**, donde todas las salidas se desactiven (o pasen a un estado predefinido configurable) y se active un indicador de error.
    - **Registro de Eventos:** Todos los errores y situaciones anormales significativas serán registrados en un log interno persistente (ej., memoria Flash), con sello de tiempo si es posible, para posterior diagnóstico.
  - **Parámetros:**
  - **Parámetros de Configuración de E/S:** Rangos analógicos, tipos de entrada digital (PNP/NPN), filtros de *debounce*, parámetros de escalado (mín/máx, offset/ganancia).
  - **Parámetros de Comunicación:** Dirección Modbus, velocidad en baudios, SSID/Contraseña Wi-Fi, modo AP/STA, IP estática/DHCP.
  - **Parámetros de Lógica de Control:** Valores preestablecidos para temporizadores y contadores, valores de setpoint, coeficientes PID (si se implementa control PID), límites de variables.
  - **Parámetros de Sistema:** Tiempos de ciclo del PLC, configuración del *watchdog*, estado inicial de las salidas.
  - **Almacenamiento de Parámetros:** Todos los parámetros configurables por el usuario deben ser **almacenados de forma persistente** (ej., en memoria Flash no volátil) para que se conserven después de un reinicio.

### 3.2.2 Generación de Salidas

- **Secuencia de Salida:** Los valores calculados para las salidas por la lógica de control se aplicarán a los actuadores al final de cada ciclo de scan, garantizando la coherencia.
- **Gestión de Estados:**
  - **Salidas Digitales:** Se asegurará que la activación y desactivación de las salidas digitales sea precisa y rápida, acorde a los estados lógicos (ON/OFF) determinados por el programa.



- **Salidas Analógicas (Voltaje/Corriente):** La generación de la señal analógica debe ser suave y sin saltos bruscos entre valores, especialmente para control proporcional. El firmware realizará la conversión de los valores lógicos internos a la resolución física de la salida y el rango configurado.
- **3.3. Relaciones entre Entradas y Salidas**  
La esencia de un PLC es la relación lógica entre lo que se lee y lo que se actúa.
- **Secuencias de Entradas y Salidas:**
  - El programa de usuario definirá explícitamente las secuencias de activación/desactivación de salidas en función de combinaciones de entradas, temporización, conteo y variables internas.
- **3.4. Requisitos Lógicos para la Información Almacenada**
- **Tipo de Información y Requerido:**
  - **Programa de Usuario:**
    - **Tipo:** Lógica de control programada por el usuario (ej., en formato compilado o intermedio).
    - **Requerido:** Obligatorio. Se cargará y ejecutará al iniciar el PLC.
  - **Configuración de Hardware (E/S):**
    - **Tipo:** Parámetros para cada entrada (tipo PNP/NPN, rango analógico, filtros) y salida (rango analógico).
    - **Requerido:** Obligatorio. Esencial para la correcta interpretación de las señales físicas.
  - **Parámetros de Comunicación:**
    - **Tipo:** Configuración de Modbus RTU (dirección, baudios, paridad), SSID/contraseña Wi-Fi, modo de red (AP/STA), configuración IP.
    - **Requerido:** Obligatorio para establecer las comunicaciones.
  - **Variables Retentivas (Remanentes):**
    - **Tipo:** Variables de programa que deben mantener su valor incluso después de un ciclo de energía o reinicio (ej., contadores de producción, totalizadores).
    - **Requerido:** Opcional, según la necesidad del programa de usuario. El usuario debe poder designar qué variables son retentivas.
  - **Registros de Eventos/Alarmas (Log):**
    - **Tipo:** Sellos de tiempo, códigos de error, descripciones de eventos (ej., reinicios, errores de comunicación, desbordamientos).
    - **Requerido:** Obligatorio para diagnóstico y auditoría. Debe ser un buffer circular o tener capacidad para borrado.

