
Documento de Especificaciones y Requisitos de Producto [DEP] para el desarrollo de productos mecatrónicos

Proyecto: KiSS
Revisión 1.0

NIVARA
CONTROLS



Ficha del documento

Fecha	Revisión	Autor	Verificado dep. calidad.
14/6/2025	1	Juana Massiel Cordero Arno Tecnólogo en Energías Renovables	Carlos A. Pichardo

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

Por el cliente	Por la empresa suministradora
	Equipo de Desarrollo NIVARA controls
N/A	Juana Massiel Cordero Arno 2021-1937



Contenido

Ficha del documento	4
Contenido.....	5
1. Introducción.....	7
1.1 Propósito.....	7
1.2 Alcance.....	7
1.3 Personal involucrado	8
1.4 Definiciones, acrónimos y abreviaturas	9
1.5 Referencias	11
1.6 Resumen	11
2. Descripción general.....	12
2.1 Perspectiva del producto.....	12
Contexto general	12
Relación con otros sistemas.....	12
Componentes clave del producto	12
Ventajas competitivas	14
Interfaces del sistema.....	14
2.2 Funcionalidad del producto.....	14
Funcionalidad de entradas digitales	14
Funcionalidad de salidas digitales	15
Funcionalidad de entradas analógicas	15
Funcionalidad de salidas analógicas	15
Comunicación industrial (RS-485)	16
Control local y lógica embebida.....	16
Activación de relés.....	16
Protección e integridad del sistema.....	16
2.3 Características de los usuarios.....	16
2.4 Restricciones.....	17
2.5 Suposiciones y dependencias	18
2.6 Evolución previsible del sistema	20
3. Requisitos específicos	21
3.1.1 Requisito funcional 1.....	21



3.1.2 Requisito funcional 2.....	22
3.1.3 Requisito funcional 3.....	23
3.1.4 Requisito funcional 4.....	24
3.1.5 Requisito funcional 5.....	24
3.1.6 Requisito funcional 6.....	25
3.1.7 Requisito funcional 7.....	26
3.2 Requisitos funcionales	27
3.3 Requisitos no funcionales	27
3.3.1 Requisitos de rendimiento	27
3.3.2 Seguridad	28
3.3.3 Fiabilidad	28
3.3.4 Disponibilidad	28
3.3.5 Mantenibilidad	29
3.3.6 Portabilidad	29
3.4 Otros requisitos	29
3.4.1 Requisitos legales	29
3.4.2 Requisitos culturales	29
3.4.3 Otros requisitos	30



1. Introducción

Este documento, denominado “Especificación de Requisitos de Producto para NIVARA Controls”, tiene como finalidad principal describir de forma precisa, ordenada y detallada los requerimientos tanto funcionales como no funcionales que debe cumplir el sistema NIVARA Controls. Su desarrollo resulta clave para lograr una interpretación común y compartida por todos los actores involucrados en las etapas de diseño, implementación y mantenimiento del sistema. Asimismo, servirá como guía y punto de consulta durante todas las fases del ciclo de vida del producto.

El valor de esta especificación reside en su rol como acuerdo técnico entre los distintos interesados: usuarios, desarrolladores, responsables de calidad y gestores del producto. Esta documentación facilita el seguimiento, verificación y validación de los requisitos planteados. A través de este material se busca reducir ambigüedades, identificar posibles restricciones y dependencias, y establecer una base firme sobre la cual se pueda planificar adecuadamente y tomar decisiones técnicas informadas.

La información se presenta en apartados que cubren desde el contexto general del sistema hasta la descripción detallada de cada uno de los requisitos. De este modo, se ofrece una visión global y completa del funcionamiento esperado del sistema, sus propiedades técnicas, y las condiciones necesarias para su correcto desempeño. También se incluyen elementos clave como supuestos, limitaciones, referencias normativas y términos específicos, con el propósito de garantizar una comprensión clara y consistente por parte de todos los lectores.

En suma, este documento representa una herramienta esencial para asegurar que el sistema NIVARA Controls cumpla con los criterios de calidad, eficiencia y alineación con los objetivos del proyecto, y satisfaga las expectativas de las partes interesadas.

1.1 Propósito

El propósito central de este documento es especificar de forma exhaustiva los requisitos funcionales y no funcionales del sistema NIVARA Controls, una solución diseñada para permitir el monitoreo, control y gestión de dispositivos y procesos industriales en entornos automatizados. Esta solución integra componentes de hardware dedicados, software de control especializado y plataformas HMI (interfaz humano-máquina), orientadas a garantizar un alto rendimiento operativo, asegurar la trazabilidad de la información y mantener un entorno de operación seguro, especialmente en sistemas de naturaleza crítica.

