



CONFIANZA 23
Inteligencia y Seguridad

Plataforma SCADA23

Documento de Ingeniería de Detalle

FECHA: 7 de junio de 2025

CONTACTO

Rafael Ausejo Prieto rafael.ausejo@confianza23.es



ÍNDICE

1	DOCUMENTO DE INGENIERÍA DE DETALLE	3
1.1	Introducción	3
1.2	Requisitos Funcionales	3
1.3	Requisitos No Funcionales.....	4
1.4	Proceso: Sistema de Agua Potable con Tres Tanques (P&ID) Error! Marcador no definido.	
1.5	Descripción Funcional del Proceso (FDS - Functional Design Specification).....	6
2	OTROS SECTORES DOCUMENTO DE INGENIERÍA DE DETALLE.....	9

1 Documento de Ingeniería de Detalle

1.1 Introducción

Este documento detalla los requisitos funcionales y no funcionales para el desarrollo de la plataforma SCADA23.

SCADA23 actuará como laboratorio de pruebas y simulación de PLCs, monitorizará y leerá tráfico de PLCs reales y funcionará como un sistema SCADA para la supervisión, control y adquisición de datos de sensores y actuadores reales.

La fase inicial se centrará en el soporte del protocolo Modbus/TCP y el sector de Agua Potable, permitiendo la extensión a otros protocolos y sectores mediante configuración.

El primer módulo implementado por defecto será el del sector de Agua Potable, simulando un sistema de tres tanques (Tank1, Tank2, Tank3) con sus respectivos sensores y actuadores.

1.2 Requisitos Funcionales

Se muestran a continuación los requerimientos funcionales

RFUNC001: Simulación y Emulación de PLCs

- **Descripción:** La plataforma SCADA23 debe ser capaz de simular y emular el comportamiento de PLCs. Esto incluye la inyección de tráfico Modbus/TCP simulando lecturas de sensores y respuestas a comandos de actuadores, utilizando la librería Scapy.
- **Comentarios:** Se espera que los scripts de simulación sean modulares, permitiendo la fácil adición de nuevos tipos de PLCs o comportamientos.

RFUNC002: Monitorización de Tráfico PLC Real

- **Descripción:** SCADA23 debe poder capturar y analizar el tráfico Modbus/TCP de PLCs reales del mercado para su monitorización.
- **Comentarios:** La captura de tráfico debe ser no intrusiva y la plataforma debe ser capaz de interpretar y visualizar los datos Modbus/TCP de manera significativa.

RFUNC003: Sistema SCADA para Supervisión y Control

- **Descripción:** La plataforma debe proporcionar una interfaz gráfica de usuario (HMI) para la supervisión, control y adquisición de datos de sensores y actuadores. Esta interfaz se construirá utilizando tcl/tk y representará un Diagrama de Tuberías e Instrumentación (P&ID).



SCADA23: Ingeniería de Detalle

- **Comentarios:** El HMI debe ser intuitivo y mostrar claramente el estado de los sensores y actuadores, permitiendo la interacción con los actuadores.

RFUNC004: Soporte de Protocolos Industriales

- **Descripción:** En esta primera fase, la plataforma debe implementar y soportar completamente el protocolo Modbus/TCP para la comunicación con PLCs simulados y reales.
- **Comentarios:** Aunque se mencionan otros protocolos (PROFINET, S7, OPC-UA), su implementación se pospondrá para fases posteriores. La arquitectura debe ser extensible para permitir su futura integración.

RFUNC005: Configuración de Sectores Industriales

- **Descripción:** La plataforma debe cargar por defecto el módulo para el sector "Agua Potable" y permitir la carga de otros sectores predefinidos a través de un archivo de configuración.
- **Comentarios:** El archivo de configuración debe ser de fácil edición y permitir la especificación de los parámetros relevantes para cada sector (e.g., tipos de sensores, actuadores, rangos, etc.).

1.3 Requisitos No Funcionales

RNFUNC001: Tecnología de Desarrollo

- **Descripción:** La plataforma debe ser desarrollada íntegramente en Python 3.13.4 y ejecutarse en Windows 11. La comunicación con PLCs (simulados o reales) debe realizarse mediante scripts Python que utilicen la librería Scapy para la inyección y lectura de tráfico Modbus/TCP. La interfaz gráfica se desarrollará con tcl/tk.
- **Comentarios:** Se debe asegurar la compatibilidad con las versiones especificadas de Python y Windows. El uso de Scapy debe ser eficiente para evitar latencias significativas.

RNFUNC002: Modularidad del Código

- **Descripción:** El código fuente debe ser modular, bien estructurado y documentado, permitiendo el desarrollo en solitario o en equipo.
- **Comentarios:** Se deben seguir las mejores prácticas de codificación Python (PEP 8), utilizar comentarios claros y dividir el código en funciones y clases lógicas.