## 3.3 Requisitos no funcionales

### 3.3.1 Requisitos de rendimiento

[Inserte aquí el texto]

- Disponibilidad: El sistema debe operar de forma continua y sin reinicios inesperados por fallas de software durante al menos 30 días. Cualquier reinicio debe ser registrado para diagnóstico.
- Eficiencia: El consumo de energía debe optimizarse para el hardware dado, buscando un equilibrio entre rendimiento y disipación de calor, especialmente si se considera operación en entornos con limitaciones de energía.
- Se especificarán los rangos de consumo de corriente en diferentes estados (ej., inactivo, carga completa de E/S, comunicación activa).

### 3.3.2 Seguridad

[Inserte aquí el texto]

Registro de Actividad (Logs):

- El sistema mantendrá registros (logs) persistentes de las actividades operativas y eventos clave. Esto incluye:
- Eventos del Sistema: Reinicios, actualizaciones de firmware, cambios de configuración, detección de errores de hardware (ej., Watchdog).
- Eventos de Comunicación: Fallos en la conexión Wi-Fi, errores de transmisión RS485, intentos de acceso no autorizados.
- Alarmas y Errores: Desbordamientos de variables, valores analógicos fuera de rango.
- Cada entrada en el log deberá incluir un sello de tiempo (si hay reloj en tiempo real, de lo contrario, tiempo de uptime) y una descripción clara del evento.
- Los logs se almacenarán en memoria no volátil (Flash), implementando un mecanismo de buffer circular para gestionar el espacio de almacenamiento.

**Guardado de Errores en Memoria:**

- Los errores críticos del sistema (ej., excepciones de software, fallas de pila, violaciones de memoria) se registrarán de forma específica en un área dedicada de la memoria no volátil (ej., región crash dump en Flash).
- Esta información será accesible post-mortem para el análisis y depuración de fallos, permitiendo identificar la causa raíz de comportamientos anómalos o reinicios inesperados.

### **3.3.3 Fiabilidad**

[Inserte aquí el texto]

Tiempo Medio Entre Fallos (MTBF): El sistema debe estar diseñado para un MTBF objetivo de 50,000 horas/años en temperaturas menores a los 65 grados centígrados y humedad relativa menor al 60%.

### **3.3.4 Disponibilidad**

[Inserte aquí el texto]

N/A

### **3.3.5 Mantenibilidad**

[Inserte aquí el texto]

- Inspección Visual y Limpieza:
  - Periódica: Revisar el estado físico del PLC, incluyendo el gabinete, los bornes de conexión, cables y ventiladores (si los tuviera).
  - Limpieza: Eliminar polvo, suciedad y humedad de las placas de circuito y el interior del gabinete, ya que pueden causar cortocircuitos y sobrecalentamiento. Utilizar aire seco o una aspiradora adecuada para electrónica.
- Verificación de Conexiones:
  - Reapriete de Bornes: Asegurarse de que todas las conexiones eléctricas a las entradas y salidas, así como la alimentación, estén firmes y no presenten oxidación. Las conexiones sueltas pueden causar lecturas erróneas o fallos en la actuación.
  - Integridad del Cableado: Inspeccionar el cableado externo para detectar signos de desgaste, daños o interferencias (ej. cables pelados, aplastados).

- Monitoreo del Entorno:
  - Temperatura y Humedad: Asegurarse de que las condiciones ambientales (temperatura y humedad) dentro del gabinete donde se aloja el PLC estén dentro de los rangos operativos especificados por el fabricante para el NIVARA.
  - Vibraciones: Verificar que el PLC no esté expuesto a vibraciones excesivas que puedan aflojar conexiones internas o externas.
- Respaldo de Programas y Configuraciones:
  - Periódico: Realizar copias de seguridad del programa de usuario y de todos los parámetros de configuración del NIVARA (E/S, comunicaciones, etc.) de forma regular. Esto es crucial para una rápida recuperación en caso de fallo del dispositivo.
    - ☐

### 3.3.6 Portabilidad

[Inserte aquí el texto]

NIVARA será totalmente portable, donde su única dependencia será su fuente externa y los demás equipos determinados por el usuario, los cuales serán conectados al producto.

### 3.4 Otros requisitos

[Inserte aquí el texto]

N/A

## 4 Apéndices

[Inserte aquí el texto]

*Pueden contener todo tipo de información relevante para la SRS pero que, propiamente, no forme parte de la SRS.*