1.2 Alcance

Este documento comprende el diseño, construcción y validación de una solución electrónica basada en una placa de circuito impreso (PCB) de tipo comercial, destinada al uso en aplicaciones industriales. El sistema contempla la incorporación de múltiples interfaces tanto digitales como analógicas, entre ellas entradas y salidas del tipo NPN, PNP, rangos de tensión de 0 a 32 V, señales analógicas de 0 a 10 V, y señales de corriente estándar de 4 a 20 mA. También incluye capacidad de comunicación a través del protocolo RS-485 y control de salidas mediante relés.



Cada canal o etapa del sistema estará debidamente aislado y protegido mediante el uso de optoacopladores, además de filtros que garanticen el correcto funcionamiento del sistema en ambientes industriales. El alcance de este documento abarca tanto el diseño y desarrollo del hardware como su integración básica con una plataforma de supervisión, sin contemplar en esta fase el desarrollo de interfaces gráficas HMI específicas para cada cliente.

1.3 Personal involucrado

Nombre	Juana Massiel Cordero Arno
Rol	Desarrolladora
Categoría profesional	Técnico Superior en Energías Renovables
Responsabilidades	Diseño, Ensamblaje y pruebas
Información de contacto	Corderomassiel96@gmail.com
Aprobación	si



1.4 Definiciones, acrónimos y abreviaturas

- **NIVARA Controls:** Es el nombre del sistema descrito en este documento. Se trata de una solución enfocada al control de procesos industriales, diseñada a partir de una placa electrónica que cuenta con diversas conexiones y funciones integradas.
- **PCB (Placa de Circuito Impreso):** Es una base rígida que permite conectar componentes electrónicos entre sí a través de caminos conductores grabados en su superficie. Es el soporte físico principal del sistema NIVARA Controls.
- **I/O (Entradas y Salidas):** Se refiere a los puntos del sistema que permiten recibir señales del entorno (entradas) o enviar señales para controlar dispositivos (salidas), como sensores, motores, válvulas, entre otros.
- **NPN / PNP:** Son configuraciones eléctricas usadas en las señales digitales del sistema. El tipo NPN actúa con una señal negativa para activar, mientras que el PNP lo hace con una señal positiva. Estas configuraciones definen cómo se conectan los dispositivos al sistema.
- **RS-485:** Es un protocolo de comunicación usado frecuentemente en entornos industriales. Permite que varios dispositivos se comuniquen entre sí a través de un mismo cable, incluso a largas distancias y en ambientes con interferencias eléctricas.
- **0–10 V / 4–20 mA:** Son rangos típicos de señales analógicas utilizadas en sistemas industriales. Estas señales permiten representar variables como temperatura, presión o nivel de forma proporcional, siendo compatibles con sensores y actuadores comunes en automatización.
- **Digital:** Tipo de señal eléctrica que solo puede tener dos estados posibles: alto (1) o bajo (0). Se emplea para representar condiciones específicas como encendido/apagado, abierto/cerrado, activo/inactivo, etc.
- **Analógica:** Señal eléctrica que varía de manera continua dentro de un rango. Se usa para medir valores físicos cambiantes, como voltaje, corriente, temperatura o velocidad.
- **Optoacoplador:** Componente electrónico que transmite señales de un lado a otro del circuito usando luz interna, lo que permite aislar eléctricamente distintas secciones del sistema. Esto protege los componentes sensibles y mejora la seguridad del circuito.
- **Relé:** Dispositivo que funciona como un interruptor controlado eléctricamente. Puede ser electromecánico o de estado sólido, y se utiliza para activar o desactivar cargas eléctricas más grandes desde señales de bajo voltaje.
- **Filtrado:** Técnica usada en electrónica para eliminar el ruido o interferencias de una señal



eléctrica. Esto se logra mediante componentes como resistencias, condensadores o inductores, y garantiza que las señales sean estables y precisas.

- **Aislamiento galvánico:** Método para mantener separadas eléctricamente dos partes de un sistema. Se usa para evitar la transferencia de ruido, proteger contra sobrevoltajes y prevenir que una falla afecte otros componentes.
- **Comunicación industrial:** Intercambio de información entre dispositivos de automatización, como sensores, controladores o módulos de E/S. Se lleva a cabo usando protocolos robustos como RS-485 con Modbus, que permiten una transmisión fiable en entornos exigentes.
- **Firmware:** Es el programa que se ejecuta directamente dentro del microcontrolador del sistema. Define el comportamiento del hardware y permite que el equipo funcione según lo especificado.
- **Sistema embebido:** Se refiere a un pequeño sistema computacional integrado dentro de un equipo electrónico. Está diseñado para ejecutar funciones específicas de forma eficiente, y suele tener recursos limitados como memoria y procesamiento.
- **Proyecto:** Conjunto estructurado de actividades técnicas, logísticas y de gestión que se llevan a cabo con el objetivo de diseñar y desarrollar un producto, cumpliendo con plazos, costos y criterios de calidad definidos.
- **Especificación de requisitos:** Documento formal que detalla exactamente qué debe hacer un sistema, bajo qué condiciones, y qué limitaciones existen. Es la base para el diseño, desarrollo, pruebas y validaciones.
- **Requisito funcional:** Define una acción o función concreta que el sistema debe realizar. Por ejemplo, encender un motor cuando se presiona un botón.
- **Requisito no funcional:** Se refiere a características que no están ligadas directamente a funciones, como la velocidad de respuesta, estabilidad, seguridad, o compatibilidad con normativas.
- **Trazabilidad:** Habilidad para seguir el rastro de cada requisito a lo largo de todas las etapas del proyecto. Esto permite verificar que todo lo solicitado se haya implementado correctamente.
- **EMC (Compatibilidad Electromagnética):** Capacidad del sistema para funcionar sin causar ni recibir interferencias electromagnéticas, asegurando que su operación no afecte ni sea afectada por otros dispositivos electrónicos.
- **IEC / IEEE:** Son organizaciones internacionales encargadas de establecer normas técnicas y estándares. La IEC (Comisión Electrotécnica Internacional) y la IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos) proporcionan lineamientos para asegurar calidad, seguridad y compatibilidad en productos electrónicos.



