



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

“IMPLEMENTACIÓN DE UNA
PLATAFORMA DE LABORATORIOS
REMOTOS EN LA CARRERA DE
INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL DE
LA ESCUELA DE ELECTROTECNIA EN
SENATI, 2024”

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA
OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN
DOCENCIA PROFESIONAL TECNOLÓGICA

ROMULO SATURNINO MAÑUICO SIMBRON

LIMA – PERÚ

2025

ASESOR

Mg. Alejandro Charre Montoya

JURADO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

MG. MARIANELLA ZEÑA SENCIO

PRESIDENTE

DRA. LIDIA SERRANO MIRANDA DE AGUILAR

VOCAL

DRA. MARIELLA MARGOT QUIPAS BELLIZZA

SECRETARIO (A)

DEDICATORIA.

A mi padre Rómulo que en paz descanse, quien
me enseñó a querer al prójimo y a mi madre
Ascensiona por apoyarme siempre con sus
cariños y atenciones.

AGRADECIMIENTOS.

A mi familia por su apoyo incondicional en
todos los momentos.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO.

Trabajo de investigación Autofinanciado

DECLARACIÓN DE AUTOR			
FECHA	24	11	2024
APELLIDOS Y NOMBRES DEL EGRESADO	Rómulo Saturnino Mañuico Simbrón		
PROGRAMA DE POSGRADO	MAESTRÍA EN DOCENCIA PROFESIONAL TECNOLÓGICA		
AÑO DE INICIO DE LOS ESTUDIOS	2012		
TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE GRADO	“IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA DE LABORATORIOS REMOTOS EN LA CARRERA DE INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL DE LA ESCUELA DE ELECTROTECNIA EN SENATI, 2024”		
MODALIDAD DE TRABAJO DE GRADO	Trabajo de Investigación		
Declaración del Autor El presente Trabajo de Grado es original y no es el resultado de un trabajo en colaboración con otros, excepto cuando así está citado explícitamente en el texto. No ha sido ni enviado ni sometido a evaluación para la obtención de otro grado o diploma que no sea el presente.			
Teléfono de contacto (fijo / móvil)	953705157		
E-mail	romulo.manuico.s@upch.pe		

Rómulo Saturnino Mañuico Simbrón
DNI 07264763

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN
ABSTRACT

I	1
1.1.	1
1.2.	6
1.3.	7
1.4.	7
II	8
2.1.	8
2.2.	8
III	8
3.1.	8
3.1.1.	10
3.1.2.	10
3.1.3.	11
3.2.	11
3.2.1.	11
3.2.2.	18
3.2.3.	21
3.3.	25
3.3.1.	25
3.3.2.	26
3.3.3.	27
3.4.	28
3.4.1.	28
3.4.2.	30
3.4.3.	31
3.5.	32
3.5.1.	33
3.5.2.	34

3.6.	35
3.6.1.	35
3.6.2.	37
3.6.3.	40
3.6.4.	41
3.6.5.	45
3.6.6.	53

IV	59
----	----

V	61
---	----

VI	62
----	----

VII	66
-----	----

RESUMEN

El estudio tiene como objetivo implementar una plataforma de laboratorios remotos en la carrera de Instrumentación Industrial en SENATI, permitiendo a los estudiantes realizar prácticas de procesos industriales de forma remota. Esta iniciativa responde a la necesidad de modernizar los laboratorios, adaptándolos a las demandas tecnológicas de la Industria.

Se enmarca en un enfoque cualitativo, ya que analiza aspectos conceptuales, pedagógicos y tecnológicos relacionados con la implementación, explorando el contexto, necesidades y características específicas de la carrera. Este enfoque facilita la interpretación de cómo los laboratorios remotos pueden integrarse como recursos educativos efectivos, más allá de un análisis numérico. Además, el estudio es de nivel descriptivo, detallando las características, funcionalidades y posibilidades de los laboratorios remotos, así como su impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

La metodología incluyó diagnóstico de necesidades, diseño e implementación, asegurando cumplimiento normativo y protección de datos. Los resultados destacan mejoras en la calidad educativa, flexibilidad horaria y equidad al facilitar acceso remoto desde cualquier lugar con internet, fortaleciendo competencias técnicas y prácticas.

Se recomienda seguir modernizando recursos educativos, alinearse con la Industria 4.0 y garantizar accesibilidad y seguridad de datos, posicionando esta plataforma como una herramienta clave para la educación técnica.

PALABRAS CLAVES

Carrera de instrumentación industrial - plataforma de laboratorios remotos

ABSTRACT

The study aims to implement a remote laboratory platform in the Industrial Instrumentation degree at SENATI, allowing students to carry out industrial process practices remotely. This initiative responds to the need to modernize laboratories, adapting them to the technological demands of the industry.

It is framed in a qualitative approach, since it analyzes conceptual, pedagogical and technological aspects related to implementation, exploring the context, needs and specific characteristics of the career. This approach facilitates the interpretation of how remote laboratories can be integrated as effective educational resources, beyond a numerical analysis. Furthermore, the study is at a descriptive level, detailing the characteristics, functionalities and possibilities of remote laboratories, as well as their impact on the teaching-learning process.

The methodology included needs diagnosis, design and implementation, ensuring regulatory compliance and data protection. The results highlight improvements in educational quality, time flexibility, and equity by facilitating remote access from anywhere with Internet, strengthening technical and practical skills. It is recommended to continue modernizing educational resources, align with Industry 4.0 and guarantee accessibility and data security, positioning this platform as a key tool for technical education.

KEY WORDS

INDUSTRIAL INSTRUMENTATION CAREER - REMOTE LABORATORY
PLATFORM

I INTRODUCCIÓN

I.1. Antecedentes

Algunos antecedentes, basados en trabajos de investigación o proyectos de innovación sobre la implementación de plataformas de laboratorios remotos para la enseñanza de Instrumentación Industrial en institutos tecnológicos son:

En su tesis de Maestría, Pérez (2022) *“Laboratorio remoto de automatización industrial y el proceso de enseñanza-aprendizaje en la Facultad de Tecnología de la Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, Lima – Perú, 2022.”* evaluó el impacto del laboratorio remoto de automatización industrial en el proceso de enseñanza y aprendizaje en la Facultad de Tecnología de la Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle Educación a Distancia. El objetivo principal fue analizar cómo el uso del laboratorio remoto influye en el rendimiento académico y en el desarrollo de habilidades técnicas de los estudiantes de automatización industrial.

La investigación adoptó un enfoque cuantitativo y descriptivo-correlacional, trabajando con una población de 24 estudiantes. Se utilizaron herramientas estadísticas como SPSS versión 26 y pruebas de normalidad y correlación de Pearson para analizar los datos. Los hallazgos mostraron que el laboratorio remoto tiene una relación significativa y positiva con el proceso de enseñanza-aprendizaje, con una correlación moderada entre el uso de la herramienta y el rendimiento académico de los estudiantes.

Las principales conclusiones indican que el laboratorio remoto mejora el desempeño académico y las habilidades prácticas de los estudiantes. Se recomienda ampliar su uso en otras áreas técnicas, mejorar la capacitación docente y realizar investigaciones adicionales sobre su impacto. También se sugiere mejorar la infraestructura tecnológica para optimizar la experiencia de aprendizaje a distancia.

Alcántara (2022), en su tesis de Maestría *“Implementación de un laboratorio de acceso remoto para mejorar el aprendizaje de los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Privada de Tacna, Tacna – Perú, 2021.”* implementó laboratorios de cómputo con acceso remoto mediante VPN para mejorar el aprendizaje significativo de los estudiantes. El objetivo principal fue demostrar cómo el acceso remoto a los laboratorios de cómputo de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas (EPIS) de la Universidad Privada de Tacna mejora el aprendizaje significativo de sus estudiantes durante sus horas de prácticas.

La investigación utilizó un diseño de investigación no experimental, básica y correlacional. Los datos se recolectaron mediante cuestionarios aplicados a una muestra de estudiantes de tres cursos de la EPIS que realizan prácticas en laboratorio. Los hallazgos mostraron resultados de una mejora del aprendizaje significativo del 74,42% tras implementar el acceso remoto a laboratorios virtualizados. El acceso remoto favoreció los aprendizajes en los aspectos cognitivos, procedimentales y actitudinales de los estudiantes.

Las principales conclusiones indican que el acceso remoto a los laboratorios de cómputo mediante VPN permite a los estudiantes utilizar recursos avanzados de

hardware y software, contribuyendo significativamente a su aprendizaje significativo. Además, la implementación superó retos técnicos e innovaciones, validando la hipótesis planteada. Se recomienda continuar utilizando el acceso remoto a los laboratorios como una estrategia para mejorar el aprendizaje de los estudiantes, realizar estudios adicionales para optimizar la infraestructura tecnológica y explorar nuevas herramientas educativas y extender la propuesta a otros programas académicos con altas demandas de recursos informáticos.

Molano (2024), en su tesis de Maestría *“Laboratorios virtuales y laboratorios remotos como apoyo en la formación académica - Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Bogotá - Colombia, 2024.”*, implementó laboratorios de cómputo con acceso remoto mediante VPN para mejorar el aprendizaje significativo de los estudiantes. El objetivo principal fue explorar el impacto de los laboratorios virtuales y remotos en el fortalecimiento de habilidades, competencias y conocimientos de estudiantes en Instituciones de Educación Superior (IES).

El tipo de investigación realizada en esta tesis corresponde a una investigación descriptiva y aplicada. Se analizó el uso de las TIC en educación, enfocándose en laboratorios virtuales y remotos con simulaciones 3D y manipulación a distancia. Estos espacios fortalecen conceptos teóricos y habilidades prácticas, superando barreras de tiempo y espacio. Su impacto fue evaluado en la formación profesional.

Los hallazgos mostraron que los laboratorios virtuales y remotos, apoyados por TIC, facilitan el aprendizaje práctico en horarios flexibles y fomentan la

experimentación con equipos reales y simulados. Estas herramientas promueven una formación integral, fortaleciendo competencias en estudiantes y docentes para enfrentar desafíos profesionales.

Las principales conclusiones indican que los laboratorios virtuales y remotos, apoyados por las TIC, son herramientas esenciales para el aprendizaje práctico y teórico en la educación superior, superando obstáculos tradicionales y preparando a los estudiantes para resolver problemas en el mundo real. Estas plataformas mejoran la formación profesional al equilibrar conocimientos técnicos con experiencia práctica. Se recomienda implementar laboratorios virtuales y remotos de forma más amplia en las instituciones de educación superior, capacitar a docentes y estudiantes en el uso eficiente de estas herramientas tecnológicas y realizar estudios futuros sobre la integración de TIC en diversas disciplinas para evaluar su impacto en la formación profesional.

Marianetti (2006), en su tesis de Maestría “*Laboratorios remotos, un aporte para su diseño y gestión - Universidad de Mendoza, Mendoza - Argentina, 2006.*” propone un modelo conceptual para la descripción y la implementación de laboratorios remotos utilizando las facilidades que presentan los dispositivos con servicios de Internet embebidos, desarrolla un prototipo de laboratorio remoto de bajo costo en hardware, que permita la realización de prácticas remotas sobre dispositivos lógicos programables. El objetivo principal fue presentar las características de los laboratorios remotos, no sólo en cuanto a su utilización como recurso didáctico, sino fundamentalmente en cuanto a su diseño e implementación y presentar un modelo conceptual para la descripción y diseño de laboratorios remotos.

El tipo de investigación realizada en esta tesis corresponde a una investigación aplicada y de desarrollo tecnológico con un enfoque exploratorio y descriptivo. La investigación busca resolver un problema práctico y específico, como el diseño e implementación de laboratorios remotos utilizando dispositivos con servicios de Internet embebidos. Esto implica un enfoque en la aplicación directa del conocimiento para desarrollar soluciones funcionales.

Los hallazgos mostraron que uno de los aspectos centrales de las experiencias de laboratorio, tanto presenciales como remotas, es la verificación de los procesos realizados, la cual depende de la observación de los resultados obtenidos. Mientras que en un entorno presencial esta tarea es sencilla, en un entorno remoto plantea mayores desafíos. Sin embargo, estos pueden ser superados mediante el uso de cámaras web que capturan la información y la presentan al usuario.

Las principales conclusiones indican que las experiencias realizadas han permitido comprobar la funcionalidad del prototipo. De esta manera se posibilita el acceso remoto, a un costo relativamente bajo, a una herramienta de diseño y programación de PLDs. Se recomienda optimizar la funcionalidad del prototipo implementado para garantizar su puesta en marcha y su aprovechamiento integral como recurso didáctico. Asimismo, se sugiere ampliar los recursos físicos disponibles, dotando al laboratorio de más de un kit de desarrollo como recurso local, lo que facilitaría el acceso simultáneo y eficiente.

I.2. Planteamiento del problema

La carrera de Instrumentación y Control de Procesos Industriales en la escuela de Electrotecnia del Senati actualmente se encuentra equipado con laboratorios que permiten aprendizajes vivenciales con la metodología aprender haciendo, pero también presentan los siguientes problemas:

- Laboratorios con tiempos de funcionamiento reducido debido a una inadecuada programación de horas.
- Falta de actualización tecnológica de los laboratorios para que estén a la par de la industria actual ya que estamos en la era de la Industria 4.0.
- Aprendizajes con reducida innovación tecnológica por estar alejados de tecnologías avanzadas, como realidad virtual, simulaciones interactivas y control remoto de equipos.

Los problemas mencionados son posibles de superar, en este sentido se propone la “Implementación de una plataforma de laboratorios remotos en la carrera de instrumentación industrial de la escuela de electrotecnia en Senati, 2024”, el cual permitirá realizar experimentos y prácticas en:

- Configuración y calibración de Instrumentos Industriales.
- Operación, control y supervisión de procesos industriales.

Esta implementación permitirá que los experimentos y prácticas del curso se puedan llevar a cabo en tiempo real desde cualquier lugar con una conexión a internet, así como usar los laboratorios en momentos asequibles al estudiante, posibilitando asegurar una educación técnica de calidad, promoviendo la equidad educativa y la flexibilidad en los horarios de estudio especialmente en contextos de limitaciones geográficas y económicas. Se espera que esta implementación mejore

las competencias técnicas de los estudiantes y prepare mejor a los futuros técnicos para el mercado laboral.

I.3. Justificación del estudio

La implementación de una plataforma de laboratorios remotos en la carrera de instrumentación industrial de la escuela de electrotecnia en Senati incrementa la calidad educativa al garantizar formación práctica de alta calidad y promueve la innovación pedagógica mediante métodos de enseñanza innovando la experiencia de aprendizaje. Además, optimiza los recursos del instituto, permitiendo que más estudiantes accedan a laboratorios sin necesidad de ampliar las instalaciones físicas, fomentan la accesibilidad, permitiendo a los estudiantes realizar experimentos desde cualquier lugar y eliminando barreras geográficas, y ofrecen flexibilidad en los horarios de práctica.

Estos laboratorios aseguran la continuidad educativa en situaciones como la pandemia de COVID-19 y facilitan la integración de nuevas tecnologías, preparando a los estudiantes para el mercado laboral actual. También promueven la equidad educativa, proporcionando igualdad de oportunidades independientemente de la ubicación o los recursos económicos de los estudiantes, y mejoran la empleabilidad al proporcionar habilidades prácticas y conocimientos actualizados.

I.4. Pregunta de investigación.

La pregunta de investigación se expresa de la siguiente manera:

¿Cómo Implementar una plataforma de laboratorios remotos en la carrera de Instrumentación Industrial de la Escuela de Electrotecnia en SENATI, 2024?

II OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Implementar una plataforma de laboratorios remotos en la carrera de Instrumentación Industrial de la Escuela de Electrotecnia en SENATI, 2024.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar las necesidades de los laboratorios de la carrera de instrumentación industrial.
- Diseñar la plataforma de laboratorios remotos en la carrera de instrumentación industrial.
- Realizar la implementación técnica de la plataforma de laboratorios remotos en la carrera de instrumentación industrial.

III DESARROLLO DEL ESTUDIO

3.1. Método, Técnicas e Instrumentos

Existen diversos métodos, técnicas para el desarrollo de la investigación, veremos algunas definiciones que se ajustan a nuestra investigación:

a. Enfoque Cualitativo

Según Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010), "el enfoque cualitativo utiliza la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación".

b. La Investigación Descriptiva

Según Bernal, C. (2010), "La investigación descriptiva es uno de los tipos o procedimientos investigativos más populares y utilizados por los principiantes en la actividad investigativa. Los trabajos de grado, en los pregrados y en muchas de

las maestrías, son estudios de carácter eminentemente descriptivo. En tales estudios se muestran, narran, reseñan o identifican hechos, situaciones, rasgos, características de un objeto de estudio, o se diseñan productos, modelos, prototipos, guías, etcétera, pero no se dan explicaciones o razones de las situaciones, los hechos, los fenómenos, etcétera.”

c. La Investigación Documental

Casares Hernández, et al. (1999), “la investigación documental depende fundamentalmente de la información que se recoge o consulta en documentos, entendiéndose este término en sentido amplio, como todo material de índole permanente, es decir, al que se puede acudir como fuente o referencia en cualquier momento o lugar, sin que se altere su naturaleza o sentido, para que aporte información o rinda cuentas de una realidad o acontecimiento.”

De acuerdo a lo expuesto, El presente estudio corresponde a un enfoque cualitativo porque se centra en la comprensión, descripción y análisis de los aspectos conceptuales, pedagógicos y tecnológicos relacionados con la implementación de una plataforma de laboratorios remotos. Este enfoque permite explorar en profundidad el contexto, las necesidades y las características específicas de la carrera de Instrumentación Industrial en la Escuela de Electrotecnia del SENATI. Además, el estudio busca interpretar cómo los laboratorios remotos pueden ser diseñados e integrados como recursos educativos efectivos, más allá de un análisis meramente numérico o estadístico.