RNFUNC003: Rendimiento

- **Descripción:** La plataforma debe ser capaz de procesar y visualizar datos Modbus/TCP en tiempo real con una latencia mínima para garantizar un control y supervisión efectivos.



SCADA23: Ingeniería de Detalle

- **Comentarios:** Se deben realizar pruebas de rendimiento para asegurar que la actualización de los datos en el HMI y la respuesta a los comandos de actuadores sea fluida y sin retrasos perceptibles.

RNFUNC004: Escalabilidad

- **Descripción:** La arquitectura de la plataforma debe ser escalable para permitir la futura integración de nuevos protocolos industriales, tipos de sensores, actuadores y sectores.
- **Comentarios:** Se recomienda un diseño que desacople las capas de comunicación, lógica de negocio y presentación para facilitar futuras expansiones.

RNFUNC005: Seguridad

- **Descripción:** La plataforma debe estar diseñada con consideraciones de ciberseguridad industrial, minimizando las vulnerabilidades.
- **Comentarios:** Aunque Modbus/TCP no incluye seguridad intrínseca, se deben implementar las mejores prácticas de desarrollo seguro a nivel de aplicación para proteger la integridad y disponibilidad de los datos y el control. Se debe considerar la segregación de la red y el uso de firewalls.



2 Proceso de Sistema de Agua Potable

2.1 Descripción Funcional del Proceso (FDS - Functional Design Specification)

El sistema de agua potable simulará el llenado y vaciado de tres tanques, con la posibilidad de monitorizar sus parámetros (presión, temperatura, flujo y nivel) y controlar sus válvulas de entrada y salida.

a. Rangos Operativos Normales

- **Presión:** 2 a 6 bar
- **Temperatura:** 15 a 30 °C
- **Flujo:** 30 a 70 L/min
- **Nivel:** 20% a 80%

b. Puntos de Ajuste para Alarmas y Control

- **Alarma de Presión Alta:** > 8 bar
- **Alarma de Presión Baja:** < 1 bar
- **Alarma de Temperatura Alta:** > 90 °C
- **Alarma de Temperatura Baja:** < 5 °C
- **Alarma de Flujo Alto:** > 95 L/min
- **Alarma de Flujo Bajo:** < 10 L/min
- **Alarma de Nivel Alto:** > 95% (Detener llenado, abrir salida si es necesario)
- **Alarma de Nivel Bajo:** < 5% (Iniciar llenado, cerrar salida si es necesario)
- **Control de Válvulas:** El usuario podrá abrir/cerrar las válvulas de entrada y salida de cada tanque desde el HMI.

2.2 Hojas de Datos de Instrumentos

A continuación, se detallan las especificaciones para los sensores y actuadores del sistema de Agua Potable. Estos datos servirán como base para la simulación y la representación en el P&ID.

a. Sensores de Presión (PS/PT)

- **Identificadores:** PS-101, PT-101 (Tanque 1); PS-102, PT-102 (Tanque 2); PS-103, PT-103 (Tanque 3)
- **Descripción:** Mide la presión del líquido dentro del tanque.
- **Rango de Medición:** 0 a 10 bar
- **Unidades:** bar
- **Punto de Ajuste (Setpoint):** Presión máxima para alarma (ej. 8 bar)
- **Precisión:** $\pm 0.5\%$ del fondo de escala
- **Conexión:** Modbus/TCP Holding Register

b. Sensores de Temperatura (TS)

- **Identificadores:** TS-101 (Tanque 1); TS-102 (Tanque 2); TS-103 (Tanque 3)
- **Descripción:** Mide la temperatura del líquido dentro del tanque.
- **Rango de Medición:** 0 a 100 °C
- **Unidades:** °C
- **Punto de Ajuste (Setpoint):** Temperatura mínima/máxima para alarma (ej. 5 °C, 90 °C)
- **Precisión:** $\pm 1^\circ\text{C}$
- **Conexión:** Modbus/TCP Holding Register

c. Sensores de Flujo (FS)

- **Identificadores:** FS-101 (Tanque 1); FS-102 (Tanque 2); FS-103 (Tanque 3)
- **Descripción:** Mide el caudal de entrada o salida del tanque.
- **Rango de Medición:** 0 a 100 L/min
- **Unidades:** L/min
- **Punto de Ajuste (Setpoint):** Caudal mínimo/máximo para alarma (ej. 10 L/min, 95 L/min)
- **Precisión:** $\pm 1\%$ del fondo de escala
- **Conexión:** Modbus/TCP Holding Register

d. Sensores de Nivel (LS)

- **Identificadores:** LS-101 (Tanque 1); LS-102 (Tanque 2); LS-103 (Tanque 3)
- **Descripción:** Mide el nivel de llenado del tanque.
- **Rango de Medición:** 0% a 100%
- **Unidades:** Porcentaje (%)
- **Punto de Ajuste (Setpoint):** Nivel mínimo/máximo para alarma (ej. 5%, 95%)
- **Precisión:** $\pm 1\%$