1.5 Referencias

Referencia	Título	Ruta	Fecha	Autor
Espressif	ESP-IDF	https://idf.espressif.com/	18/1/2023	Espressif
FreeCAD	Your own 3D parametric modeler	https://www.freecad.org/	1/6/2024	LGPL License
JLC PCB	JLCPCB.COM	https://jlcpcb.com/	1/6/2025	jlcpcb.com
Kicad	Kicad.org	https://easyeda.com/	1/6/2024	Electronic Design Automation
VisualStudio	Microsoft	https://code.visualstudio.com/	1/6/2025	Microsoft
Solid Edge	Solid Edge Siemens	https://solidedge.siemens.com/en/	1/6/2025	Siemens

1.6 Resumen

Este documento ha sido diseñado en varias secciones que cubren de forma integral todos los elementos necesarios para entender tanto el alcance como el desarrollo del proyecto. En los siguientes apartados, se presenta una visión general del contenido que compone este informe, así como el criterio utilizado para organizarlo.

En él se expone con detalle la especificación del sistema NIVARA Controls, abarcando sus distintos tipos de conexión, las funciones que debe cumplir, sus limitaciones, los supuestos bajo los cuales se desarrolla y los requisitos técnicos que deben cumplirse. Su propósito es servir como una referencia durante las etapas de diseño, implementación y verificación del sistema, garantizando que los resultados del proyecto estén alineados con los requerimientos funcionales y las expectativas del cliente.

La estructura del documento responde a una lógica progresiva, que parte de una visión general del sistema para ir avanzando hacia aspectos más específicos. Comienza con una descripción amplia, continúa con la presentación de requerimientos puntuales, y finaliza con secciones que profundizan en los aspectos técnicos. Esta organización permite que cualquier lector, ya sea del área técnica, de gestión o de validación, pueda consultar el documento y encontrar la información relevante para su rol de forma clara y ordenada.



2. Descripción general

2.1 Perspectiva del producto

Contexto general

El sistema NIVARA Controls ha sido desarrollado como una plataforma de hardware embebido destinada a cumplir funciones de adquisición de datos, control y comunicación dentro de entornos industriales automatizados. Este dispositivo se materializa en una placa de circuito impreso (PCB) con un diseño compacto y resistente, orientado a facilitar la conexión eficiente entre sensores, actuadores y sistemas de supervisión.

Su rol dentro de una arquitectura de automatización lo ubica como un subsistema de nivel intermedio, encargándose de enlazar los dispositivos que operan directamente en el campo (nivel 0) con capas superiores del sistema. Su instalación puede realizarse en cuadros eléctricos, gabinetes de control o módulos integrados, adaptándose fácilmente a distintas configuraciones industriales.

Relación con otros sistemas

El módulo NIVARA Controls está diseñado para funcionar de distintas maneras según el entorno o la necesidad:

- Puede operar de forma autónoma, realizando acciones locales como la lectura de entradas, activación de salidas, control de relevadores o procesamiento básico de señales.
- Tiene la capacidad de actuar como esclavo en una red RS-485, respondiendo a comandos enviados por un sistema principal, como un PLC o un software SCADA.
- También puede formar parte de una infraestructura más amplia de automatización industrial, aportando tanto en la adquisición de señales digitales o analógicas como en la ejecución de tareas de control en tiempo real.

Componentes clave del producto

El dispositivo **NIVARA Controls** se organiza en distintas capas funcionales, cada una dedicada a una tarea específica dentro del proceso de automatización industrial:

1. Módulo de entradas y salidas digitales

Esta sección permite la conexión con sensores y actuadores digitales. Soporta señales de entrada tanto de tipo **NPN como PNP**, y entrega salidas mediante **colectores abiertos o controladores de potencia**. Está diseñada para operar hasta **32 V** y cuenta con mecanismos de protección frente a polaridad inversa y sobrecargas.