El presente estudio también es de nivel descriptivo debido a que su objetivo principal es detallar las características, funcionalidades y posibilidades de los laboratorios remotos, así como su impacto potencial en el proceso de enseñanza-

aprendizaje. El estudio describe el contexto actual de la carrera, los recursos tecnológicos disponibles, y las metodologías aplicadas para el diseño y uso de esta plataforma, proporcionando una visión integral que facilita su comprensión

Para implementar una plataforma de laboratorios remotos en la carrera de Instrumentación Industrial, se debe seguir una propuesta metodológica bien estructurada que abarque desde la planificación inicial hasta la ejecución y evaluación continua. Aquí se presentan los principales pasos:

3.1.1. Diagnóstico y Análisis de Necesidades

- Identificación de Contenidos y Competencias: Determinar los experimentos y prácticas esenciales para la carrera de Instrumentación Industrial.
- Requerimientos Tecnológicos: Evaluar el hardware y software necesario para los laboratorios remotos, considerando sensores, actuadores, sistemas de control, y herramientas de simulación.

3.1.2. Diseño de la Plataforma

- Arquitectura del Sistema: Decidir sobre la arquitectura de la plataforma, que puede ser basada en la nube o en un servidor local, con interfaces accesibles para estudiantes y profesores.
- Selección de Herramientas y Equipos: Elegir los dispositivos de instrumentación y control que serán operados remotamente, como PLCs, sensores industriales, y actuadores.
- Desarrollo del Software: Crear o adaptar software para el control remoto de los equipos, l
- a recopilación de datos y la interacción en tiempo real.

3.1.3. Implementación Técnica de la Plataforma

- **Instalación de Equipos:** Configurar los equipos de laboratorio con conectividad a Internet y asegurarse de que estén correctamente instalados y operativos.
- **Desarrollo de Interfaz de Usuario:** Crear interfaces de usuario intuitivas para que los estudiantes puedan acceder y controlar los experimentos desde cualquier lugar.
- **Pruebas Piloto:** Realizar pruebas piloto con un grupo reducido de estudiantes para identificar y corregir problemas técnicos y operativos.

Durante el desarrollo del estudio se aseguró la privacidad y seguridad de los datos técnicos utilizados en el diseño de la plataforma, la protección de datos. Se respetó las fuentes de información respetando en todo momento la propiedad intelectual.

3.2. Fundamentos Teóricos y Prácticos del Estudio

El estudio se fundamenta en lo siguiente:

3.2.1. Plataforma de Laboratorios Remotos

Una plataforma de laboratorios remotos se define como un entorno virtual que permite el acceso a equipos y experimentos reales a través de internet. Estas plataformas facilitan la realización de actividades prácticas sin necesidad de estar físicamente presentes en el laboratorio, lo que contribuye a la educación y la investigación en diferentes disciplinas (Gomes et al., 2020). Según De Jong et al. (2018), las plataformas de laboratorios remotos son herramientas clave en la educación en ingeniería, ciencias y tecnología, ya que promueven la adquisición de

habilidades prácticas y destrezas técnicas esenciales en estos campos. Estas plataformas no solo facilitan el acceso a experiencias prácticas que complementan la teoría, sino que también potencian el aprendizaje autónomo y colaborativo.

3.2.1.1. Tipos y Clasificación de las Plataformas de Laboratorios Remotos.

Las plataformas de laboratorios remotos pueden clasificarse en función de su diseño, el nivel de interacción que permiten, y los objetivos pedagógicos que buscan alcanzar:

a. Laboratorios Basados en Simulaciones. Estas plataformas emplean modelos virtuales que replican el comportamiento de sistemas físicos reales. Son ideales para la enseñanza introductoria, ya que permiten a los estudiantes comprender conceptos teóricos antes de enfrentarse a equipos reales. Las simulaciones suelen ser interactivas y visualmente atractivas, ofreciendo una representación fiel de los procesos y fenómenos (Viegas et al., 2021). Aunque no implican el uso de dispositivos físicos, su accesibilidad y bajo costo las convierten en una opción popular en instituciones con recursos limitados.

b. Laboratorios Accesibles a Dispositivos Reales. Este tipo de plataforma permite a los usuarios interactuar directamente con equipos y sistemas físicos ubicados en un laboratorio remoto. Los estudiantes pueden controlar los dispositivos en tiempo real a través de interfaces digitales, como cámaras, sensores y software de control. Estas plataformas son fundamentales en la formación avanzada, donde es crucial experimentar con sistemas reales para adquirir habilidades prácticas relevantes para el ámbito profesional (Ma & Nickerson, 2020). Sin embargo, requieren infraestructura tecnológica robusta y conexiones a internet estables para garantizar un funcionamiento eficiente.

c. Laboratorios Híbridos. Los laboratorios híbridos combinan elementos de simulación y acceso a dispositivos reales, ofreciendo una experiencia educativa más completa. Los usuarios pueden comenzar con simulaciones para familiarizarse con los conceptos básicos y luego pasar a experimentar con equipos reales, lo que les permite reforzar el aprendizaje teórico con experiencias prácticas (Noguez et al., 2019). Este enfoque mixto es particularmente útil para optimizar recursos y garantizar que los estudiantes puedan adaptarse a diferentes niveles de complejidad.

3.2.1.2. Componentes de una Plataforma de Laboratorios Remotos.

Las plataformas de laboratorios remotos están compuestas por varios elementos esenciales que garantizan su funcionamiento y ofrecen una experiencia efectiva tanto para los estudiantes como para los docentes. A continuación, se detallan sus principales componentes:

a. Infraestructura Tecnológica. Incluye el hardware y el software necesarios para conectar los equipos experimentales al entorno digital. Esto abarca sensores, actuadores, cámaras de alta resolución, servidores, y plataformas de software que permiten la operación remota. La infraestructura debe ser robusta, fiable y escalable para manejar múltiples usuarios simultáneamente y mantener la calidad de las interacciones (Gillet et al., 2016).

b. Interfaz de Usuario. Proporciona un entorno gráfico y accesible que facilita la interacción entre los usuarios y el laboratorio remoto. Estas interfaces suelen incluir controles intuitivos para operar los dispositivos, gráficos en tiempo real para observar los resultados de los experimentos y herramientas de visualización como videos en vivo o simulaciones interactivas (Zutin et al., 2017).

Una buena interfaz debe ser fácil de usar y adaptativa, permitiendo que los usuarios con distintos niveles de habilidad la utilicen sin dificultad.

c. Sistema de Comunicación. Permite la transferencia de datos en tiempo real entre los dispositivos remotos y los usuarios. Este sistema incluye protocolos de red seguros, como TCP/IP, que garantizan la integridad de los datos y la sincronización entre las acciones del usuario y las respuestas de los equipos. Un sistema de comunicación eficiente también debe minimizar la latencia y proporcionar una conexión estable, incluso en condiciones de ancho de banda limitado (Santos-Martín et al., 2020).

Además de estos componentes básicos, muchas plataformas también integran módulos adicionales como sistemas de autenticación para gestionar el acceso de usuarios, herramientas de monitoreo y registro para evaluar el desempeño, y funcionalidades de soporte técnico para solucionar problemas de manera rápida. Estos elementos aseguran que las plataformas de laboratorios remotos sean versátiles, seguras y efectivas en contextos educativos y de investigación.

3.2.1.3. Características de las Plataformas de Laboratorios Remotos.

Las plataformas de laboratorios remotos presentan diversas características que las convierten en herramientas valiosas para la educación y la investigación. Entre ellas destacan:

a. Accesibilidad global. Permite que usuarios de diferentes ubicaciones geográficas accedan a los laboratorios en cualquier momento, siempre que dispongan de una conexión a internet. Esto democratiza el acceso a recursos educativos avanzados, especialmente en regiones donde la infraestructura física de laboratorios es limitada (López et al., 2015). La accesibilidad global también

fomenta la colaboración internacional entre estudiantes, profesores e investigadores.

b. Interactividad. Proporciona a los usuarios la capacidad de manipular equipos, observar cambios en tiempo real y ajustar parámetros experimentales. Esta característica mejora la experiencia de aprendizaje al involucrar activamente a los estudiantes en el proceso, promoviendo el desarrollo de habilidades prácticas y de resolución de problemas (Heradio et al., 2016). La interacción suele incluir interfaces gráficas, videos en vivo y paneles de control dinámicos.

c. Escalabilidad. Puede adaptarse para soportar un número creciente de usuarios y experimentos sin comprometer la calidad de la experiencia. Esto es especialmente importante en contextos educativos con grandes cohortes de estudiantes o en proyectos de investigación con múltiples colaboradores. La escalabilidad también implica la capacidad de integrar nuevos experimentos o equipos en la plataforma a medida que evolucionan las necesidades (Gravier et al., 2019).

Adicionalmente, estas plataformas pueden incorporar características como la seguridad de datos, herramientas de evaluación del aprendizaje y soporte técnico en tiempo real, asegurando que se adapten a diversas necesidades pedagógicas y técnicas.

3.2.1.4. Aplicaciones de las Plataformas de Laboratorios Remotos.

Las plataformas de laboratorios remotos tienen aplicaciones diversas y significativas en diferentes campos, destacándose en los siguientes:

a. Educación. Ofrecen oportunidades para que estudiantes de todos los niveles accedan a experiencias prácticas, incluso en entornos educativos donde los

recursos físicos son limitados. Estas plataformas son ampliamente utilizadas en áreas como la ingeniería, las ciencias naturales y la tecnología, permitiendo a los estudiantes realizar experimentos de manera segura y repetitiva, lo que refuerza el aprendizaje conceptual y práctico (Cooper & Ferreira, 2018). También permiten la personalización del aprendizaje y fomentan la adquisición de habilidades técnicas esenciales.

b. Investigación. Facilitan la colaboración entre investigadores que se encuentran en diferentes ubicaciones geográficas, compartiendo equipos e instalaciones especializadas de forma remota. Esto reduce costos asociados con el transporte y acceso físico a laboratorios, optimizando el uso de recursos. Además, estas plataformas son útiles para realizar pruebas experimentales en tiempo real, recopilando datos de forma eficiente y asegurando la replicabilidad de los estudios (Auer et al., 2016).

c. Formación profesional. Utilizadas en programas de capacitación industrial y técnica, estas plataformas permiten a los trabajadores aprender a operar equipos especializados en un entorno virtual antes de aplicarlo en escenarios reales. Esto no solo reduce los riesgos asociados con la manipulación inicial de maquinaria, sino que también aumenta la eficiencia en los procesos de entrenamiento. Las plataformas son empleadas en sectores como la manufactura, la biotecnología y la ingeniería, donde la formación práctica es esencial (Rodríguez-Ascaso et al., 2020).

En resumen, las plataformas de laboratorios remotos tienen un impacto positivo en la educación, la investigación y el desarrollo profesional, ampliando el acceso a recursos de alta calidad y mejorando la eficiencia de los procesos de aprendizaje y colaboración.

3.2.1.5. Limitaciones de las Plataformas de Laboratorios Remotos.

A pesar de los numerosos beneficios que ofrecen, las plataformas de laboratorios remotos presentan ciertas limitaciones que deben considerarse:

a. Conexión a Internet. Requieren una conexión estable y de alta velocidad para garantizar una experiencia fluida y en tiempo real. La latencia o las interrupciones en la red pueden afectar la interacción con los equipos y la precisión de los resultados obtenidos. Esta limitación es especialmente crítica en regiones con infraestructura de internet deficiente, restringiendo su accesibilidad global (Gomes et al., 2020).

b. Costo Inicial. La implementación de estas plataformas puede ser costosa debido a la inversión requerida en hardware especializado, servidores, cámaras, software de control, y el desarrollo de interfaces amigables. Además, el mantenimiento y las actualizaciones de los sistemas tecnológicos también representan un gasto continuo, lo que puede ser una barrera para instituciones con presupuestos limitados (Heradio et al., 2016).

c. Falta de Experiencia Táctil. Los usuarios no tienen contacto físico directo con los equipos, lo que limita la adquisición de habilidades relacionadas con la manipulación manual, percepción táctil y ajuste físico de instrumentos. Esto puede ser un desafío en disciplinas donde la destreza manual es fundamental, como en la química experimental o la ingeniería mecánica (Viegas et al., 2021).

Otras limitaciones incluyen la necesidad de formación para los usuarios y docentes en el manejo de estas plataformas, así como posibles restricciones en la variedad de experimentos que se pueden realizar debido a la naturaleza remota de la interacción.

3.2.2. Plataforma Remota para el Aprendizaje de Instrumentación

Industrial

Una plataforma remota para el aprendizaje de instrumentación industrial es un sistema tecnológico que permite a los estudiantes y profesionales acceder y operar equipos de instrumentación industrial de manera remota, a través de internet. Estas plataformas están diseñadas para simular y/o replicar entornos industriales reales, facilitando la adquisición de habilidades prácticas y teóricas sin la necesidad de estar físicamente presente en un laboratorio o planta industrial (Gomes & García-Zubía, 2020).

Según Heradio et al. (2016), estas plataformas se posicionan como una solución innovadora para la formación en disciplinas técnicas, donde el acceso a equipos físicos y la experimentación práctica son esenciales. Además, Rodríguez-Ascaso et al. (2020) enfatizan que estas herramientas son particularmente útiles en contextos de educación a distancia y formación profesional continua.

3.2.2.1. Denominación.

Las plataformas remotas utilizadas en el aprendizaje de instrumentación industrial se conocen también como:

- a. Laboratorios remotos de instrumentación.** Enfatizan el acceso remoto a equipos físicos reales (Cooper & Ferreira, 2018).
- b. Entornos virtuales industriales.** Cuando incluyen simulaciones de procesos industriales para complementar el aprendizaje práctico (Viegas et al., 2021).
- c. Sistemas híbridos de formación técnica.** En aquellos casos donde combinan acceso remoto con simulaciones avanzadas (Noguez et al., 2019).

3.2.2.2. Características.

Entre las características más destacadas de estas plataformas se encuentran:

a. Acceso remoto. Permiten la interacción con dispositivos reales y simulados desde cualquier lugar con conexión a internet, fomentando la flexibilidad en el aprendizaje (López et al., 2015).

b. Interactividad. Los usuarios pueden manipular instrumentos industriales, ajustar parámetros, y observar resultados en tiempo real, lo que mejora la comprensión de los procesos industriales (Heradio et al., 2016).

c. Escalabilidad. Capacidad para manejar múltiples usuarios y añadir nuevos módulos o dispositivos según las necesidades de formación (Gravier et al., 2019).

d. Entorno seguro. Simulan condiciones reales sin exponer a los usuarios a riesgos físicos asociados con el manejo directo de equipos industriales (Ma & Nickerson, 2020).

3.2.2.3. Aplicaciones y Usos.

Estas plataformas tienen diversas aplicaciones en los siguientes campos:

a. Educación. Son ampliamente utilizadas en programas de formación técnica e ingeniería para enseñar instrumentación y control de procesos. Permiten a los estudiantes realizar prácticas que imitan escenarios reales de operación industrial (Auer et al., 2016).

b. Formación profesional. Ofrecen capacitación continua para técnicos e ingenieros que desean actualizar sus conocimientos sobre instrumentación y tecnología industrial (Rodríguez-Ascaso et al., 2020).

c. **Investigación.** Ayudan a investigadores en el desarrollo y prueba de nuevos sistemas de instrumentación y control, al ofrecer acceso a equipos especializados sin necesidad de adquirirlos (Gomes & García-Zubía, 2020).

3.2.2.4. **Ventajas.**

Las plataformas remotas para el aprendizaje de instrumentación industrial presentan varias ventajas:

a. **Accesibilidad Global:** Permiten a estudiantes y profesionales de cualquier parte del mundo acceder a equipos avanzados sin restricciones geográficas (López et al., 2015).

b. **Reducción de Costos.** Disminuyen los gastos asociados con la infraestructura física y el mantenimiento de laboratorios tradicionales (Heradio et al., 2016).

c. **Flexibilidad Horaria.** Facilitan el aprendizaje en horarios flexibles, adaptándose a las necesidades de los usuarios (Ma & Nickerson, 2020).

d. **Aprendizaje Práctico Seguro.** Los usuarios pueden experimentar con sistemas industriales sin exponerse a riesgos laborales (Viegas et al., 2021).

3.2.2.5. **Limitaciones.**

A pesar de sus beneficios, estas plataformas tienen algunas limitaciones:

a. **Dependencia de la Conexión a Internet.** Una conexión lenta o inestable puede afectar la experiencia de aprendizaje (Gomes et al., 2020).

b. Costo Inicial Elevado. Implementar estas plataformas requiere una inversión significativa en equipos y software especializados (Heradio et al., 2016).

c. Falta de Interacción Táctil. Los usuarios no tienen contacto físico con los equipos, lo que puede limitar el desarrollo de ciertas habilidades prácticas (Viegas et al., 2021).

d. Necesidad de Formación Previa. Tanto estudiantes como docentes deben aprender a usar las plataformas, lo que implica una curva de aprendizaje inicial (Santos-Martín et al., 2020).

Las plataformas remotas para el aprendizaje de instrumentación industrial representan una herramienta poderosa para la formación técnica en un mundo cada vez más digitalizado. Aunque presentan ciertas limitaciones, sus ventajas en términos de accesibilidad, seguridad y flexibilidad las convierten en una opción valiosa para instituciones educativas, industrias y centros de investigación.

3.2.3. Carrera de Instrumentación Industrial

La carrera Técnica profesional de Instrumentación Industrial se enfoca en el estudio y aplicación de técnicas y tecnologías para la medición, control y automatización de procesos industriales. (SENATI, 2024).

La **instrumentación industrial** es una disciplina que combina conocimientos en ingeniería, electrónica y sistemas de control para diseñar, operar y mantener dispositivos y sistemas utilizados en procesos industriales. Según Gomes y García-Zubía (2020), la carrera de instrumentación industrial tiene como objetivo principal formar profesionales capaces de supervisar, operar y optimizar equipos y procesos en diversos sectores productivos.