- **Conexión:** Modbus/TCP Holding Register

e. Válvulas de Entrada (XV)

- **Identificadores:** XV-101A (Tanque 1); XV-102A (Tanque 2); XV-103A (Tanque 3)
- **Descripción:** Actuador On/Off que controla el flujo de entrada al tanque.
- **Estado:** Abierta (True) / Cerrada (False)
- **Tiempo de Apertura/Cierre:** Instantáneo para simulación (en la realidad, podría ser milisegundos).
- **Conexión:** Modbus/TCP Coil

f. Válvulas de Salida (XV)

- **Identificadores:** XV-101B (Tanque 1); XV-102B (Tanque 2); XV-103B (Tanque 3)
- **Descripción:** Actuador On/Off que controla el flujo de salida del tanque.
- **Estado:** Abierta (True) / Cerrada (False)
- **Tiempo de Apertura/Cierre:** Instantáneo para simulación.
- **Conexión:** Modbus/TCP Coil

g. Tanques de Agua Potable

- **Identificadores:** T-101 (Tanque 1); T-102 (Tanque 2); T-103 (Tanque 3)
- **Descripción:** Depósitos de almacenamiento de agua potable.
- **Volumen/Capacidad:** Se definirá en el archivo de configuración por sector (ej. 1000 Litros).

2.3 Componentes

Sistema de Control (SCADA/PLC)

El módulo de Agua Potable en SCADA23 se encargará de:

- **Adquisición de Datos:** Leerá los valores de los sensores (presión, temperatura, flujo, nivel) de los PLCs (simulados o reales) a través de Modbus/TCP (Holding Registers).
- **Visualización:** Los valores adquiridos se mostrarán en tiempo real en el HMI (P&ID) de forma gráfica. Se utilizarán indicadores visuales para el estado de las válvulas y el nivel de los tanques.
- **Control:** Enviará comandos a los actuadores (válvulas de entrada y salida) a los PLCs (simulados o reales) a través de Modbus/TCP (Coils) para cambiar su estado (abrir/cerrar).
- **Alertas:** Detectará y mostrará alarmas cuando los valores de los sensores superen o caigan por debajo de los puntos de ajuste predefinidos.
- **Registro de Datos:** La plataforma debería tener la capacidad básica de registrar los datos de los sensores a lo largo del tiempo, aunque esto podría ser una mejora futura.
- **Configuración:** Los rangos de medición, unidades y puntos de ajuste se cargarán desde el archivo de configuración del sector, permitiendo una fácil adaptación.

3 Otros Sectores Documento de Ingeniería de Detalle

Tras la implementación del primer sector de agua potable, se implementarán el resto de sectores soportados:

Categoría	Código Sector	de Descripción del Sector
Energía	SAC01	Energía (General)
	SAC01a	Electricidad
	SAC01b	Sistemas urbanos de calefacción y refrigeración
	SAC01c	Crudo
	SAC01d	Gas
	SAC01e	Hidrógeno
Transporte	SAC02	Transporte (General)
	SAC02a	Transporte aéreo
	SAC02b	Transporte por ferrocarril
	SAC02c	Transporte marítimo y fluvial
	SAC02d	Transporte por carretera
Banca	SAC03	Banca
Finanzas	SAC04	Infraestructura de los mercados financieros
Sanidad	SAC05	Sector sanitario
Agua Potable	SAC06	Agua potable (Módulo inicial implementado por defecto)
Aguas Residuales	SAC07	Aguas residuales
Infraestructura digital	SAC08	Infraestructura digital
Servicios TIC	SAC09	Gestión de servicios de TIC (de empresa a empresa)
AGE	SAC10	Entidades de la Administración pública (excl. judicial, parlamentos y bancos centrales)
Espacio	SAC11	Espacio
Nuclear	SAC12	Industria Nuclear
Otros Sectores	OTR01	Servicios postales y de mensajería
	OTR02	Gestión de residuos



SCADA23: Ingeniería de Detalle

	OTR03	Fabricación, producción y distribución de sustancias y mezclas químicas
	OTR04	Producción, transformación y distribución de alimentos
Fabricación	OTR05	Fabricación (General)
	OTR5a	Fabricación de productos sanitarios y productos sanitarios para diagnóstico in vitro
	OTR5b	Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos
	OTR5c	Fabricación de material eléctrico
	OTR5d	Fabricación de maquinaria y equipo n.c.o.p.
	OTR5e	Fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques
	OTR5f	Fabricación de otro material de transporte
	OTR06	Proveedores de servicios digitales
	OTR07	Investigación
	OTR08	Seguridad Privada