2. Módulo de señales analógicas

Incluye entradas capaces de manejar rangos estándar como **0–10 V** o **4–20 mA**, seleccionables mediante **jumpers físicos o configuración por software**. Las salidas analógicas son generadas por un **convertidor digital-analógico (DAC)** gestionado por el microcontrolador principal. Esta capa está equipada con **protección ESD y filtrado**, lo que permite mantener la precisión en la adquisición de datos.



3. **Módulo de comunicaciones**

Dispone de un puerto de comunicación **RS-485** con **aislamiento galvánico**, diseñado para entornos industriales donde se requiere robustez frente a interferencias. Soporta direccionamiento individual para múltiples dispositivos conectados y el **protocolo de comunicación puede ser configurado**, incluyendo opciones como **Modbus RTU**, entre otros, según el firmware instalado.

4. **Unidad de control**

El procesamiento principal es gestionado por un **microcontrolador embebido**, encargado de manejar entradas, salidas, tiempos, procesamiento lógico y enlace con sistemas externos. El **firmware puede actualizarse**, lo que permite mejoras o personalizaciones futuras sin alterar el hardware.

5. **Módulo de relés**

Incorpora **relevadores** capaces de manejar cargas tanto en corriente continua como alterna, en rangos de **0 A a 5 A**. Estas salidas están **aisladas mediante optoacopladores**, garantizando separación segura entre el control lógico y las cargas de potencia.

6. **Aislamiento y sistemas de protección**

Toda la arquitectura ha sido diseñada con **aislamiento galvánico** mediante optoacopladores en áreas críticas: entradas/salidas, comunicación y lógica de control. Además, se incorporan **protecciones contra cortocircuitos, picos de voltaje y transitorios eléctricos**, así como **filtrado EMI** para reducir el ruido y proteger la integridad de las señales.



Ventajas competitivas

El diseño del sistema **NIVARA Controls** incorpora una serie de características que lo posicionan favorablemente frente a otras soluciones similares en el mercado:

- **Diseño modular:** Su arquitectura permite adaptarse a diversos tipos de señales de entrada y salida sin requerir modificaciones en el hardware base.
- **Aislamiento total:** El sistema proporciona una separación eléctrica completa entre sus secciones, lo que incrementa la protección frente a fallas y asegura un funcionamiento confiable incluso en ambientes con alto nivel de ruido electromagnético.
- **Compatibilidad con estándares industriales:** Soporta niveles de señal y protocolos de comunicación comúnmente utilizados en entornos industriales, facilitando su incorporación a sistemas existentes.
- **Integración simplificada:** Su formato físico está optimizado para su instalación directa en rieles DIN u otras estructuras de montaje modulares, favoreciendo su implementación rápida y ordenada.

Interfaces del sistema

Para facilitar su interacción con el entorno de instalación y mantenimiento, **NIVARA Controls** cuenta con:

- **Terminales de conexión tipo tornillo o push-in**, que permiten una conexión segura y rápida de cables en campo.
- **Indicadores luminosos LED**, que proporcionan información visual inmediata sobre el estado de las entradas, salidas y comunicación.
- **Puerto dedicado para configuración y programación**, que permite realizar actualizaciones de firmware, ajustes de parámetros o tareas de calibración sin desmontar el dispositivo.

2.2 Funcionalidad del producto

NIVARA Controls ha sido concebido como un dispositivo versátil que actúa como interfaz entre los elementos de campo y el sistema de supervisión o control. Sus funcionalidades principales abarcan desde la adquisición de datos hasta la ejecución de acciones locales o el envío de información por canales de comunicación estandarizados.

Funcionalidad de entradas digitales

Dentro de su gama de capacidades, el sistema puede:

- **Interpretar señales discretas** provenientes de sensores o dispositivos con salidas NPN y PNP.
- **Detectar estados lógicos** (alto o bajo) con tensiones de hasta **32 VDC**.
- **Aplicar técnicas de filtrado anti-rebote**, tanto por hardware como por software, especialmente útiles al utilizar dispositivos mecánicos como botones o conmutadores.



Funcionalidad de salidas digitales

- Activación de dispositivos como válvulas, contactores o lámparas mediante salidas digitales con capacidad de corriente adecuada.
- Soporte para modos de operación:
 - **Encendido/apagado directo**
 - **Pulsos temporizados**
 - **Retención de estado**
- Protección contra sobrecorrientes y cortocircuitos.

Funcionalidad de entradas analógicas

- Adquisición de señales de sensores que entregan señales estándar de:
 - **0–10 VDC** (típico en sensores de posición, presión, nivel)
 - **4–20 mA** (típico en sensores industriales con alimentación loop-powered)
- Conversión analógico-digital (ADC) de alta resolución.
- Calibración por software o firmware para linealización de señales y corrección de offset.