3.2.3.1. Finalidad.

La finalidad de esta carrera radica en satisfacer las necesidades del sector industrial mediante la capacitación de profesionales con habilidades técnicas y prácticas en instrumentación y control de procesos. Esto incluye áreas como la calibración de sensores, el diseño de sistemas de automatización y el análisis de datos en tiempo real (Heradio et al., 2016).

3.2.3.2. Objetivos Específicos.

Los objetivos específicos de la carrera incluyen:

- Capacitar a los estudiantes en la instalación y mantenimiento de sistemas de instrumentación.
- Proporcionar conocimientos sobre control de procesos, sistemas automáticos y tecnologías emergentes.
- Desarrollar habilidades de resolución de problemas y análisis crítico para la optimización de procesos industriales (Noguez et al., 2019).

3.2.3.3. El plan/programa de estudio.

El Plan o programa generalmente incluye materias como:

- Fundamentos de instrumentación y control.
- Sistemas de medición y sensores.
- Electrónica y comunicaciones industriales.
- Automatización y robótica.
- Programación y diseño de sistemas de control (Auer et al., 2016).

3.2.3.4. Enfoque / Metodología de Enseñanza-Aprendizaje Actual.

El enfoque actual de enseñanza-aprendizaje en la instrumentación industrial está orientado hacia un modelo práctico y basado en competencias. Según Ma y

Nickerson (2020), el énfasis se coloca en la combinación de teoría y práctica, utilizando laboratorios presenciales, simulaciones y proyectos de diseño para consolidar los conocimientos adquiridos. Los métodos predominantes incluyen:

a. Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). Los estudiantes trabajan en problemas reales relacionados con la instrumentación industrial, promoviendo el pensamiento crítico y la resolución de problemas (Cooper & Ferreira, 2018).

b. Uso de laboratorios presenciales. Se realizan prácticas en laboratorios equipados con sensores, actuadores y sistemas de control reales para experimentar con aplicaciones concretas.

c. Enfoque centrado en el estudiante. El aprendizaje es guiado por el estudiante, promoviendo la autoevaluación y el aprendizaje autónomo (Viegas et al., 2021).

Sin embargo, esta metodología enfrenta limitaciones, como la dependencia de infraestructura física costosa y la necesidad de estar presente en las instalaciones, lo que puede ser una barrera para ciertos estudiantes o instituciones (Rodríguez-Ascaso et al., 2020).

3.2.3.5. Enfoque/Metodología Basada en el Uso de Plataformas de Laboratorio Remoto.

El uso de plataformas de laboratorios remotos está transformando la enseñanza de la instrumentación industrial, ofreciendo nuevas posibilidades para superar las limitaciones de los métodos tradicionales. Según Heradio et al. (2016), estas plataformas permiten a los estudiantes acceder a equipos de instrumentación

reales de forma remota, lo que amplía las oportunidades de aprendizaje práctico sin restricciones geográficas o temporales.

a. Características. Este enfoque incluye características como:

- **Acceso remoto.** Los estudiantes pueden controlar sensores, actuadores y sistemas de medición a través de interfaces web o aplicaciones específicas. Esto democratiza el acceso a recursos avanzados, independientemente de la ubicación (López et al., 2015).
- **Simulaciones complementarias.** Las plataformas ofrecen entornos simulados que permiten experimentar con procesos industriales antes de trabajar con equipos reales, fomentando una curva de aprendizaje más segura y gradual (Noguez et al., 2019).
- **Flexibilidad.** Permite a los estudiantes realizar prácticas en horarios flexibles, adaptándose a sus necesidades individuales (Ma & Nickerson, 2020).

b. Beneficios. Los beneficios de esta metodología incluyen:

- Reducción de costos asociados con el mantenimiento y actualización de laboratorios físicos.
- Mayor seguridad al evitar riesgos asociados con el manejo directo de equipos.
- Fomento del aprendizaje colaborativo y la interacción en tiempo real a través de plataformas digitales (Gomes et al., 2020).

c. Desafíos. No obstante, existen desafíos como la necesidad de una conexión a internet robusta, el costo inicial de implementación de las plataformas y la falta de experiencia táctil en algunos casos (Viegas et al., 2021).

La carrera de instrumentación industrial está en constante evolución, integrando metodologías tradicionales y modernas para adaptarse a las necesidades del sector industrial. El uso de plataformas de laboratorios remotos se presenta como una solución innovadora y efectiva, capaz de complementar y superar las limitaciones de los enfoques convencionales

3.3. Desarrollo del Estudio

Para poder realizar el desarrollo del estudio será necesario tener en cuentas las necesidades, como también un diagnóstico del Laboratorio de Instrumentación.

3.3.1. Diagnóstico de los Laboratorios de Instrumentación Industrial

3.3.1.1. Recursos Actuales

a. Equipos Disponibles

- Sensores inteligentes de temperatura, presión, nivel y flujo de diferentes protocolos.
- Controladores programables (PLC y PAC).
- Equipos de medición y calibración (calibradores, comunicadores de campo / Hand Held – Field Communicator, multímetros, manómetros patrón, etc.).
- Software limitado para simulación y programación.

b. Infraestructura

- Espacios físicos adaptados para prácticas presenciales.
- Conectividad básica a internet para consultas y acceso a software.

c. Capacidades de Uso Actual

- Prácticas orientadas a medición básica, configuración, calibración, sintonía y automatización elemental.
- Laboratorios presenciales con acceso restringido por horario o capacidad.

3.3.1.2. Identificación de Carencias

- a. Falta de equipos modernos que reflejen tecnologías actuales en la industria, como sensores inteligentes, IoT, y controladores de última generación.
- b. Escasa disponibilidad de laboratorios remotos para prácticas fuera del horario presencial.
- c. Limitaciones en software especializado para simulaciones avanzadas y diseño de sistemas de instrumentación.
- d. Infraestructura de red insuficiente para soportar equipos conectados de manera remota y en tiempo real.
- e. Ausencia de un plan estructurado para integrar herramientas digitales en el aprendizaje.

3.3.2. Propuesta de Implementación

3.3.2.1. Adquisición de Equipos Clave

- Sensores avanzados (sensores ópticos, ultrasónicos, y basados en IoT).
- Controladores modernos compatibles con estándares industriales actuales.
- Actuadores de precisión para simulaciones en tiempo real.
- Sistemas de calibración digital para asegurar precisión en mediciones.
- Cámaras de video para visualización de los procesos en tiempo real.

3.3.2.2. Desarrollo de Laboratorios Remotos

- Implementar estaciones de trabajo remotas que permitan a los estudiantes interactuar con equipos físicos a través de internet.
- Uso de cámaras y sistemas de control remoto para monitorear prácticas.
- Integración de plataformas basadas en la nube para acceso a software y simulaciones.

3.3.2.3. Mejora de Infraestructura

- Actualizar la red de comunicación interna para soportar equipos de alta demanda.
- Asegurar redundancia en el sistema eléctrico para evitar interrupciones.

3.3.2.4. Capacitación y Material Didáctico

- Capacitar al personal docente en el uso de nuevas tecnologías.
- Generar manuales y tutoriales que guíen a los estudiantes en prácticas remotas y presenciales.
- Diseñar prácticas alineadas con estándares industriales.

3.3.2.5. Optimización del Proceso de Enseñanza-Aprendizaje

- Facilitar el acceso a los laboratorios remotos para permitir prácticas flexibles.
- Implementar evaluaciones prácticas basadas en proyectos aplicados a escenarios industriales reales.
- Incorporar herramientas de análisis de datos y simulación para complementar la formación técnica.

3.3.3. Impacto Esperado

La implementación de estas mejoras contribuirá a:

- Reducir las limitaciones actuales en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Proveer a los estudiantes de experiencia práctica con tecnologías de vanguardia.
- Facilitar la accesibilidad y flexibilidad del aprendizaje a través de laboratorios remotos.
- Alinear la formación académica con las exigencias del mercado laboral y la industria.

Con estas acciones, se busca no solo cerrar las brechas tecnológicas actuales, sino también preparar a los estudiantes para enfrentar retos industriales futuros.

3.4. Propuesta de Diseño de la Plataforma de Laboratorios Remotos en la Carrera de Instrumentación Industrial

El diseño del laboratorio remoto para la carrera de Instrumentación Industrial se estructura en torno a la integración de tecnología avanzada, accesibilidad remota y la optimización del proceso de enseñanza-aprendizaje. A continuación, se detalla la propuesta:

3.4.1. Estructura General del Laboratorio Remoto

3.4.1.1. Objetivo Principal

Proveer un entorno virtual y físico que permita a los estudiantes realizar prácticas en tiempo real desde ubicaciones remotas, accediendo a equipos industriales reales y simulaciones de procesos.

3.4.1.2. Componentes Clave

El laboratorio remoto estará compuesto por las siguientes partes fundamentales:

a. Módulo de Instrumentación y Control

- Sensores: Temperatura, presión, nivel, flujo y sensores basados en IoT.
- Actuadores: Válvulas de control o Variadores de Frecuencia (VFD), motores eléctricos, y sistemas de control neumático.
- Controladores: PLCs de última generación compatibles con protocolos de comunicación industrial (Ethernet, Modbus, OPC-UA, etc.).

b. Módulo de Comunicación y Monitoreo Remoto

- Servidor local que gestione el acceso de los estudiantes a los equipos.
- Software de supervisión SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition).
- Cámaras HD instaladas en el laboratorio físico para monitoreo visual de las prácticas.
- Redes de comunicación industrial para acceso en tiempo real (Ethernet/IP, Wi-Fi industrial, etc.).

c. Infraestructura Física y de Soporte

- Paneles de trabajo modulares que contengan los equipos físicos.
- Fuentes de alimentación eléctrica con protección contra fallos.
- Sistema de ventilación y seguridad para equipos electrónicos.
- Estaciones de trabajo para estudiantes con acceso remoto.

3.4.2. Diseño Operativo

3.4.2.1. Organización del Espacio

El laboratorio físico estará dividido en estaciones modulares dedicadas a diferentes áreas de aprendizaje:

- a. Estación de Sensores y Transductores.** Para prácticas relacionadas con medición y adquisición de datos.
- b. Estación de Controladores y Actuadores.** Para configurar y probar sistemas de control en procesos industriales simulados.
- c. Estación de Comunicación y Redes.** Para explorar protocolos de comunicación industrial y su integración.

3.4.2.2. Acceso y Uso

- a. Acceso Remoto.** Los estudiantes podrán conectarse mediante una plataforma en la nube utilizando credenciales asignadas.
- b. Interactividad.** Los equipos estarán conectados a un servidor central que permitirá enviar comandos y recibir datos en tiempo real.
- c. Monitoreo.** Las cámaras instaladas permitirán visualizar el comportamiento físico de los sistemas al aplicar configuraciones remotas.

3.4.2.3. Funcionamiento

- a. Registro y Reservas.** Los estudiantes reservarán el uso del laboratorio remoto mediante un sistema de gestión en línea.
- a. Conexión y Configuración.** Una vez conectados, podrán interactuar con los equipos a través de un software especializado.

- b. **Ejecución de Prácticas.** Los estudiantes realizarán ejercicios guiados, como calibración de sensores, configuración de controladores y análisis de datos.
- c. **Evaluación y Retroalimentación.** El sistema almacenará los resultados de las prácticas, proporcionando retroalimentación automática y evaluaciones para mejorar el aprendizaje.

3.4.2.4. Infraestructura Tecnológica

a. Hardware Necesario

- Servidores robustos con capacidad para manejar múltiples conexiones simultáneas.
- Equipos de protección eléctrica y redundancia para evitar interrupciones.
- Cámaras de video para monitoreo dinámico y detallado de los equipos.

b. Software Necesario

- SCADA para supervisión y control.
- Gemelos digitales para simulaciones.
- Plataformas de acceso remoto con alta seguridad (VPN, cifrado).

c. Red de Comunicación

- Integración de redes LAN/WAN y tecnologías como MQTT para asegurar conectividad en tiempo real.
- Conexión a internet de alta velocidad y estabilidad.

3.4.3. Beneficios y Perspectiva

Este diseño permitirá:

- Flexibilidad en el aprendizaje, al posibilitar prácticas fuera del entorno presencial.
- Interacción con tecnologías actuales utilizadas en la industria.
- Reducción de las barreras de tiempo y espacio, incrementando la participación de los estudiantes.
- Preparación integral para enfrentar desafíos del entorno industrial moderno.

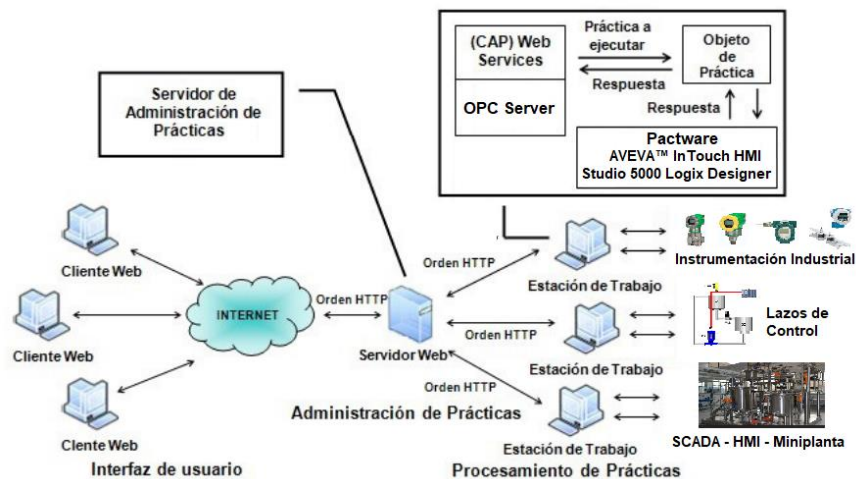
El laboratorio remoto se construirá con un enfoque modular y escalable, permitiendo incorporar nuevas tecnologías y áreas de práctica a medida que evolucionen las necesidades educativas e industriales.

3.5. Plataforma de Laboratorio Remoto con Software SCADA InTouch

La arquitectura del Sistema está basada en un servidor local, estaciones de trabajo remotos con interfaces accesibles con internet para estudiantes y profesores.

Figura 1

Plataforma de Laboratorio Remoto con Software SCADA InTouch



Un laboratorio remoto de instrumentación y control con SCADA InTouch es una plataforma que permite a los estudiantes o profesionales interactuar con sistemas de control industrial de manera remota. SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) es un tipo de sistema de control utilizado en la automatización industrial para supervisar y controlar procesos en tiempo real. **InTouch** es un software de SCADA desarrollado por **Wonderware**, ampliamente utilizado en la industria para la supervisión de sistemas automatizados.

3.5.1. Características de una Plataforma de Laboratorio Remoto con SCADA InTouch

3.5.1.1. Acceso Remoto y Supervisión en Tiempo Real

Los usuarios pueden acceder a los sistemas de control y monitorear procesos industriales en tiempo real desde cualquier ubicación, eliminando la necesidad de estar físicamente presentes en el laboratorio o planta industrial. InTouch SCADA proporciona visualización de datos en tiempo real, lo que permite supervisar variables de procesos y controlar dispositivos de manera remota.

3.5.1.2. Interfaz Gráfica Intuitiva

SCADA InTouch permite diseñar interfaces gráficas altamente interactivas que visualizan datos del sistema, como temperaturas, presiones, niveles, entre otros. Estas interfaces son fáciles de usar para estudiantes y profesionales que interactúan con los equipos remotamente. El diseño de las pantallas es flexible, lo que permite crear representaciones visuales personalizadas del proceso de control.

3.5.1.3. Simulaciones de Procesos Industriales

La plataforma permite realizar simulaciones de procesos industriales, donde los usuarios pueden experimentar con equipos virtuales en lugar de dispositivos

físicos. Esto es ideal para prácticas educativas, ya que los estudiantes pueden familiarizarse con sistemas SCADA sin tener que estar en un laboratorio físico.

3.5.1.4. Control de Equipos y Parámetros

Los usuarios pueden ajustar parámetros de los equipos (como variables de temperatura, velocidad, caudal) de manera remota, lo que les permite experimentar con diferentes configuraciones y ver cómo los sistemas responden a estos cambios en tiempo real.

3.5.1.5. Integración con Dispositivos Físicos y Sensores

A pesar de ser una plataforma remota, InTouch permite integrar dispositivos físicos y sensores a través de interfaces de comunicación como OPC, Modbus, entre otras, lo que brinda a los usuarios la oportunidad de interactuar con sistemas reales o simulados.

3.5.1.6. Soporte para Múltiples Protocolos de Comunicación

SCADA InTouch es compatible con varios protocolos de comunicación industriales estándar, lo que permite la integración con una amplia variedad de sistemas de automatización, lo que facilita el aprendizaje en diversas plataformas.

3.5.1.7. Registro y Análisis de Datos

La plataforma remota permite almacenar datos históricos, lo que facilita el análisis posterior de las operaciones, la optimización de procesos y la elaboración de informes, ofreciendo una experiencia educativa más completa.

3.5.2. ¿Cómo Funciona un Laboratorio Remoto con SCADA InTouch?

3.5.2.1. Conexión remota

Los estudiantes o usuarios acceden a la plataforma a través de una computadora o dispositivo móvil utilizando una conexión a Internet. El sistema

puede estar alojado en un servidor o en la nube, lo que facilita el acceso remoto desde cualquier lugar.

3.5.2.2. Interacción con el software SCADA

Los usuarios interactúan con el software SCADA InTouch, donde pueden visualizar los procesos controlados por PLCs u otros dispositivos. El software muestra representaciones gráficas de las variables del proceso (como temperatura, presión, nivel, etc.) y permite a los estudiantes ajustar esos parámetros.

3.5.2.3. Ejercicios prácticos y simulación

Los estudiantes realizan prácticas específicas, como configurar el control de un proceso, analizar el comportamiento de un sistema ante cambios de variables o simular situaciones de fallos y respuestas. El sistema guarda registros de las actividades para su análisis posterior.

3.6. Implementación Técnica de la Plataforma de laboratorio remoto de instrumentación industrial

Esta se realizará desde los conocimientos y experiencia del investigador, apoyado en fuentes bibliográficas. Cabe mencionar que no participaran estudiantes ni docentes, por lo que no corresponde aplicar encuestas ni entrevistas. Durante toda la implementación no hay riesgo alguno para personas y/o animales.

3.6.1. Selección de Materiales, Instrumentos y Equipos de Control

Es un proceso clave en el campo de la educación técnica, la ingeniería, la automatización y el control de procesos industriales. Para garantizar el éxito en un proyecto o en un laboratorio, es esencial elegir materiales, instrumentos y equipos

de control adecuados que se alineen con los objetivos, necesidades y condiciones del entorno. A continuación, se describen los materiales, instrumentos y equipos necesarios para la implementación de la plataforma.

3.6.1.1. Hardware

Son todos aquellos elementos físicos que conforman la Miniplanta y los sistemas de control automático (ver tabla 1).

Tabla 1

Elementos del Hardware del Sistema de Control Automático

Cantidad	Denominación	Fabricante
01	PLC – Compact-Logix: Compuesto de: 01 procesador CPU 1769L36ERM 01 módulo de entrada discreta 1769-IQ16F 01 módulo de salida discreta 1769-OB16P 01 módulo de entrada analógico HART 1769-IF4ISC 01 módulo de salida analógico 1769-OF4CI.	Allen Bradley
01	Switch Ethernet 08 puertos 1783-EMS08T.	Allen Bradley
01	Variador de frecuencia ATV930U40N4	Schneider Electric
01	Transmisor de nivel ultrasónico - 3101.	Rosemount
01	Transmisor de presión – Vegabar 82.	Vega
01	Transmisor de flujo MagFlux® Q 8200.	MJK
01	Bomba trifásica 1HP.	
01	Tablero de control de 60cm x 40cm x 25cm	Nacional S/M
01	Estructura de Fierro	Nacional S/M
01	PC - Servidor	HP
01	Cámara IP	Vstarcam
01	Fuente DC 24V ABL8RPS24050	Schneider Electric
02	Botón pulsador momentáneo 800T-PB16G- I	Allen Bradley
01	Interruptor selector de llave 800T-H31	Allen Bradley

01	Botón pulsador de emergencia 800-FX A1/T	Allen Bradley
----	---	------------------

3.6.1.2. Software

Son todos los sistemas o programas que conforman la plataforma SCADA de control automático, monitoreo, configuración y calibración (ver tabla 2).

Tabla 2

Elementos del Software de la Plataforma SCADA para el Control Automático

Cantidad	Denominación	Fabricante
01	Sistema Operativo Windows 10	Microsoft
01	VMWare Workstation	VMware, Inc.
01	RS Linx Gateway	Allen – Bradley
01	Studio 5000	Allen – Bradley
01	Intouch 2017 - Wonderware	Schneider Electric
01	Google Remote Desktop	Google LLC

3.6.2. Instalación de Equipos: Miniplanta Didáctica, Tablero de control

3.6.2.1. Miniplanta Didáctica

La miniplanta didáctica fue diseñada y preparada para realizar demostraciones de operación en modo manual y automático de procesos de nivel, presión y flujo, así como también la configuración y calibración de instrumentos y la sintonía de sus controladores.

Figura 2

Miniplanta Didáctica de Control



3.6.2.2. Montaje de Tablero de Control

Esta operación consiste en armar y montar un tablero eléctrico del sistema de control del PLC con los sensores y actuadores para el control local y remoto en base al plano o esquema eléctrico de la miniplanta, la cual consta de las siguientes partes:

- a. Circuito de Mando.** Es la parte del sistema eléctrico que se encarga de controlar el flujo de energía a otros componentes del sistema, utilizando dispositivos de control como botones, interruptores, contactores y relés.
- b. Circuito de Potencia.** Es aquel que se encarga de transportar y distribuir la energía eléctrica hacia los dispositivos que realizan el trabajo, como motores, generadores o resistencias. A diferencia del

circuito de mando, el circuito de potencia maneja altas corrientes y voltajes para accionar equipos industriales.

Figura 3
Esquema Eléctrico de la Miniplanta

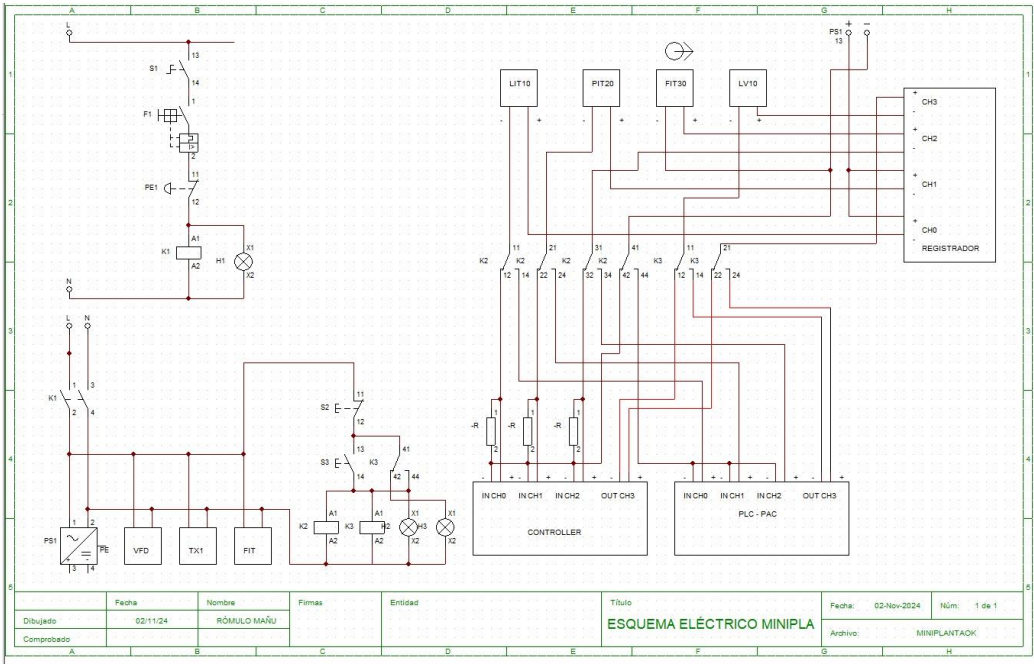
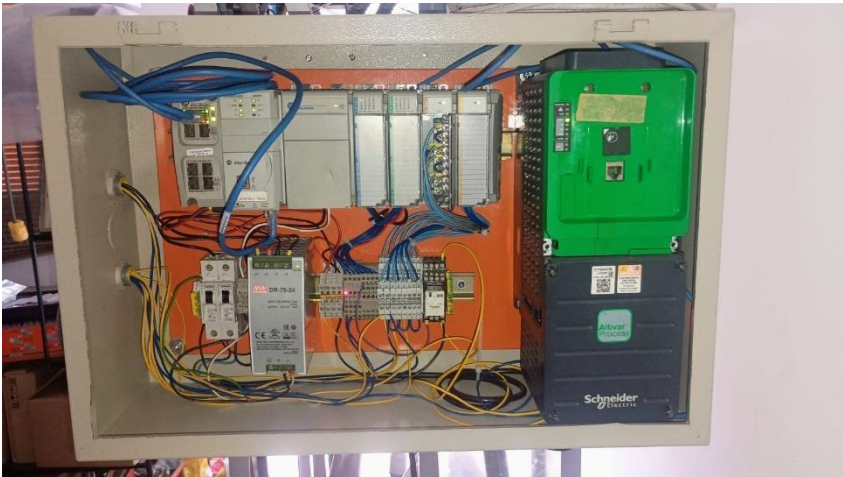


Figura 4
Tablero de Control con PLC y Variador de Frecuencia



3.6.3. Montaje del Sistema de Tuberías e Instrumentación.

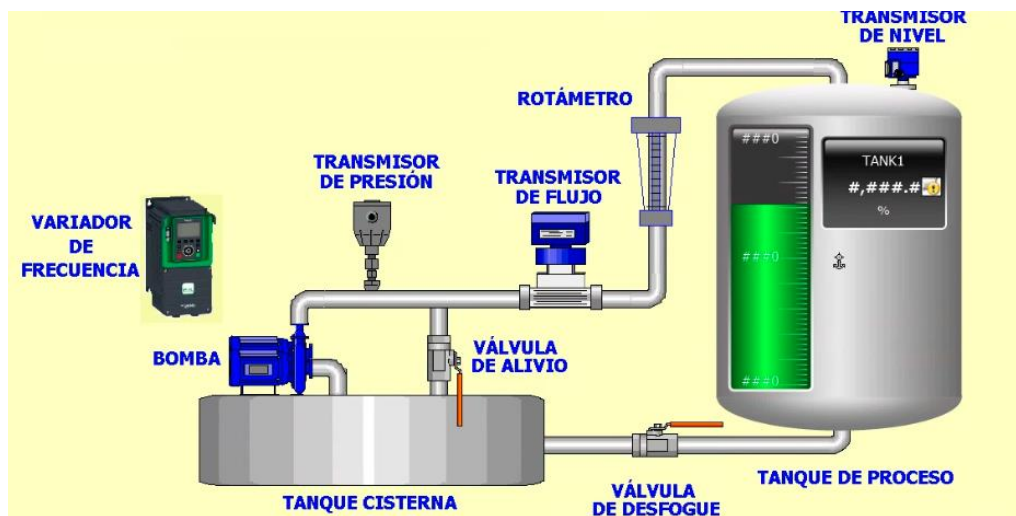
Esta operación consiste en armar y montar un sistema canalizado por tuberías para generación de variables de procesos y su mantención, para ello nos basamos en:

3.6.3.1. Sistema de tuberías e Instrumentación

Es un conjunto de componentes interconectados, que incluyen equipos, dispositivos de medición y control, y las tuberías necesarias para transportar los fluidos. Este sistema es fundamental para la supervisión de un proceso industrial, permitiendo el monitoreo continuo de las condiciones operativas y la automatización de las acciones correctivas.

Figura 5

Sistema de tuberías e Instrumentación de la Miniplanta Didáctica



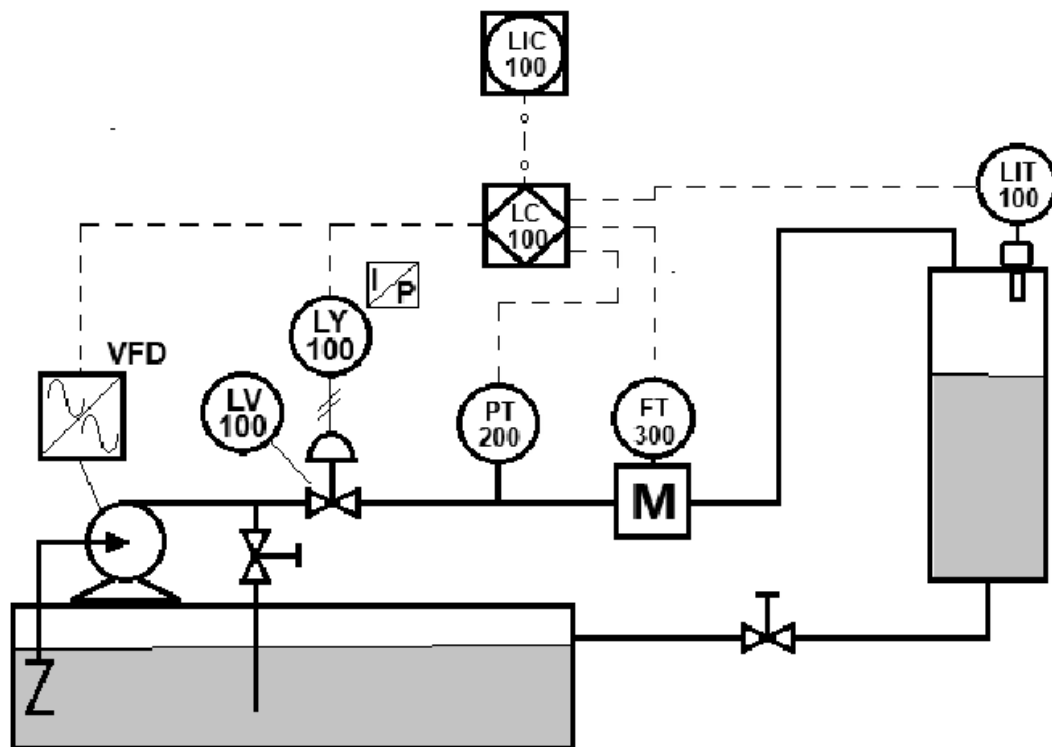
3.6.3.2. Diagrama de Tuberías e Instrumentación

El Diagrama de Tuberías e Instrumentación (P&ID, por sus siglas en inglés: Piping and Instrumentation Diagram) representa gráficamente los sistemas de tuberías, equipos, e instrumentos utilizados en un proceso industrial. Es importante

su empleo para el diseño, operación, mantenimiento y control de procesos industriales, por ello representamos el P&ID de la miniplanta

Figura 6

Diagrama P&ID de la Miniplanta Didáctica



3.6.4. Elaboración del Sistema de Control con PLC – CompactLogix Allen

Bradley

El PLC CompactLogix de Allen Bradley combina control lógico, secuencial y de procesos, ideal para automatización flexible, con conectividad industrial y programación en **Studio 5000**.

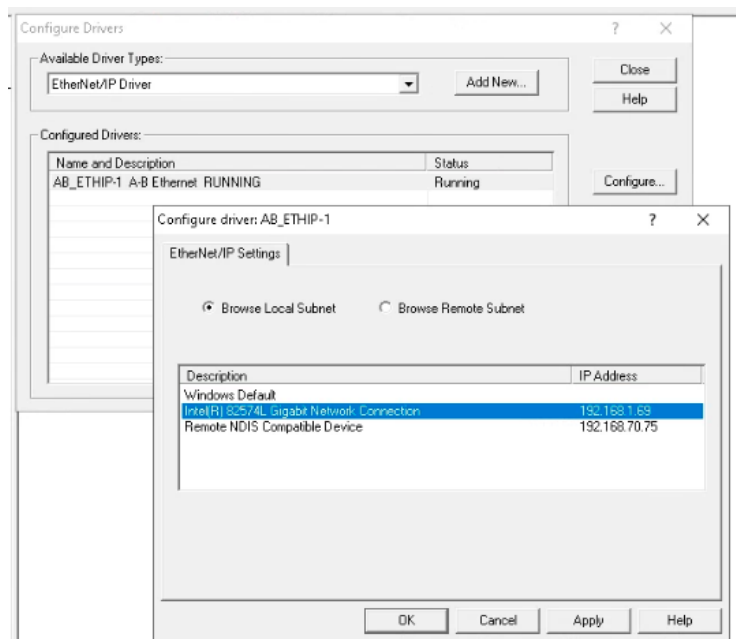
Para controlar la Miniplanta se realizó la configuración de comunicaciones del PLC CompactLogix con el módulo CPU 1769-L36ERM mediante el programa **RS LINX GATEWAY** y el driver **ETHERNET IP** seleccionando la tarjeta de red **INTEL 82574L Gigabit Network Connection** del Servidor.

3.6.4.1. Configuración de RSLinx Classic

Mediante el programa RSLinx realizamos la configuración de la comunicación entre controladores PLCs Allen-Bradley y aplicaciones de Rockwell, soportando estándares como OPC y DDE para transferir datos en sistemas industriales.

Figura 7

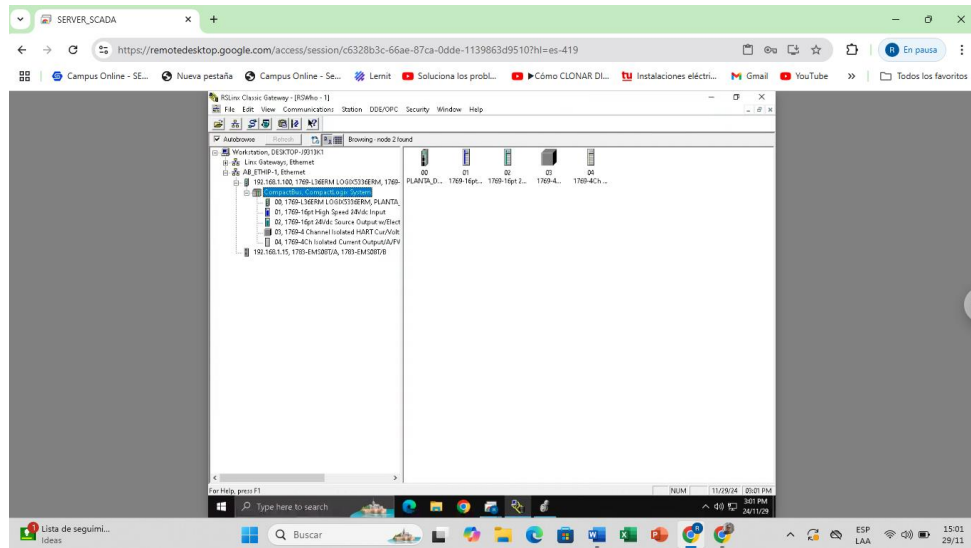
Configuración de la Comunicación del PLC CompactLogix



Una vez configurado se puede ver la totalidad de el Hardware instalado en el PLC

Figura 8

Comunicación del PLC en la red Ethernet y sus módulos de entrada / salida a los cuales están conectados los sensores y actuadores.