Funcionalidad de salidas analógicas

Las salidas analógicas del sistema permiten el control proporcional de dispositivos como variadores de frecuencia o actuadores analógicos, generando señales en los formatos:

- **0–10 VDC**, mediante conversión digital-analógica (DAC).
- **4–20 mA**, utilizando una conversión de voltaje a corriente (V/I).

Esto habilita la regulación precisa de procesos en tiempo real.



Comunicación industrial (RS-485)

La plataforma incorpora una interfaz **RS-485**, apta para comunicaciones industriales en topología multipunto. Es compatible con protocolos ampliamente utilizados como **Modbus RTU**, lo que permite:

- Leer el estado de entradas y salidas en tiempo real.
- Realizar configuraciones remotas.
- Informar fallos o eventos internos del sistema.

Cada unidad puede ser identificada individualmente mediante una dirección de nodo configurable, facilitando su integración en redes más amplias.

Control local y lógica embebida

- **Procesamiento de señales internas** mediante microcontrolador.
- Lógica de control configurable (por firmware o parámetros preestablecidos).
- **Ejemplo de lógicas posibles:**
 - Activar relé si entrada digital activa y señal analógica > X.
 - Enviar trama Modbus al detectar evento.
 - Temporización o retardo de salidas.
- Posibilidad de funcionamiento autónomo sin necesidad de PLC externo en aplicaciones simples.

Activación de relés

- Salidas de relé controladas digitalmente desde la lógica interna.
- Capacidad de conmutación de cargas de potencia media (AC o DC).
- Aisladas para evitar interferencias o daños en la lógica del sistema.

Protección e integridad del sistema

- Aislamiento galvánico entre etapas sensibles (alimentación, señales, comunicación).
- **Filtrado de señales** para garantizar precisión en entornos industriales con ruido eléctrico.

2.3 Características de los usuarios

Tipo de usuario	Ingeniero de automatización
Formación	Ingeniería electrónica, mecatrónica o control industrial
Habilidades	- Diseño de arquitecturas de control - Programación de PLC - Lectura de planos eléctricos y datasheets
Actividades	- Integrar el PCB en sistemas existentes - Configurar señales de entrada/salida - Supervisar instalación



Tipo de usuario	Técnico electricista
Formación	Técnico en electricidad, electrónica o instrumentación industrial
Habilidades	-Cableado de tableros -Uso de herramientas de medición - Lectura básica de esquemas
Actividades	- Conectar físicamente el sistema - Realizar pruebas de continuidad y funcionalidad

Tipo de usuario	Integrador de sistemas
Formación	Ingeniería o técnico en integración de hardware y software industrial
Habilidades	- Conocimiento de comunicación industrial - Configuración de redes RS-485 - Compatibilización de sistemas
Actividades	- Configurar la red de comunicación - Vincular el dispositivo con PLC, SCADA u otros nodos

Tipo de usuario	Personal de mantenimiento
Formación	Técnico en mantenimiento eléctrico/electrónico o similar
Habilidades	- Diagnóstico de fallos - Reemplazo de componentes - Uso de herramientas de prueba
Actividades	- Verificar el estado del sistema - Sustituir módulos dañados - Realizar mantenimiento preventivo

2.4 Restricciones

Las siguientes restricciones deben ser consideradas durante el diseño, fabricación, instalación y operación del sistema **NIVARA Controls**. Estas limitaciones responden tanto a requerimientos técnicos como a normativas industriales, condiciones de operación y decisiones de diseño.

➤ Restricciones técnicas

- Rango de alimentación limitado: El dispositivo debe operar con una fuente de alimentación estable entre 12 VDC y 24 VDC.
- Número fijo de canales: La cantidad de entradas y salidas (digitales y analógicas) estará definida en el hardware sin posibilidad de ampliación directa sin rediseño físico.
- Compatibilidad de señal fija: Las entradas analógicas y digitales están diseñadas para rangos estándar (0–10 V, 4–20 mA, 0–32 V). Señales fuera de estos márgenes requieren acondicionamiento externo.

➤ Restricciones físicas

- Dimensiones del PCB: Limitadas por requisitos de montaje en riel DIN o gabinetes industriales estándar (e.g., 10×15 cm aprox.).