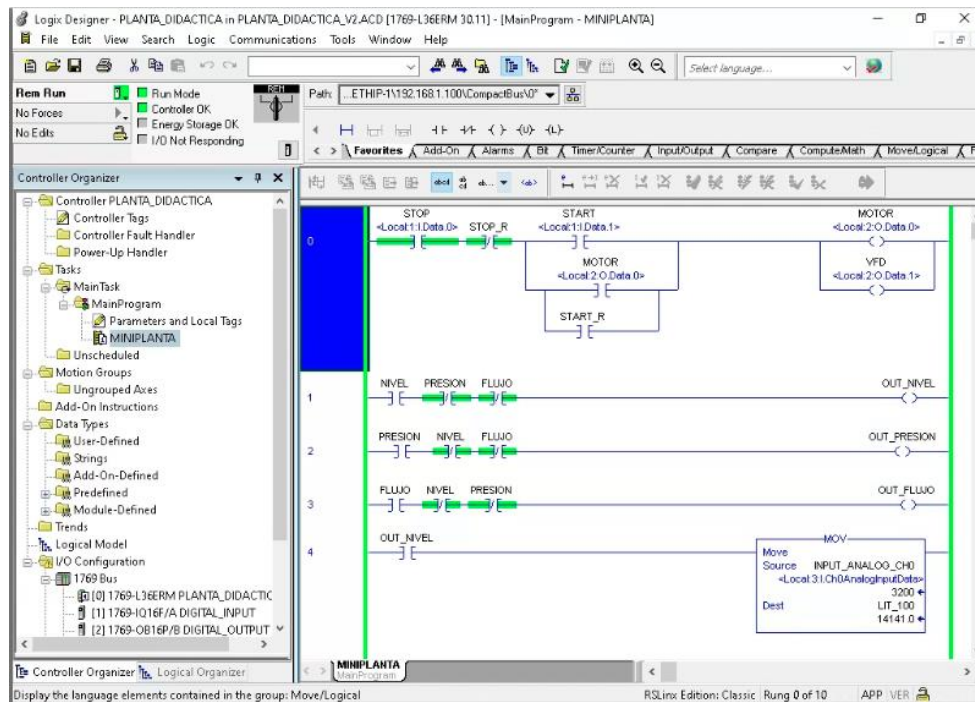


3.6.4.2. Elaboración del programa de Control con Studio 5000

Studio 5000 es una plataforma integral de Rockwell Automation para diseñar y programar sistemas de automatización, incluyendo controladores LOGIX 5000 en diversas aplicaciones. Se elaboró el programa LADDER, que incluye sensores, actuadores y la lógica de Control PID mediante el programa **STUDIO 5000**.

Figura 9

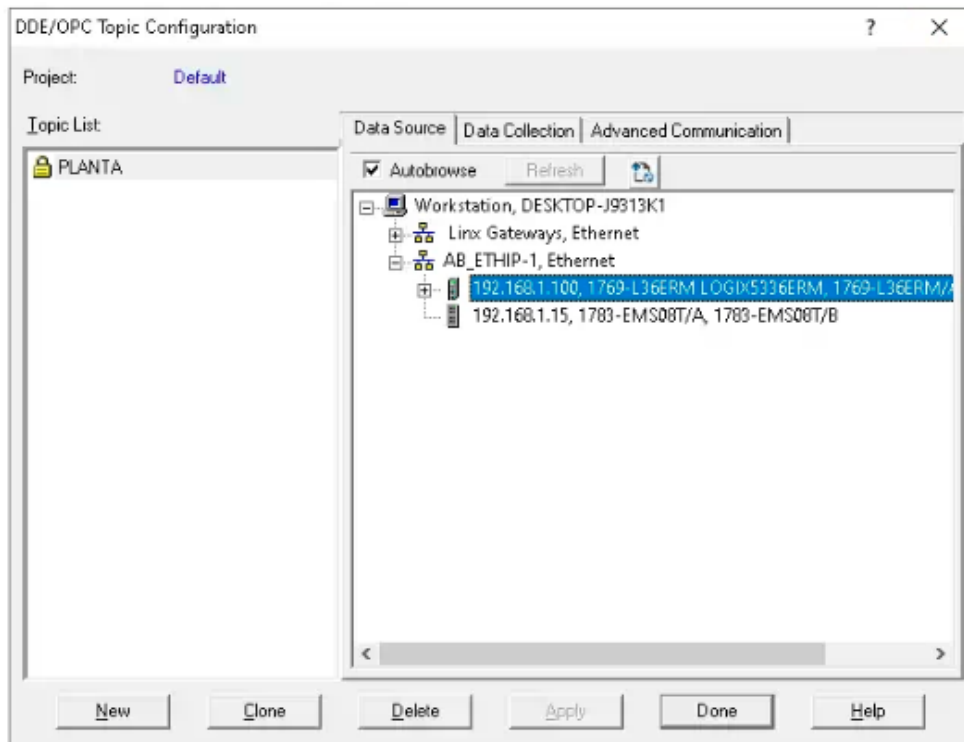
Programa LADDER del PLC CompatLogix realizado a través del software Studio 5000. "Para más detalles, consulta el **Anexo 1** y el **Anexo 2**, que incluye el diagrama completo y la lista de TAGs usados en el programa."



Es importante destacar que la información procesada en el programa LADDER debe ser exportada continuamente a través de RS-Linx OPC Server el cual debe configurarse en el menú DDE / OPC del RS-Linx creando un TOPIC LIST y enlazando con el Procesador.

Figura 10

Creación de un Tópico para servir datos OPC al Sistema SCADA



3.6.5. Elaboración del Sistema de Supervisión y Control SCADA de Miniplanta Didáctica

SCADA es un sistema computarizado que supervisa y controla procesos industriales en tiempo real, permitiendo ajustes y automatización segura y eficiente.

Wonderware Intouch es un HMI y SCADA líder mundial, conocido por su innovación, gráficos avanzados y conectividad. Permite crear aplicaciones reutilizables y está presente en más de un tercio de las instalaciones industriales globales.

El Sistema de Supervisión y Control se encuentra conformado por varias ventanas que a continuación detallamos:

3.6.5.1. Ventana de Inicio

Es aquella interface que permite seleccionar que actividad se realizará según la necesidad del estudiante y le permitirá conocer, reforzar o entrenar en un tema específico.

Figura 11

Ventana de Inicio y Presentación Senati / Universidad Peruana Cayetano Heredia.



3.6.5.2. Ventana de Operación Manual / Automático de Miniplanta

Es aquella interface que permite operar la miniplanta didáctica, permitiendo seleccionar el tipo de variable a estudiar.

Figura 12

Ventana de Operación Manual / Automático de Miniplantas.



- a. **Ventana de Operación Manual / Automático – Planta de Nivel.** En esta ventana el estudiante operará una planta de nivel en **modo manual**

modificando la salida del controlador **Output (OP)** para llevar la **Variable de Proceso (PV)** a valores que estime conveniente, por ejemplo, Nivel al 50% de manera gradual hasta lograrlo, también podrá hacerlo en **modo automático** modificando el **Set Point** a un determinado porcentaje deseado, por ejemplo 40%. (ver **Anexo 3** hoja de tarea: Operación Manual / Automático – Planta de Nivel).

Figura 13

Ventana de Operación Manual / Automático – Planta de Nivel.

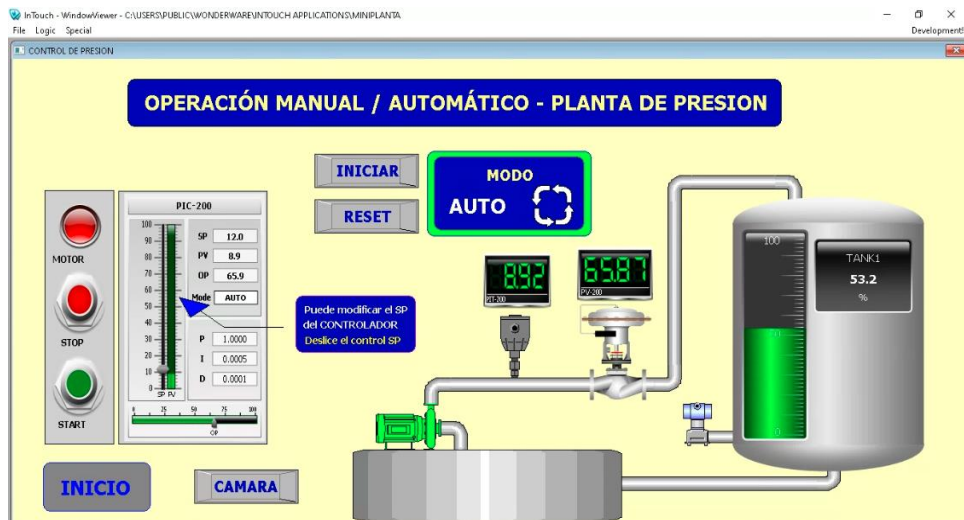


b. Ventana de Operación Manual / Automático – Planta de Presión.

En esta ventana el estudiante operará una planta de presión en **modo manual** modificando la salida del controlador **Output (OP)** para llevar la **Variable de Proceso (PV)** a valores que estime conveniente, por ejemplo, Presión al 40% de manera gradual hasta lograrlo, también podrá hacerlo en **modo automático** modificando el **Set Point** a un determinado porcentaje deseado, por ejemplo 50%. (ver **Anexo 4** hoja de tarea: Operación Manual / Automático – Planta de Presión).

Figura 14

Ventana de Operación Manual / Automático – Planta de Presión.



- c. **Ventana de Operación Manual / Automático – Planta de Flujo.** En esta ventana el estudiante operará una planta de presión en **modo manual** modificando la salida del controlador **Output (OP)** para llevar la **Variable de Proceso (PV)** a valores que estime conveniente, por ejemplo, Presión al 25% de manera gradual hasta lograrlo, también podrá hacerlo en **modo automático** modificando el **Set Point** a un determinado porcentaje deseado, por ejemplo 30%. (ver **Anexo 5** hoja de tarea: Operación Manual / Automático – Planta de Flujo).

Figura 15

Ventana de Operación Manual / Automático – Planta de Flujo.



3.6.5.3. Ventana de Configuración / Calibración de Instrumentos

Industriales con Pactware

En esta interface el estudiante con solo presionar en el botón **iniciar calibración** tendrá acceso a una de las aplicaciones más usadas en el campo de la instrumentación y control, como es el caso del **PACTWARE** para poder configurar y calibrar instrumentos industriales como: Transmisor de Procesos y Elemento finales de Control.

PACTWARE es una herramienta de software que permite la configuración, mantenimiento y diagnóstico de dispositivos de campo, como sensores y actuadores, dentro de sistemas de control industrial. Utiliza el estándar FDT/DTM (Device Type Manager), permitiendo a los operadores gestionar múltiples dispositivos de diferentes fabricantes desde una sola interfaz.

Figura 16

Ventana de Configuración / Calibración de Instrumentos Industriales.



Gracias a esta plataforma podemos realizar dos experiencias de configuración y calibración de un Transmisor de Presión Rosemount y del Variador de Frecuencia Schneider, que a continuación se detallan:

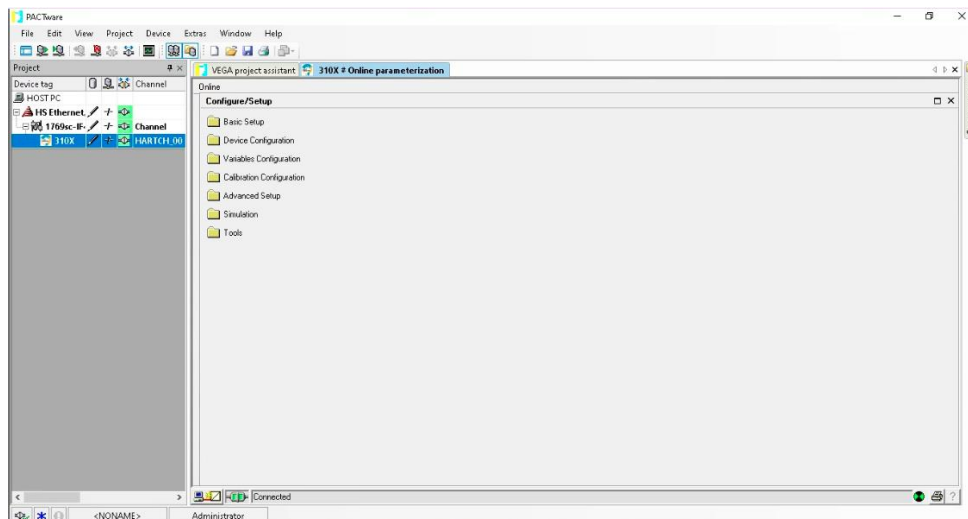
a. Configuración del Transmisor de Nivel Ultrasónico

Rosemount. En esta aplicación se podrá parametrizar el transmisor para que este configurado y calibrado para la medida de nivel en el tanque de proceso. (ver **Anexo 6** hoja de tarea: Configuración del Transmisor de Nivel).

Figura 17

Ventana de Configuración / Calibración de Transmisor de Nivel Ultrasónico

Rosemount 3101

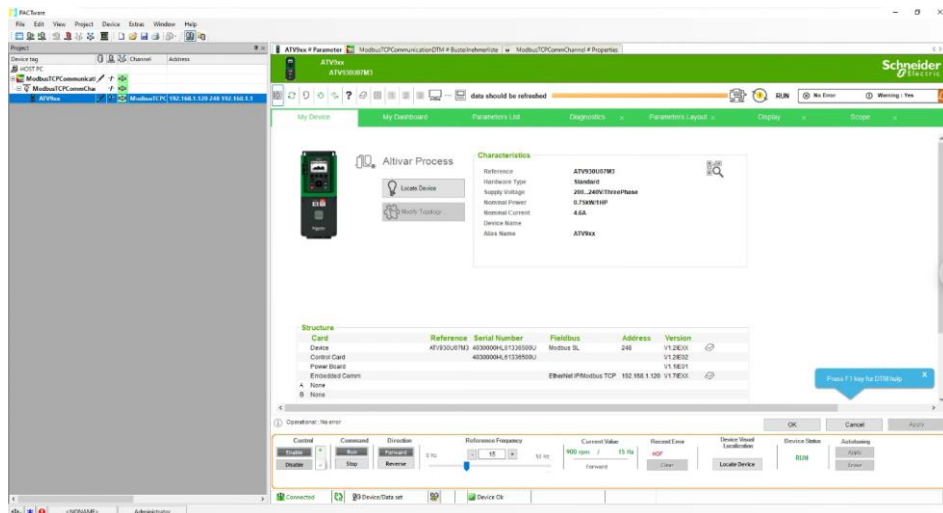


Transmisor de Nivel Ultrasónico Rosemount 3101. El Rosemount 3100 de Emerson es un transmisor ultrasónico que mide niveles con precisión sin contacto, ideal para entornos industriales complejos y seguros.

- b. Configuración del Variador de velocidad, Altivar Process ATV930.** En esta aplicación se podrá parametrizar el variador de frecuencia para que este configurado para el proceso específico ósea el rango de frecuencia / tensión para la bomba de agua y así generar presión y caudal necesario de agua para el proceso. (ver **Anexo 7** hoja de tarea: Configuración del Variador de Velocidad).

Figura 18

Ventana de Configuración del Variador de velocidad, Altivar Process ATV930 de Schneider.



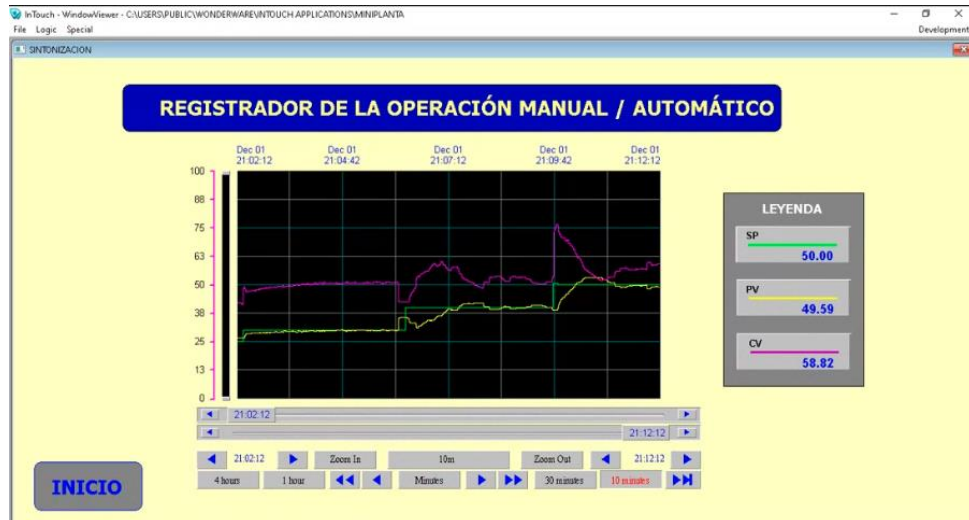
Variador de velocidad, Altivar Process ATV930. El Altivar Process ATV930 es un variador eficiente que ajusta la velocidad de motores, optimiza bombas, ventiladores y compresores, y reduce costos operativos.

3.6.5.4. Ventana de Sintonía de Controladores

En esta interface el estudiante podrá ajustar los parámetros PID del controlador y observar la reacción del proceso mediante las gráficas o TRENDS de la ventana.

Figura 19

Ventana de Registrador de la Operación Manual / Automático – Sintonía.



Ventana 6: Configuración / Calibración de Instrumentos Industriales

Sintonía de Controladores. La sintonía de controladores se refiere al proceso de ajustar los parámetros de un controlador para obtener un rendimiento adecuado en un sistema de control, garantizando estabilidad, rapidez de respuesta y mínima sobre oscilación.

En esta ventana se podrá ajustar los parámetros del controlador KC, KI y KD para lograr el comportamiento deseado de un sistema de control automático, buscando optimizar el rendimiento del sistema, garantizando estabilidad, rapidez y precisión en la respuesta a las perturbaciones o variaciones de entrada. (ver **Anexo 8** hoja de tarea: Sintonía de Sistema de Control de Nivel).

3.6.6. Conexión y Configuración de los Equipos del laboratorio con Conectividad a internet

Es este parte presentamos las conexiones y configuraciones realizadas al servidor y las estaciones remotas desde donde se tendrá acceso a la planta didáctica.

3.6.6.1. El Servidor

Un servidor SCADA supervisa procesos industriales, adquiere y procesa datos en tiempo real, permitiendo control, alertas y optimización de los procesos industriales.

3.6.6.2. Pc Remota o Estaciones Remotas

Es una herramienta esencial en sistemas SCADA y automatización industrial, que proporciona a los operadores la capacidad de gestionar y supervisar procesos desde ubicaciones externas. permite un control continuo y eficiente de los procesos, independientemente de la ubicación física del centro de control.

3.6.6.3. Configuración de un Servidor para el servicio de Escritorio Remoto usando Google Remote Desktop

Configurar un PC Servidor para Escritorio Remoto con Google Remote Desktop es un proceso que permite acceder de forma remota a tu computadora desde cualquier dispositivo a través de internet. Esta herramienta es gratuita, emplea el navegador Google Chrome para facilitar el acceso remoto desde otro dispositivo. A continuación, se detallan los pasos para configurar el servicio.

a. Pasos para configurar el servidor de Escritorio Remoto con Google Remote Desktop

1. Instalar Google Chrome

- Si no tienes **Google Chrome** instalado, descárgalo e instálalo desde [aquí](#).

2. Configurar el acceso remoto en el PC Servidor

- Abre Google Chrome en el PC que deseas usar como servidor (el que será accesado remotamente).

- Ve a la página de Chrome Remote Desktop en este enlace:
<https://remotedesktop.google.com>.
- Haz clic en "Acceder" y, si es necesario, inicia sesión con tu cuenta de Google.
- Haz clic en la opción "Habilitar Escritorio Remoto".

3. Instalar la extensión de Chrome Remote Desktop

- Se te pedirá que instales una extensión llamada Chrome Remote Desktop. Haz clic en el enlace para agregarla a Google Chrome.
- La extensión se instalará automáticamente. Luego, haz clic en "Iniciar" para comenzar la configuración del acceso remoto.
- Una vez configurado el servidor estará listo para ser usado de manera remota desde cualquier PC- Estación Remota o móvil

4. Configurar un PIN para la seguridad

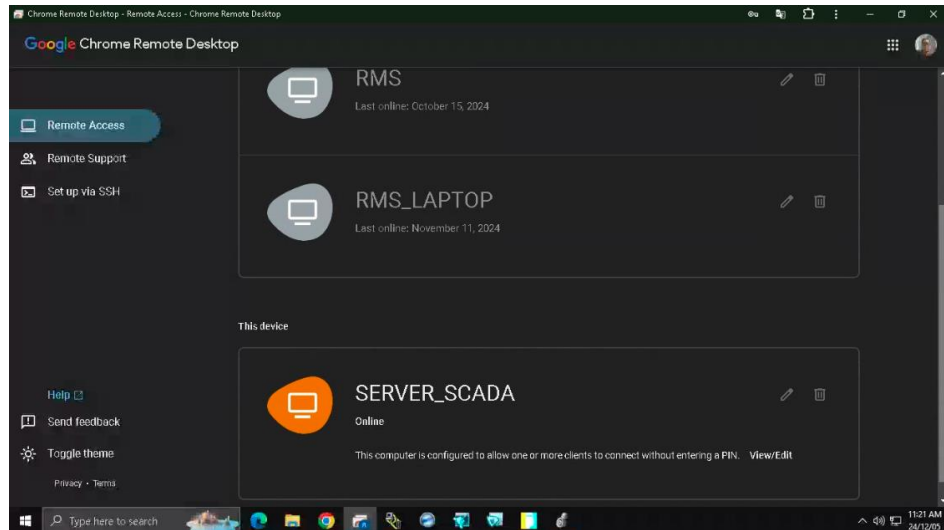
- Después de instalar la extensión, se te pedirá que configures un PIN de acceso. Este PIN será necesario cada vez que desees acceder remotamente a tu PC. Es importante elegir un PIN seguro.
- Ingresa el PIN y haz clic en "Aceptar".

5. Verificar que el PC Servidor esté configurado correctamente

- Una vez que hayas configurado el PIN, tu PC Servidor estará listo para recibir conexiones remotas.
- En la página de Chrome Remote Desktop, tu PC debería aparecer como "Disponible para conexión".

Figura 20

Servidor configurado y en espera a ser conectado de manera remota.



b. Configuración de una PC - Estación Remota o Teléfono Móvil de un Usuario para Acceder al PC Servidor desde otro dispositivo

- Desde otro dispositivo (ya sea otro PC o un teléfono móvil), abre Google Chrome o la aplicación de Chrome Remote Desktop (si estás usando un teléfono).
- Inicia sesión con la misma cuenta de Google que configuraste en el PC Servidor.
- Deberías ver la lista de las computadoras configuradas para acceso remoto. Haz clic sobre la computadora que desees acceder.
- Ingresa el PIN previamente configurado y podrás ver el escritorio del PC Servidor en tu dispositivo.

c. Consideraciones de seguridad

- Asegúrate de tener una contraseña segura para la cuenta de Google asociada.
- El PIN también debe ser robusto y único.

- Si el servidor está en una red privada o protegida por firewall, verifica que el puerto necesario para la conexión (generalmente 443) esté abierto.
- Con estos pasos, tu servidor estará listo para ser controlado de manera remota usando Google Remote Desktop.

Figura 21

Acceso al Servidor SCADA desde una Estación Remota.

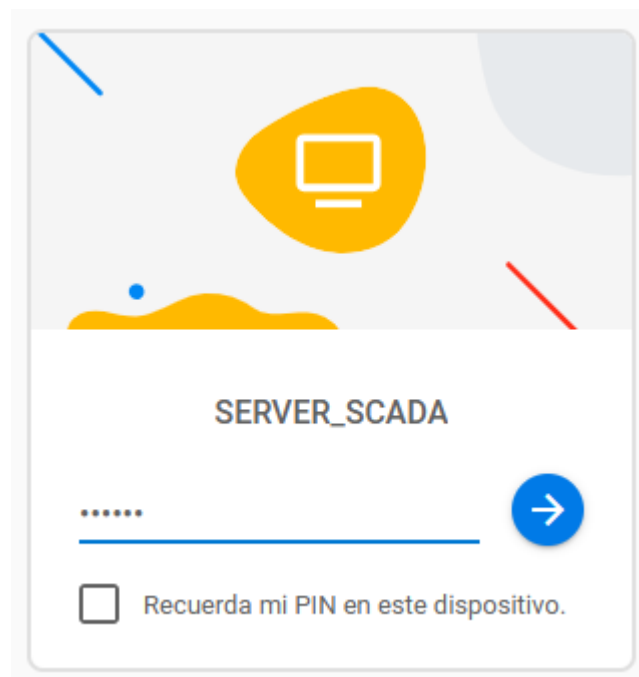
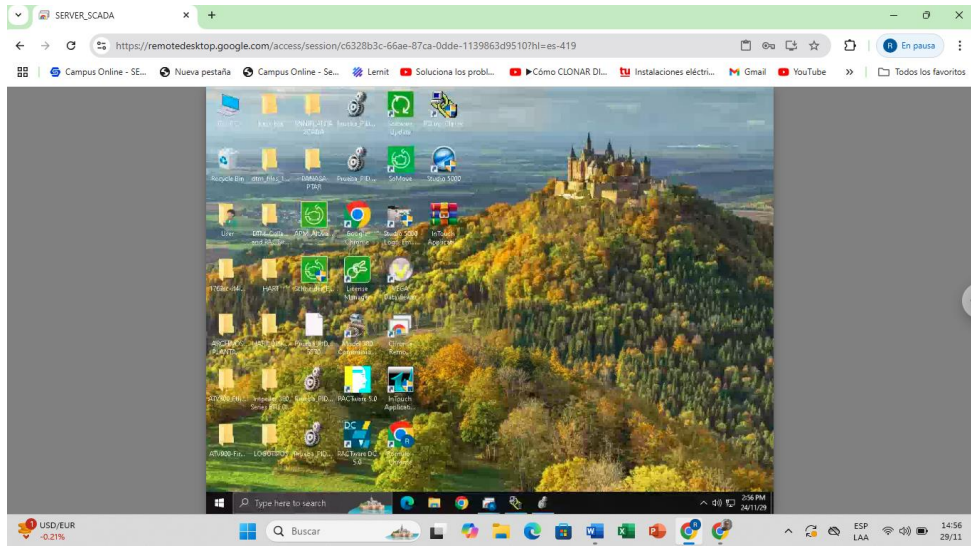


Figura 22

Conexión efectuada y lista para comenzar a usar la plataforma.



IV CONCLUSIONES

1. La implementación de una plataforma de laboratorios remotos ha proporcionado una solución eficiente para superar las limitaciones de los laboratorios tradicionales en la carrera de Instrumentación Industrial. Gracias a un diseño adecuado que integra simulaciones realistas y una implementación técnica robusta, los estudiantes ahora tienen la capacidad de realizar prácticas continuas y flexibles, mejorando tanto su aprendizaje teórico como práctico. Esta plataforma no solo facilita el acceso a los recursos educativos, sino que también acerca a los estudiantes a la práctica profesional real de la automatización y el control industrial.
2. La investigación sobre las necesidades de estudiantes y docentes reveló que los laboratorios tradicionales presentaban problemas relacionados con la accesibilidad de equipos, horarios limitados y la falta de prácticas continuas que complementaran la teoría. Estas restricciones dificultaban la formación de los estudiantes en un entorno real de Instrumentación Industrial, lo que hizo evidente la necesidad de laboratorios remotos para mejorar la calidad educativa
3. La investigación sobre el diseño de la plataforma de laboratorios remotos se enfocó en la accesibilidad, flexibilidad y realismo de las prácticas. Se integró un sistema SCADA como herramienta principal, permitiendo a los estudiantes controlar y monitorear procesos industriales a distancia. La plataforma fue creada para ser intuitiva,

facilitando la interacción remota con los sistemas y reforzando la comprensión del control y automatización industrial.

4. La investigación sobre la implementación técnica incluyó el desarrollo de la plataforma con sistema SCADA y tecnologías web, configurando servidores para soportar conexiones simultáneas. Se establecieron sistemas de monitoreo, control y simulación de equipos industriales, permitiendo a los estudiantes acceder a las prácticas en cualquier momento y desde cualquier lugar. Además, se ofreció capacitación a docentes y estudiantes, y se realizaron pruebas exhaustivas para detectar y corregir fallos, optimizando así la experiencia de aprendizaje.

V RECOMENDACIONES

1. Se recomienda explorar la integración de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial (IA) y el Internet de las Cosas (IoT) en los laboratorios remotos. Estas tecnologías pueden enriquecer las simulaciones, permitiendo a los estudiantes interactuar con procesos industriales aún más complejos y realistas, así como mejorar la personalización del aprendizaje.
2. Para garantizar el uso adecuado de la plataforma, se recomienda establecer un programa de capacitación continua para los docentes. De esta manera, los profesores podrán integrar las nuevas herramientas y metodologías en sus clases de forma efectiva, optimizando el proceso de enseñanza.
3. Es importante implementar un plan de sostenibilidad que contemple tanto la actualización periódica de la plataforma como su mantenimiento a largo plazo. Esto incluye actualizaciones de software, soporte técnico continuo y mejoras en la infraestructura tecnológica.

VI REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alcántara, J. (2022). Implementación de un laboratorio de acceso remoto para mejorar el aprendizaje de los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Privada de Tacna, Tacna – Perú (Tesis de maestría, Universidad Privada de Tacna, Tacna, Perú). Recuperado de <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/3282>.

Auer, M., et al. (2016). Remote laboratories and their applications in research and education. *Journal of Engineering Education*, 15(3), 45-60.

Auer, M., et al. (2016). Remote laboratories and their applications in technical education. *Journal of Engineering Education*, 23(4), 134-146.

Bernal, C. (2010). La investigación descriptiva. En *Metodología de la investigación* (pp. 123-130). Editorial XYZ.

Casares Hernández, M., et al. (1999). *La investigación documental: Principios y técnicas*. Editorial ABC.

Cooper, J., & Ferreira, M. (2018). Remote laboratory systems for instrumentación education: A hands-on approach. *International Journal of Engineering Education*, 34(5), 112-126.

Cooper, J., & Ferreira, M. (2018). The impact of remote laboratory platforms on science education. *Educational Technology Research and Development*, 56(2), 134-146.

De Jong, T., et al. (2018). The role of remote labs in engineering education: Opportunities and challenges. *International Journal of Engineering Education*, 34(5), 123-135.

Gillet, D., et al. (2016). Technological infrastructure for remote laboratories: Designing and implementing systems for interactive education. *Educational Technology*, 12(4), 45-58.

Gomes, L., & García-Zubía, J. (2020). Remote learning platforms for industrial instrumentation: A new approach for engineering education. *Educational Technology & Society*, 23(3), 95-108.

Gomes, L., et al. (2020). Remote laboratory systems in higher education: Development, implementation, and evaluation. *Journal of Distance Education*, 41(2), 89-102.

Gravier, D., et al. (2019). Scalability challenges in remote laboratory platforms: Adapting to educational needs. *Journal of Science and Technology Education*, 17(2), 78-89.

Gravier, D., et al. (2019). Scalability of remote laboratory platforms: Challenges and solutions for large-scale implementation. *Journal of Educational Computing Research*, 57(3), 245-260.

Heradio, R., et al. (2016). Interactive remote laboratories for industrial instrumentation education: Advancing technical skills through virtual environments. *Journal of Vocational Education and Training*, 68(1), 34-47.

Heradio, R., et al. (2016). Interactivity in remote laboratory environments: Enhancing user engagement in educational practices. *Interactive Learning Environments*, 24(2), 123-135.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación* (5a ed.). McGraw-Hill.

López, C., et al. (2015). Global accessibility and flexibility in remote laboratories for technical education. *International Journal of Online Engineering*, 11(2), 123-134.

López, C., et al. (2015). Global accessibility and impact of remote laboratories in higher education. *International Journal of Online Engineering*, 11(1), 78-92.

Ma, X., & Nickerson, J. (2020). Ensuring safe and flexible learning in remote industrial laboratories. *Journal of Engineering Technology*, 45(1), 20-32.

Ma, X., & Nickerson, J. (2020). Hands-on experiences through remote laboratories: Opportunities and challenges. *Journal of STEM Education*, 21(4), 200-214.

Marianetti, F. (2006). Laboratorios remotos, un aporte para su diseño y gestión - Universidad de Mendoza, Mendoza - Argentina (Tesis de maestría, Universidad de Mendoza, Mendoza, Argentina). Recuperado de <https://um.edu.ar/wp-content/uploads/Tesis-OMarianetti.pdf>.

Molano, L. (2024). Laboratorios virtuales y laboratorios remotos como apoyo en la formación académica- Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Bogotá - Colombia (Tesis de maestría, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Bogotá, Colombia). Recuperado de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/61858/jemolanob.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Noguez, J., et al. (2019). Hybrid remote laboratories: Bridging simulation and real equipment in educational settings. *Journal of Science Education and Technology*, 28(2), 102-115.

Noguez, J., et al. (2019). Hybrid systems for industrial instrumentation education: Combining remote access and advanced simulations. *Interactive Learning Environments*, 27(3), 45-59.

Pérez, J. (2022). Laboratorio remoto de automatización industrial y el proceso de enseñanza-aprendizaje en la Facultad de Tecnología de la Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, Lima – Perú (Tesis de maestría, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, Lima, Perú). Recuperado <https://repositorio.une.edu.pe/entities/publication/beab032e-71f5-4206-bd01-a6e0a00164fd>.

Rodríguez-Ascaso, A., et al. (2020). Professional development through remote instrumentation platforms: A case study in continuous training. *Journal of Industrial Training and Education*, 19(4), 110-123.

Rodríguez-Ascaso, A., et al. (2020). Professional training with remote laboratories in industrial sectors: A case study. *Vocational Education and Training Journal*, 18(2), 112-123.

Santos-Martín, R., et al. (2020). Communication systems for remote laboratories: Ensuring real-time data transfer and synchronization. *International Journal of Computer Applications*, 28(6), 56-69.

Santos-Martín, R., et al. (2020). Overcoming challenges in the use of remote laboratories: Training users and educators for success. *Educational Technology Research and Development*, 67(2), 87-99.

SENATI. (2024). Carrera técnica profesional de instrumentación industrial. *Sistema de Educación Técnica*, 1(1), 1-15.

Viegas, S., et al. (2021). Simulating real industrial environments in remote platforms: Challenges and opportunities. *Journal of Engineering Education*, 32(5), 215-229.