- Ubicación de conectores y LEDs: Determinada por normativas de ergonomía industrial para facilitar instalación y diagnóstico.
- **Restricciones de aislamiento**
 - Cada etapa funcional (entradas, salidas, comunicación, control) debe contar con aislamiento galvánico, lo cual impone limitaciones de diseño en cuanto a disposición de planos de tierra, pistas y componentes optoacoplados.
- **Restricciones normativas**
 - El sistema debe cumplir con estándares aplicables a sistemas de control industrial, tales como:
 - IEC 61131 (controladores programables)
 - IEC 61010 (seguridad eléctrica)
 - EMC (compatibilidad electromagnética según EN 61000)
 - Cumplimiento con normas RoHS y/o REACH para la fabricación sin sustancias restringidas.
- **Restricciones de comunicación**
 - El protocolo de comunicación principal es Modbus RTU sobre RS-485. No se contemplan en esta versión protocolos adicionales como Ethernet/IP, CANopen o Profinet.
 - El sistema funciona como esclavo en la red, por lo que depende de un maestro para iniciar las transacciones.
- **Restricciones operativas**
 - El sistema está diseñado para funcionar en ambientes industriales no extremos, con los siguientes límites:
 - Temperatura: -10°C a 60°C
 - Humedad relativa: 20 %–80 % sin condensación
 - Sin exposición directa a polvo conductivo, agua o ambientes explosivos sin protección adicional.
- **Restricciones de mantenimiento**
 - No se contempla acceso interno por parte del usuario. El mantenimiento está limitado a:
 - Revisión de conexiones
 - Sustitución del módulo completo en caso de fallo
 - Actualización de firmware por puerto de servicio

2.5 Suposiciones y dependencias

Durante el diseño, desarrollo, implementación y operación del sistema **NIVARA Controls**, se consideran las siguientes suposiciones (condiciones asumidas como ciertas sin garantía formal) y dependencias (factores externos de los que depende el correcto funcionamiento del sistema):

- **Suposiciones técnicas**
 - Se asume que los dispositivos conectados a las entradas digitales (sensores NPN o PNP) cumplen con los estándares industriales de señalización y respetan los niveles de voltaje compatibles con el sistema (0–32 VDC).
 - Se asume que los sensores analógicos conectados entregan señales dentro del rango especificado (0–10 V o 4–20 mA) y no requieren alimentación desde el módulo.



- Se presupone que el entorno operativo no excederá las condiciones climáticas normales para gabinetes industriales (temperatura, humedad, interferencias).

- Se asume que los dispositivos de campo están correctamente aterrizados y el sistema se encuentra instalado con la debida protección contra sobretensiones (e.g., varistores, protección en tablero).

➤ **Suposiciones de uso**

- El sistema será instalado, configurado y operado por personal calificado, con conocimientos técnicos en electricidad, automatización o electrónica.

- Se asume que la red RS-485 estará correctamente terminada (resistencias de 120 Ω) y cableada conforme a buenas prácticas de instalación.

- Se presupone que la configuración de dirección de nodo, velocidad de comunicación y demás parámetros se realizará correctamente antes de la puesta en marcha.

- Se asume que las actualizaciones de firmware serán aplicadas únicamente por personal autorizado y que no se manipulará el código fuente sin los debidos controles.

➤ **Dependencias de hardware**

- El sistema depende de una fuente de alimentación regulada y estable, con capacidad suficiente para alimentar todos los módulos conectados (normalmente 12–24 VDC).

- Requiere el uso de elementos de protección externa, como fusibles, interruptores o supresores de transientes, para operar con seguridad en ambientes industriales.

- Depende del uso de conectores adecuados y cables industriales blindados para mantener la inmunidad al ruido.

➤ **Dependencias de software y comunicación**

- La comunicación depende de que el maestro RS-485 (PLC o SCADA) esté correctamente configurado con el protocolo y parámetros esperados (e.g., velocidad, paridad, timeout).

- El sistema requiere software de terceros (como SCADA, PLC o HMI) que permita interpretar las tramas Modbus para monitoreo o control.

- La lógica interna del módulo depende de configuraciones establecidas en el firmware. Cualquier modificación requiere reprogramación del microcontrolador.

➤ **Dependencias normativas y de certificación**

- El producto debe ser validado según las normas de seguridad eléctrica, compatibilidad electromagnética y directivas ambientales aplicables para su comercialización e instalación.

- Cualquier cambio en normativas podría requerir rediseño parcial del hardware o documentación complementaria.



2.6 Evolución previsible del sistema

El diseño modular y escalable del sistema **NIVARA Controls** permite considerar mejoras y ampliaciones futuras, adaptándose a nuevas necesidades del mercado y tecnologías emergentes. Las siguientes áreas representan posibles líneas de desarrollo:

- **Expansión de capacidades de comunicación**
 - Se proyecta la incorporación de nuevos protocolos industriales como Ethernet/IP, Modbus TCP, CANopen o MQTT para ampliar su interoperabilidad.
- **Mejoras en el firmware**
 - Se prevé habilitar funciones de programación personalizada mediante bloques lógicos o scripts, permitiendo mayor flexibilidad en la lógica de control.
- **Incorporación de interfaz HMI local**
 - Se contempla la inclusión de una pantalla táctil o una interfaz web embebida que facilite la configuración directa y el monitoreo local del sistema.
- **Funciones avanzadas de autodiagnóstico**
 - Se planea implementar mecanismos que permitan detectar fallos de manera automática, emitir alertas y registrar eventos relevantes para mantenimiento predictivo.
- **Adaptación a entornos exigentes**
 - Se desarrollará una versión con carcasa de alta protección (IP65 o superior) para aplicaciones en exteriores o condiciones industriales severas.
- La implementación de estas mejoras estará sujeta a la evolución tecnológica, los requerimientos normativos vigentes y la retroalimentación de los usuarios finales.