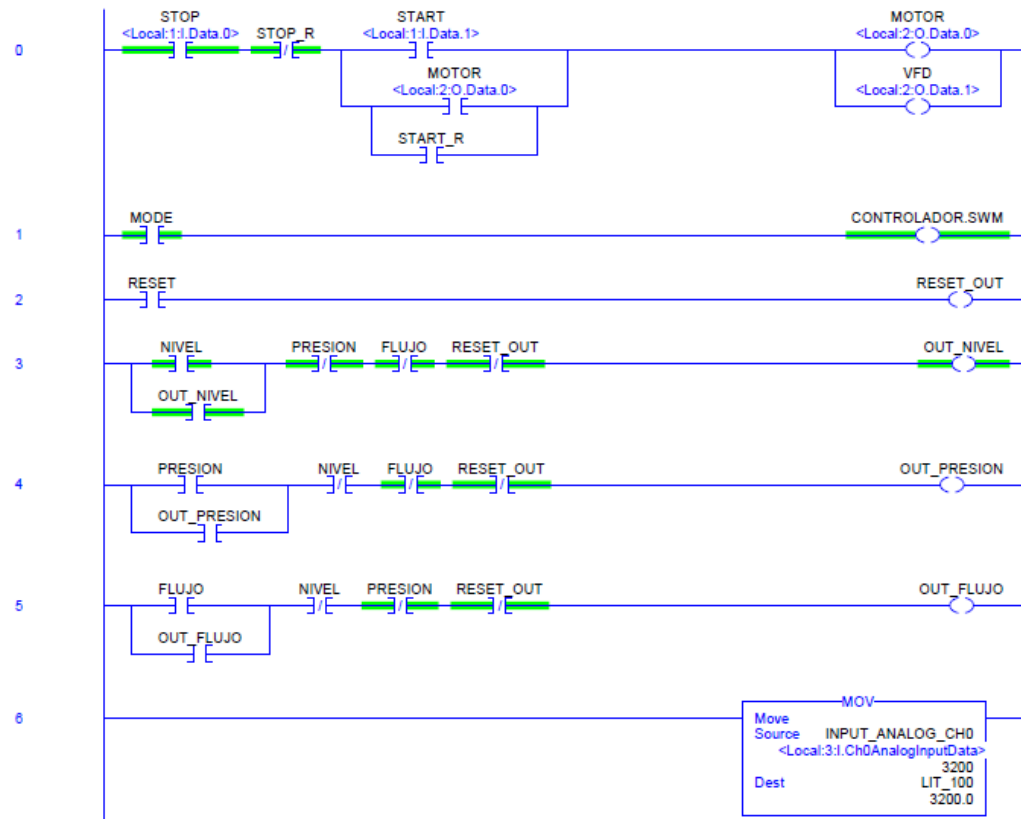
Viegas, S., et al. (2021). Simulation-based remote laboratories: A cost-effective solution for engineering education. *Journal of Engineering Technology*, 35(1), 12-25.

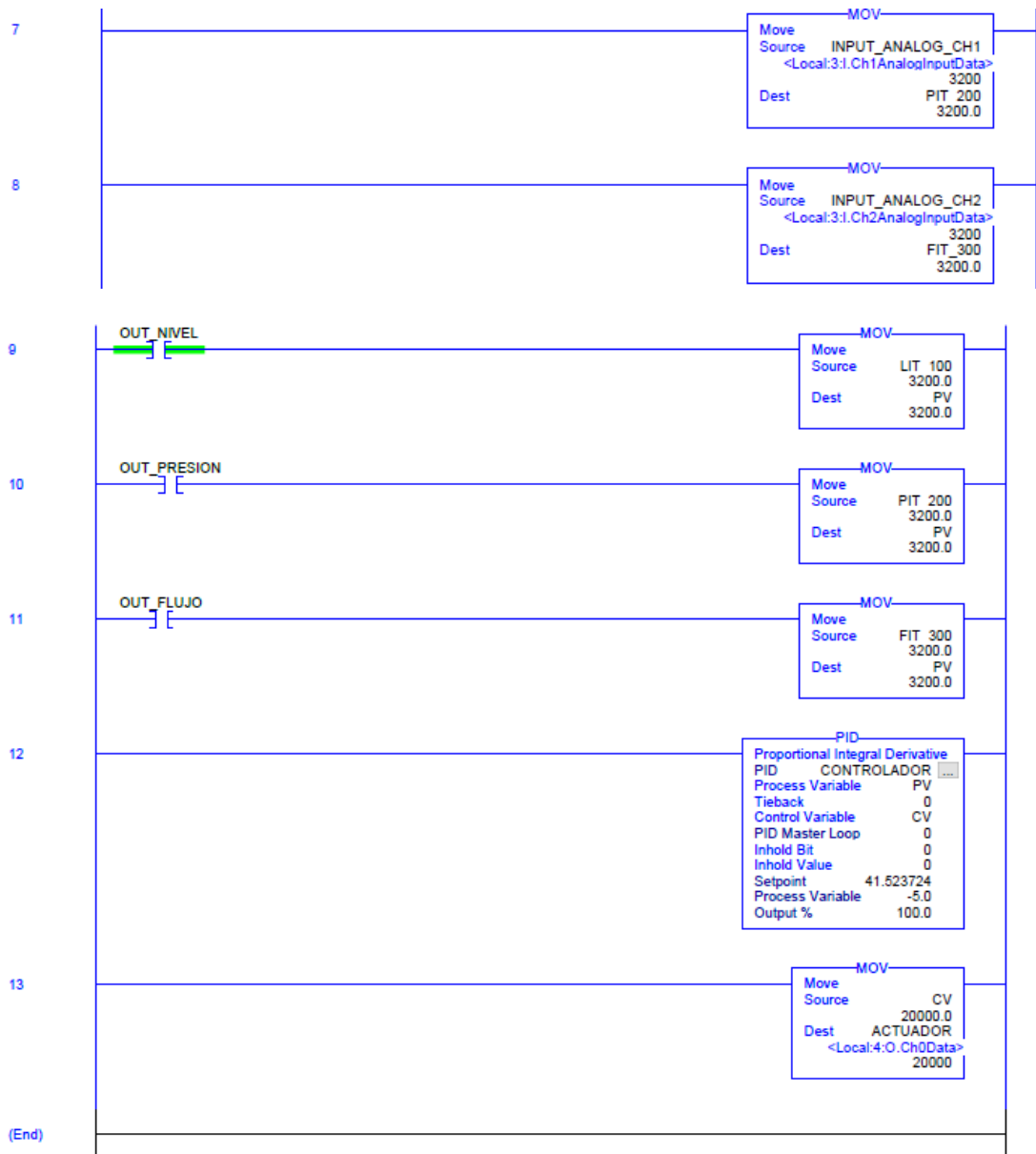
Zutin, D., et al. (2017). User interfaces in remote laboratories: Enhancing accessibility and usability for educational purposes. *Educational Technology & Society*, 20(3), 45-58.

VII ANEXOS

Anexo 1: Diagrama Ladder de la Miniplanta Didáctica

A continuación, se presenta el diagrama Ladder de la Miniplanta Didáctica, utilizado para simular el control de procesos industriales de Nivel, Presión y Flujo. Este diagrama ilustra cómo se conectan los distintos componentes tanto sensores como actuadores y cómo el PLC controla el flujo de operaciones en la planta.





Anexo 2: Lista de TAGs del Programa Ladder de la Miniplanta Didáctica

A continuación, se presenta el listado de TAGs usados en el diagrama Ladder de la Miniplanta Didáctica, los cuales se interconectarán con el Servidor OPC al Sistema SCADA Intouch.

Name	Value	Data Type
 ACTUADOR	20000	INT
AliasFor:	Local:4:O.Ch0Data	
Base Tag:	Local:4:O.Ch0Data	
Constant	No	
External Access:	Read/Write	
<i>ACTUADOR - MainProgram/MINIPLANTA - *13(MOV)</i>		
 CONTROLADOR		PID
Constant	No	
External Access:	Read/Write	
<i>CONTROLADOR - MainProgram/MINIPLANTA - *12(PID)</i>		
CONTROLADOR.SWM	1	BOOL
<i>CONTROLADOR.SWM - MainProgram/MINIPLANTA - *1(OTE)</i>		
 CV	20000.0	REAL
Constant	No	
External Access:	Read/Write	
<i>CV - MainProgram/MINIPLANTA - *12(PID), 13(MOV)</i>		
 FIT_300	3200.0	REAL
Constant	No	
External Access:	Read/Write	
<i>FIT_300 - MainProgram/MINIPLANTA - *8(MOV), 11(MOV)</i>		
 FLUJO	0	BOOL
Constant	No	
External Access:	Read/Write	
<i>FLUJO - MainProgram/MINIPLANTA - 3(XIO), 4(XIO), 5(XIC)</i>		
 INPUT_ANALOG_CH0	3200	INT
AliasFor:	Local:3:I.Ch0AnalogInputData	
Base Tag:	Local:3:I.Ch0AnalogInputData	
Constant	No	
External Access:	Read/Write	
<i>INPUT_ANALOG_CH0 - MainProgram/MINIPLANTA - 6(MOV)</i>		

	INPUT_ANALOG_CH1	3200	INT
	AliasFor:	Local:3:I.Ch1AnalogInputData	
	Base Tag:	Local:3:I.Ch1AnalogInputData	
	Constant	No	
	External Access:	Read/Write	
	<i>INPUT_ANALOG_CH1 - MainProgram/MINIPLANTA - 7(MOV)</i>		
	INPUT_ANALOG_CH2	3200	INT
	AliasFor:	Local:3:I.Ch2AnalogInputData	
	Base Tag:	Local:3:I.Ch2AnalogInputData	
	Constant	No	
	External Access:	Read/Write	
	<i>INPUT_ANALOG_CH2 - MainProgram/MINIPLANTA - 8(MOV)</i>		
	LIT_100	3200.0	REAL
	Constant	No	
	External Access:	Read/Write	
	<i>LIT_100 - MainProgram/MINIPLANTA - *6(MOV), 9(MOV)</i>		
	MODE	1	BOOL
	Constant	No	
	External Access:	Read/Write	
	<i>MODE - MainProgram/MINIPLANTA - 1(XIC)</i>		
	MOTOR	0	BOOL
	AliasFor:	Local:2:O.Data.0	
	Base Tag:	Local:2:O.Data.0	
	MOTOR (Continued)		
	Constant	No	
	External Access:	Read/Write	
	<i>MOTOR - MainProgram/MINIPLANTA - *0(OTE), 0(XIC)</i>		
	NIVEL	1	BOOL
	Constant	No	
	External Access:	Read/Write	
	<i>NIVEL - MainProgram/MINIPLANTA - 3(XIC), 4(XIO), 5(XIO)</i>		
	OUT_FLUJO	0	BOOL
	Constant	No	
	External Access:	Read/Write	
	<i>OUT_FLUJO - MainProgram/MINIPLANTA - *5(OTE), 11(XIC), 5(XIC)</i>		

 OUT_NIVEL	1	BOOL
Constant	No	
External Access:	Read/Write	
<i>OUT_NIVEL - MainProgram/MINIPLANTA - *3(OTE), 3(XIC), 9(XIC)</i>		
 OUT_PRESION	0	BOOL
Constant	No	
External Access:	Read/Write	
<i>OUT_PRESION - MainProgram/MINIPLANTA - *4(OTE), 10(XIC), 4(XIC)</i>		
 PIT_200	3200.0	REAL
Constant	No	
External Access:	Read/Write	
<i>PIT_200 - MainProgram/MINIPLANTA - *7(MOV), 10(MOV)</i>		
 PRESION	0	BOOL
Constant	No	
External Access:	Read/Write	
<i>PRESION - MainProgram/MINIPLANTA - 3(XIO), 4(XIC), 5(XIO)</i>		
 PV	3200.0	REAL
Constant	No	
External Access:	Read/Write	
<i>PV - MainProgram/MINIPLANTA - *10(MOV), *11(MOV), *9(MOV), 12(PID)</i>		
 RESET	0	BOOL
Constant	No	
External Access:	Read/Write	
<i>RESET - MainProgram/MINIPLANTA - 2(XIC)</i>		
 RESET_OUT	0	BOOL
Constant	No	
External Access:	Read/Write	
<i>RESET_OUT - MainProgram/MINIPLANTA - *2(OTE), 3(XIO), 4(XIO), 5(XIO)</i>		
 START	0	BOOL
AliasFor:	Local:1:I.Data.1	
Base Tag:	Local:1:I.Data.1	
Constant	No	
External Access:	Read/Write	
<i>START - MainProgram/MINIPLANTA - 0(XIC)</i>		
 START_R	0	BOOL
Constant	No	
External Access:	Read/Write	
<i>START_R - MainProgram/MINIPLANTA - 0(XIC)</i>		
 STOP	1	BOOL
AliasFor:	Local:1:I.Data.0	

Base Tag: Local:1:I.Data.0
Constant No
External Access: Read/Write
STOP - MainProgram/MINIPLANTA - 0(XIC)

 **STOP_R** 0 BOOL
Constant No
External Access: Read/Write
STOP_R - MainProgram/MINIPLANTA - 0(XIO)

 **VFD** 0 BOOL
AliasFor: Local:2:O.Data.1
Base Tag: Local:2:O.Data.1
Constant No
External Access: Read/Write
*VFD - MainProgram/MINIPLANTA - *0(OTE)*

Anexo 3:

HOJA DE TAREA: OPERACIÓN MANUAL / AUTOMÁTICO – PLANTA DE NIVEL

Objetivo:

Esta hoja de instrucción tiene como objetivo guiar paso a paso en la operación segura y eficiente de la miniplanta de Nivel en el modo MANUAL y AUTOMÁTICO, asegurando la calidad del proceso y la seguridad del personal.

Equipos, herramientas y sistemas necesarios:

- Computadora o consola remota de control.
- Conexión a Internet y servicio ON LINE mediante dispositivos de comunicación: Router/Modem/
- Miniplanta con Sensores y Actuadores instalados.
- Software de monitoreo y control (SCADA / PLC).

OPERACIÓN MODO MANUAL

Procedimiento:

1. Verificación Inicial.

- 1.1. Ingrese a la plataforma mediante los botones de acceso en la siguiente secuencia: OPERACIÓN, CONTROL DE NIVEL.
- 1.2. Presione el botón RESET, para garantizar las condiciones iniciales y que todos los sistemas estén en estado de reposo, el indicador de Modo pasa a fondo rojo.
- 1.3. Confirma que la alimentación eléctrica de la miniplanta esté activa, para ello presione en botón INICIAR, el indicador de Modo pasa de fondo rojo a verde.



2. Habilitación del Modo Manual.

- 2.1. Selecciona el modo MANUAL en la consola o interfaz SCADA y compruebe que el indicador de "Modo Manual" esté iluminado en fondo verde, si está en modo AUTO haga un click para cambiar el modo.



3. Operación de Componentes del Sistema de Control.

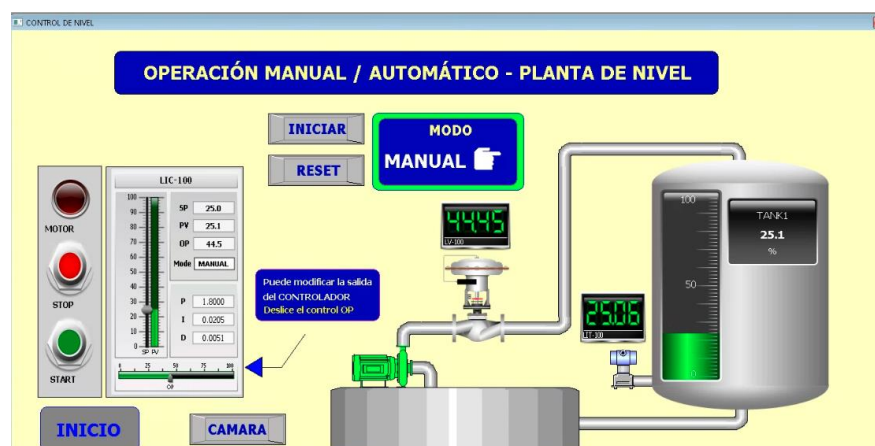
- 3.1. Modifique la salida del controlador (**MV**) a 50% aproximadamente y la variable de referencia (**SP**) a un 30%.
- 3.2. Presione el botón **START** para encender la bomba y generar caudal y presión de agua para el llenado del tanque de proceso, observe que el indicador de nivel **LIT-100** comenzará a indicar el nivel en ascenso.
- 3.3. Modifique el valor de salida del controlador (**MV**) o la válvula de control automático reduciéndolo o abriéndolo y anotar el Caudal producido en la siguiente tabla.

N°	Salida del controlador (MV)	Caudal
1	20 %	
2	30%	
3	40%	
4	50%	
5	60%	

- 3.4. Modifique el valor de salida del controlador (MV) o la válvula de control automático reduciéndolo o abriéndolo, para alcanzar el nivel requerido o deseado SP, por ejemplo el 50% y anote los valores necesarios para lograrlo.

N°	Salida del controlador (MV)	Caudal	SP	PV

- 3.5. Supervisa las señales de sensores en tiempo real permanentemente.



4. Monitoreo y Finalización.

- 4.2 Supervisa las señales de los instrumentos y equipos en tiempo real permanentemente.
- 4.3 Apaga la bomba con el botón **STOP**.

MODO AUTOMÁTICO

Procedimiento:

5. Verificación Inicial.

- 5.1 Revisa que la programación del PLC esté cargada y actualizada.
- 5.2 Asegúrate de que los sensores y actuadores estén funcionando.
- 5.3 Revisa los ajustes PID del controlador: $K_c = 1.8$, $K_i = 0.0205$, $K_d = 0.0051$.

6. Habilitación del Modo Automático.

- 6.1 Selecciona el modo **AUTO** en la consola o interfaz SCADA y compruebe que el indicador de "Modo Auto" esté iluminado en fondo verde, si está en modo **MANUAL** haga un click para cambiar el modo.



7. Operación de Componentes del Sistema de Control.

- 7.1. Modifique el valor de la Variable de Referencia (SP) en sentido ascendente y descendente y anotar los tiempos en la siguiente tabla.

Nº	SP	PV
1	30%	
2	40%	
3	50%	
4	60%	
5	50%	
6	40%	
7	30%	

8. Monitoreo y Finalización.

- 8.2 Supervisa las señales de los instrumentos y equipos en tiempo real permanentemente.
- 8.3 Apaga la bomba con el botón **STOP**.

9. Conclusiones

De acuerdo con lo realizado anote sus conclusiones teniendo en cuenta sus limitaciones al inicio, las configuraciones y pruebas realizadas.

Anexo 4:

HOJA DE TAREA: OPERACIÓN MANUAL / AUTOMÁTICO – PLANTA DE PRESIÓN

Objetivo:

Esta hoja de instrucción tiene como objetivo guiar paso a paso en la operación segura y eficiente de la miniplanta de Presión en el modo MANUAL y AUTOMÁTICO, asegurando la calidad del proceso y la seguridad del personal.