3. Requisitos específicos

Para asegurar un funcionamiento confiable y seguro, todas las interfaces del sistema **NIVARA Controls** — ya sean físicas o lógicas— deben cumplir con ciertas condiciones generales que garanticen su compatibilidad e integración en entornos industriales.

3.1.1 Requisito funcional 1

Número de requisito	RF 01
Nombre de requisito	Lectura de entradas digitales NPN y PNP
tipo	<input type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restriccion
Fuente del requisito	Requisito del sistema: NIVARA Contorls
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Media/Deseado <input checked="" type="checkbox"/> Baja/ Opciona

Descripción: El sistema deberá ser capaz de detectar y registrar señales digitales provenientes de sensores industriales con salidas tipo NPN (colector abierto) y PNP (emisor abierto), dentro del rango de tensión de 0–32 VDC. La lógica de lectura debe poder configurarse para adaptarse al tipo de señal esperado por canal.



3.1.2 Requisito funcional 2

Número de requisito	RF 02
Nombre de requisito	Activación de salidas digitales NPN y PNP
tipo	<input type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restriccion
Fuente del requisito	Requisito del sistema: NIVARA Contorls
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Media/Deseado <input checked="" type="checkbox"/> Baja/ Opciona

Descripción: El sistema deberá incluir salidas digitales configurables para activar actuadores mediante señal NPN (puesta a tierra) o PNP (positivo), según necesidad del entorno. Las salidas deben soportar carga de mínimo 200 mA por canal, protegidas contra sobrecorriente y sobrettemperatura.



3.1.3 Requisito funcional 3

Número de requisito	RF 03
Nombre de requisito	Lectura de entradas analógicas 0–10 V y 4–20 mA
tipo	<input type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restriccion
Fuente del requisito	Requisito del sistema: NIVARA Contorls
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Media/Deseado <input checked="" type="checkbox"/> Baja/ Opciona

Descripción: El sistema debe tener la capacidad de leer señales analógicas de tipo voltaje (0–10 V) y corriente (4–20 mA) provenientes de sensores industriales. Cada canal analógico debe poder configurarse individualmente según el tipo de señal y contar con conversión ADC de mínimo 12 bits de resolución.



3.1.4 Requisito funcional 4

Número de requisito	RF 04
Nombre de requisito	Generación de salidas analógicas 0–10 V
tipo	<input type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restriccion
Fuente del requisito	Requisito del sistema: NIVARA Contorls
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Media/Deseado <input checked="" type="checkbox"/> Baja/ Opciona

Descripción: El sistema podrá generar señales analógicas de voltaje de 0–10 V para controlar variadores de frecuencia, actuadores proporcionales u otros dispositivos. Estas salidas deberán tener una resolución mínima de 10 bits y permitir calibración por software.

3.1.5 Requisito funcional 5

Número de requisito	RF 05
Nombre de requisito	Comunicación vía RS-485 con protocolo Modbus RTU
tipo	<input type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restriccion
Fuente del requisito	Requisito del sistema: NIVARA Contorls
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Media/Deseado <input checked="" type="checkbox"/> Baja/ Opciona



Descripción: El sistema deberá poder comunicarse a través de la interfaz RS-485 utilizando el protocolo estándar Modbus RTU, funcionando como esclavo, con soporte para configuración de dirección de nodo, baud rate, paridad y control de errores

3.1.6 Requisito funcional 6

Número de requisito	RF 06
Nombre de requisito	Activación de relé aislado
tipo	<input type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restriccion
Fuente del requisito	Requisito del sistema: NIVARA Contorls
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Media/Deseado <input checked="" type="checkbox"/> Baja/ Opciona

Descripción: El sistema deberá contar con al menos una salida de relé con contactos secos, aislados galvánicamente, capaces de manejar 250 VAC o 30 VDC a 5 A, para aplicaciones de control directo de dispositivos eléctricos de mayor carga.



3.1.7 Requisito funcional 7

Número de requisito	RF 07
Nombre de requisito	Aislamiento entre etapas de señal
tipo	<input type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restriccion
Fuente del requisito	Requisito del sistema: NIVARA Contorls
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input checked="" type="checkbox"/> Media/Deseado <input checked="" type="checkbox"/> Baja/ Opciona

Descripción: Todas las etapas del sistema (digitales, analógicas y de comunicación) deben estar aisladas entre sí mediante optoacopladores u otros medios de aislamiento galvánico, para evitar interferencias cruzadas, ruidos o daños por fallos en campo.



3.2 Requisitos funcionales

+ Aislamiento eléctrico

Se requiere aislamiento galvánico entre la lógica interna y las señales de campo, utilizando dispositivos como optoacopladores o transformadores. Este aislamiento debe soportar al menos 1500 V para proteger el sistema contra interferencias y transientes eléctricos.

+ Compatibilidad con normas industriales

Las interfaces deben seguir los estándares habituales:

- Entradas digitales compatibles con 12, 24 y 32 VDC (sensores NPN/PNP).
- Señales analógicas en rangos de 0–10 V y 4–20 mA.
- Comunicación mediante Modbus RTU sobre RS-485.

Esto garantiza la interoperabilidad con dispositivos industriales comunes.

+ Protecciones integradas

Las entradas y salidas deben contar con protecciones contra sobrevoltajes, inversión de polaridad y cortocircuitos, implementadas mediante componentes como diodos, fusibles y varistores.

+ Filtrado y estabilidad

Para minimizar el ruido electromagnético, se deben incluir filtros pasivos (RC o LC) y condensadores de desacoplo en líneas de señal y alimentación, especialmente en entradas analógicas y digitales.

+ Conectividad industrial

Se utilizarán conectores robustos (borneras, euroblock) que faciliten un cableado seguro, ordenado y de fácil mantenimiento, con buena identificación física.

+ Visualización y diagnóstico

Cada interfaz debe estar identificada visualmente (etiquetas o serigrafía) e incluir indicadores LED para facilitar el monitoreo de estado sin herramientas externas.

+ Compatibilidad multiplataforma

El sistema debe operar con equipos de distintas marcas sin requerir elementos propietarios, asegurando flexibilidad de integración.

+ Documentación técnica

Todas las interfaces deben contar con manuales y esquemas detallados, incluyendo diagramas, especificaciones eléctricas y ejemplos de aplicación, para facilitar su correcta instalación y uso.

3.3 Requisitos no funcionales

Estos requisitos establecen las condiciones bajo las que el sistema NIVARA Controls debe operar para asegurar que sea seguro, confiable y fácil de mantener.

3.3.1 Requisitos de rendimiento

- El sistema debe ser capaz de escanear todas sus entradas y actualizar salidas al menos cada 50 ms.
- Las conversiones analógicas deben tener una latencia máxima de 100 ms.



3.3.2 Seguridad

- El sistema debe incorporar protección contra cortocircuitos, sobretensión y polaridad inversa.
- Se debe evitar cualquier posible condición que ponga en riesgo la integridad del operador o del equipo conectado.

3.3.3 Fiabilidad

- Se espera un tiempo medio entre fallas (**MTBF**) de al menos **30,000 horas**.
- Los componentes deben contar con **certificaciones industriales** como UL o CE.

3.3.4 Disponibilidad

- El sistema debe funcionar de forma continua, 24/7, sin necesidad de reinicios periódicos.
- En caso de corte de energía, debe iniciar automáticamente en el último estado operativo conocido.



3.3.5 Mantenibilidad

- La tarjeta debe permitir reemplazo rápido sin necesidad de herramientas especializadas.
- Las conexiones y puntos de prueba deben estar claramente identificados.

3.3.6 Portabilidad

- El sistema debe poder instalarse en distintos gabinetes o entornos con mínimas adaptaciones.
- Debe ser compatible con sistemas de automatización de terceros (PLCs, SCADAs, etc.).

3.4 Otros requisitos

3.4.1 Requisitos legales

- El diseño y fabricación del sistema debe cumplir con normativas internacionales aplicables, tales como:
 - **Directiva EMC 2014/30/EU** (Compatibilidad electromagnética)
 - **Directiva de Baja Tensión 2014/35/EU**
 - **RoHS 3 (2015/863/EU)**: Restricción de sustancias peligrosas
- Debe cumplir con las normas **IEC 61010-1** (seguridad eléctrica en equipos de medición y control industrial).
- La documentación técnica deberá incluir advertencias de seguridad, símbolos normalizados y manual de uso conforme a lo exigido por normativas CE.

3.4.2 Requisitos culturales

- La documentación (manuales, etiquetas, software) deberá estar disponible como mínimo en **español** e **inglés** para facilitar su adopción en mercados de habla hispana e internacional.
- El uso de símbolos, colores e iconografía en la interfaz debe seguir convenciones internacionales aceptadas en entornos industriales (por ejemplo: rojo = falla, verde = activo).



3.4.3 Otros requisitos

- El diseño del PCB debe ser compatible con procesos de manufactura industrial: pick and place, soldadura por ola, pruebas ICT.
- El encapsulado del sistema debe considerar dimensiones estándar para montaje en **carril DIN** o en gabinetes eléctricos.
- El sistema debe estar preparado para ser actualizado mediante firmware local (vía puerto de comunicación) sin requerir hardware adicional.
- Toda la trazabilidad del hardware debe estar documentada (revisión de PCB, número de serie, versión de firmware)