Equipos, herramientas y sistemas necesarios:

- Computadora o consola remota de control.
- Conexión a Internet y servicio ON LINE mediante dispositivos de comunicación: Router/Modem/
- Miniplanta con Sensores y Actuadores instalados.
- Software de monitoreo y control (SCADA / PLC).

OPERACIÓN MODO MANUAL

Procedimiento:

1. Verificación Inicial.

- 1.4. Ingrese a la plataforma mediante los botones de acceso en la siguiente secuencia: OPERACIÓN, CONTROL DE PRESIÓN.
- 1.5. Presione el botón RESET, para garantizar las condiciones iniciales y que todos los sistemas estén en estado de reposo, el indicador de Modo pasa a fondo rojo.
- 1.6. Confirma que la alimentación eléctrica de la miniplanta esté activa, para ello presione en botón INICIAR, el indicador de Modo pasa de fondo rojo a verde.



2. Habilitación del Modo Manual.

- 2.2. Selecciona el modo MANUAL en la consola o interfaz SCADA y compruebe que el indicador de "Modo Manual" esté iluminado en fondo verde, si está en modo AUTO haga un click para cambiar el modo.



3. Operación de Componentes del Sistema de Control.

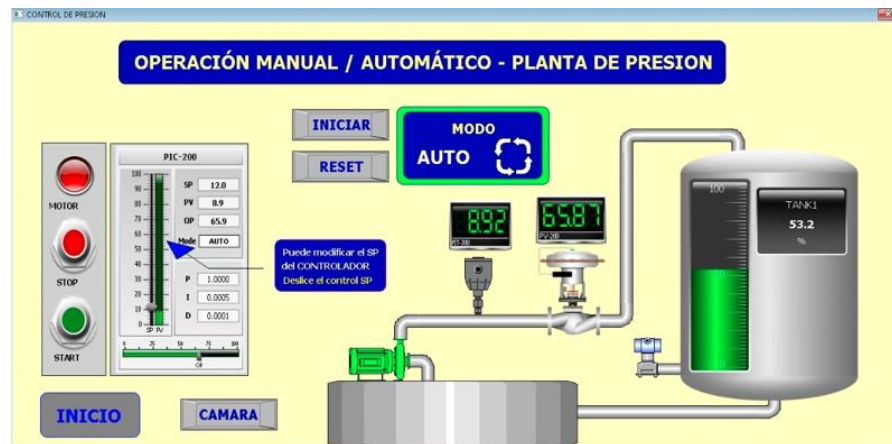
- 3.6. Modifique la salida del controlador (**MV**) a 30% aproximadamente y la variable de referencia (**SP**) a un 20%.
- 3.7. Presione el botón **START** para encender la bomba y generar caudal y presión de agua para el llenado del tanque de proceso, observe que el indicador de presión **PIT-200** comenzará a indicar presión en ascenso.
- 3.8. Modifique el valor de salida del controlador (**MV**) o la válvula de control automático reduciéndolo o abriéndolo y anotar la Presión producido en la siguiente tabla.

Nº	Salida del controlador (MV)	Presión
1	20 %	
2	30%	
3	40%	
4	50%	
5	60%	

- 3.9. Modifique el valor de salida del controlador (MV) o la válvula de control automático reduciéndolo o abriéndolo, para alcanzar la presión requerida o deseada SP, por ejemplo el 15% y anote los valores necesarios para lograrlo.

Nº	Salida del controlador (MV)	Caudal	SP	PV

- 3.10. Supervisa las señales de sensores en tiempo real permanentemente.



4. Monitoreo y Finalización.

- 4.2 Supervisa las señales de los instrumentos y equipos en tiempo real permanentemente.
- 4.3 Apaga la bomba con el botón **STOP**.

MODO AUTOMÁTICO

Procedimiento:

5. Verificación Inicial.

- 5.4 Revisa que la programación del PLC esté cargada y actualizada.
- 5.5 Asegúrate de que los sensores y actuadores estén funcionando.
- 5.6 Revisa los ajustes PID del controlador: $K_c = 1.0$, $K_i = 0.0005$, $K_d = 0.0001$.

6. Habilitación del Modo Automático.

- 6.2 Selecciona el modo **AUTO** en la consola o interfaz SCADA y compruebe que el indicador de "Modo Auto" esté iluminado en fondo verde, si está en modo **MANUAL** haga un click para cambiar el modo.



7. Operación de Componentes del Sistema de Control.

- 7.2. Modifique el valor de la Variable de Referencia (SP) en sentido ascendente y descendente y anotar los tiempos en la siguiente tabla.

Nº	SP	PV
1	30%	
2	40%	
3	50%	
4	60%	
5	50%	
6	40%	
7	30%	

8. Monitoreo y Finalización.

- 8.2 Supervisa las señales de los instrumentos y equipos en tiempo real permanentemente.
- 8.3 Apaga la bomba con el botón **STOP**.

9. Conclusiones

De acuerdo con lo realizado anote sus conclusiones teniendo en cuenta sus limitaciones al inicio, las configuraciones y pruebas realizadas.

Anexo 5:

HOJA DE TAREA: OPERACIÓN MANUAL / AUTOMÁTICO – PLANTA DE FLUJO

Objetivo:

Esta hoja de instrucción tiene como objetivo guiar paso a paso en la operación segura y eficiente de la miniplanta de Flujo en el modo MANUAL y AUTOMÁTICO, asegurando la calidad del proceso y la seguridad del personal.

Equipos, herramientas y sistemas necesarios:

- Computadora o consola remota de control.
- Conexión a Internet y servicio ON LINE mediante dispositivos de comunicación: Router/Modem/
- Miniplanta con Sensores y Actuadores instalados.
- Software de monitoreo y control (SCADA / PLC).

OPERACIÓN MODO MANUAL

Procedimiento:

1. Verificación Inicial.

- 1.7. Ingrese a la plataforma mediante los botones de acceso en la siguiente secuencia: OPERACIÓN, CONTROL DE FLUJO.
- 1.8. Presione el botón RESET, para garantizar las condiciones iniciales y que todos los sistemas estén en estado de reposo, el indicador de Modo pasa a fondo rojo.
- 1.9. Confirma que la alimentación eléctrica de la miniplanta esté activa, para ello presione en botón INICIAR, el indicador de Modo pasa de fondo rojo a verde.



2. Habilitación del Modo Manual.

- 2.3. Selecciona el modo MANUAL en la consola o interfaz SCADA y compruebe que el indicador de "Modo Manual" esté iluminado en fondo verde, si está en modo AUTO haga un click para cambiar el modo.



3. Operación de Componentes del Sistema de Control.

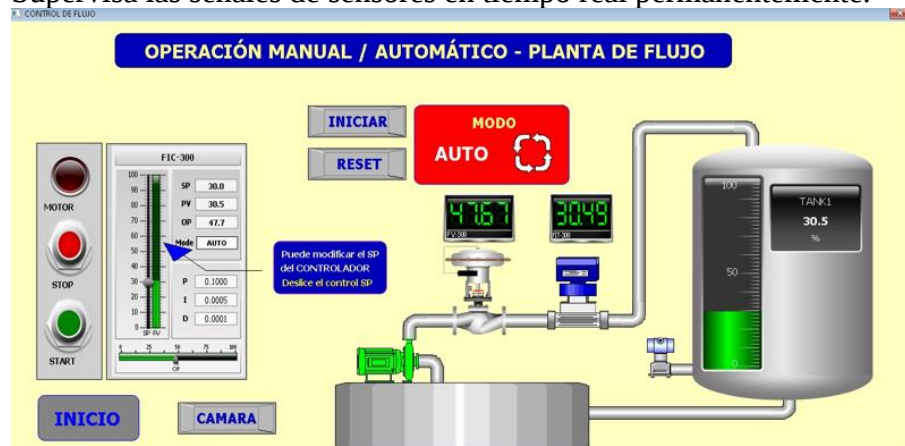
- 3.11. Modifique la salida del controlador (**MV**) a 30% aproximadamente y la variable de referencia (**SP**) a un 30%.
- 3.12. Presione el botón **START** para encender la bomba y generar caudal y presión de agua, observe que el indicador de flujo **FIT-300** comenzará a indicar el caudal en ascenso.
- 3.13. Modifique el valor de salida del controlador (**MV**) o la válvula de control automático reduciéndolo o abriéndolo y anotar el Caudal producido en la siguiente tabla.

Nº	Salida del controlador (MV)	Caudal
1	20 %	
2	30%	
3	40%	
4	50%	
5	60%	

- 3.14. Modifique el valor de salida del controlador (MV) o la válvula de control automático reduciéndolo o abriéndolo, para alcanzar el caudal requerido o deseado SP, por ejemplo, el 45% y anote los valores necesarios para lograrlo.

Nº	Salida del controlador (MV)	Caudal	SP	PV

- 3.15. Supervisa las señales de sensores en tiempo real permanentemente.



4. Monitoreo y Finalización.

- 4.2 Supervisa las señales de los instrumentos y equipos en tiempo real permanentemente.
- 4.3 Apaga la bomba con el botón **STOP**.

MODO AUTOMÁTICO

Procedimiento:

5. Verificación Inicial.

- 5.7 Revisa que la programación del PLC esté cargada y actualizada.
- 5.8 Asegúrate de que los sensores y actuadores estén funcionando.
- 5.9 Revisa los ajustes PID del controlador: $K_c = 1.0$, $K_i = 0.0005$, $K_d = 0.0001$.

6. Habilitación del Modo Automático.

- 6.3 Selecciona el modo **AUTO** en la consola o interfaz SCADA y compruebe que el indicador de "Modo Auto" esté iluminado en fondo verde, si está en modo **MANUAL** haga un click para cambiar el modo.



7. Operación de Componentes del Sistema de Control.

- 7.3. Modifique el valor de la Variable de Referencia (SP) en sentido ascendente y descendente y anotar los tiempos en la siguiente tabla.

Nº	SP	PV
1	30%	
2	40%	
3	50%	
4	60%	
5	50%	
6	40%	
7	30%	

8. Monitoreo y Finalización.

- 8.2 Supervisa las señales de los instrumentos y equipos en tiempo real permanentemente.
- 8.3 Apaga la bomba con el botón **STOP**.

9. Conclusiones

De acuerdo con lo realizado anote sus conclusiones teniendo en cuenta sus limitaciones al inicio, las configuraciones y pruebas realizadas.

Anexo 6:

HOJA DE TAREA: CONFIGURACIÓN DEL TRANSMISOR DE NIVEL

Objetivo:

Esta hoja de instrucción tiene como objetivo guiar paso a paso en el proceso de configuración de un **Transmisor de Nivel Rosemount HART** utilizando el **software Pactware** y el **módulo de entrada analógica HART 1769-IF4IH** para la integración con un PLC Allen-Bradley. El proceso incluye la configuración y calibración del transmisor de nivel, la verificación de la salida de corriente y la integración con el PLC.

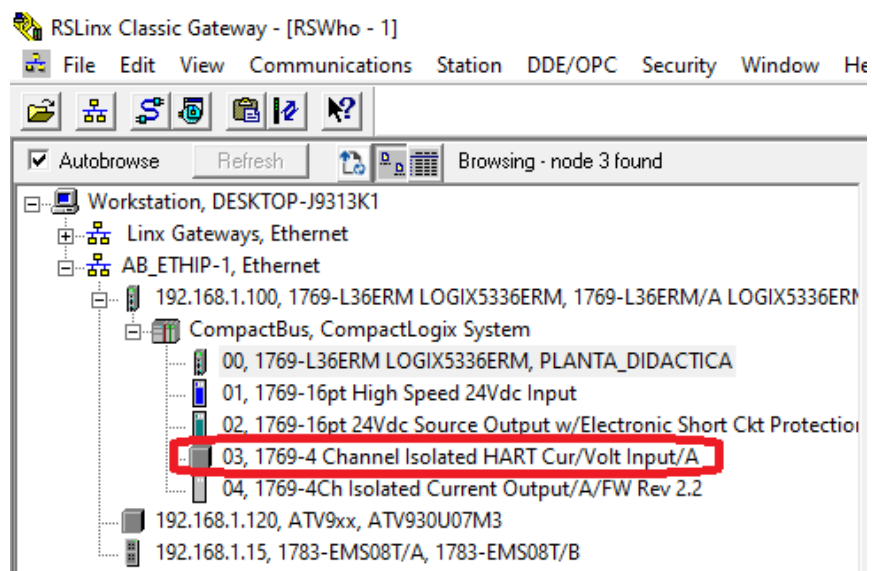
Herramientas necesarias:

- Transmisor de Nivel Rosemount (rango de 0 a 4 pies) con comunicación HART.
- Módulo de entrada analógica HART 1769-IF4IH (Allen-Bradley).
- Fuente de alimentación (12-36 VDC para el transmisor de nivel).
- Computadora con software Pactware instalado.
- Cables de conexión (para HART y alimentación).

Procedimiento:

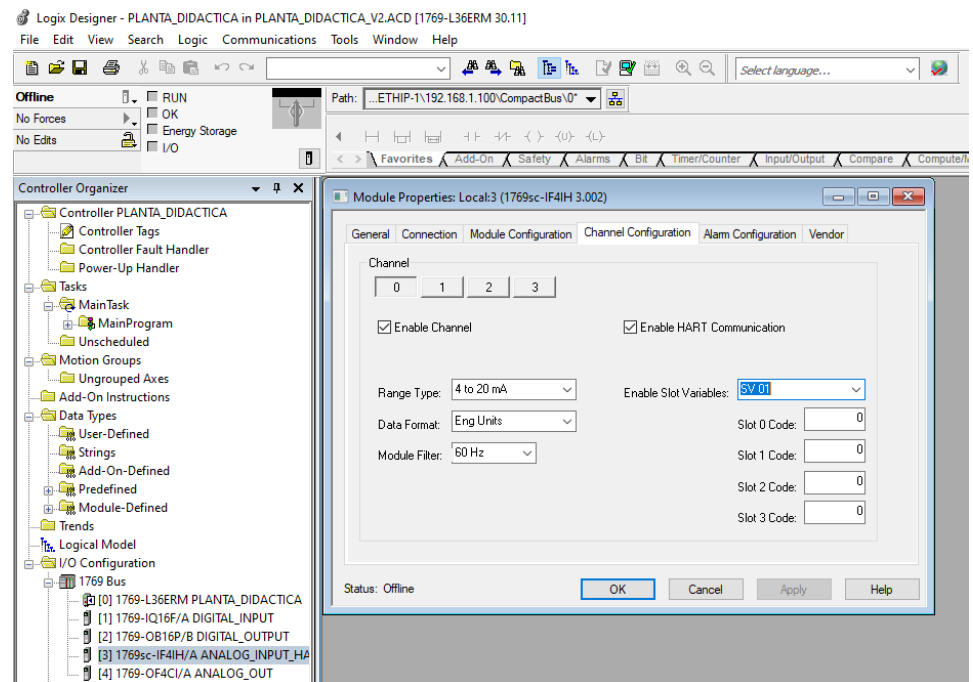
1. Verificación inicial del Sistema de Control con Instrumentación Hart.

- 1.10. En el **PLC Allen-Bradley**, asegúrese de que el **módulo HART 1769-IF4IH** esté correctamente instalado en la ranura de expansión **03**.



- 1.11. En el software de programación del PLC **STUDIO 5000 – Logix Designer**, asegúrese de que la comunicación HART esté habilitada y que la dirección del dispositivo y los parámetros de comunicación estén correctamente configurados y que el **PLC** esté configurado para

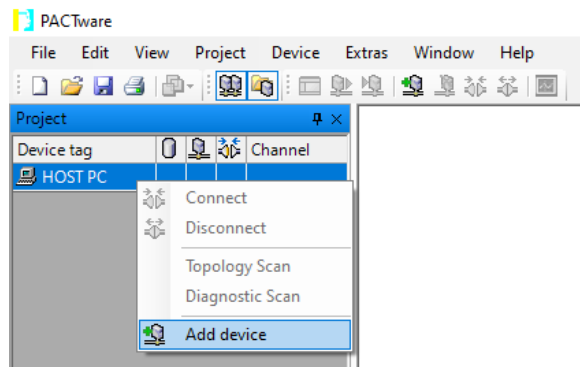
interpretar las señales HART correctamente y que pueda leer las señales analógicas de **4-20 mA**.



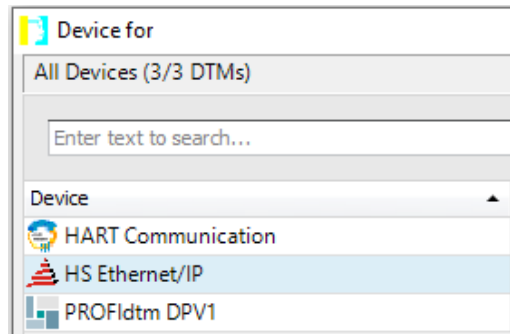
2. Conexión del Pactware con el Transmisor de Nivel:

2.1. Agregar un dispositivo de comunicaciones

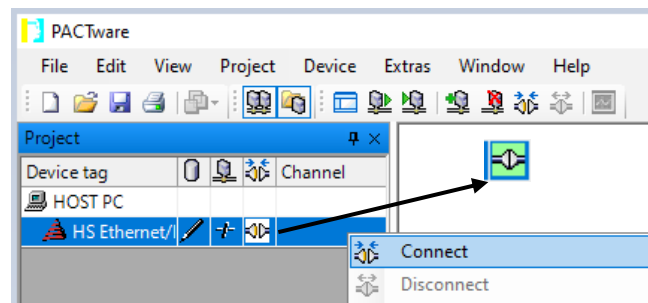
- a. Una vez iniciado el programa **Pactware**, haga un click derecho en la pestaña **HOST PC** y luego con un click elija **Add device** en el menú.



- b. Seleccione HS Ethernet/IP de la lista de dispositivos

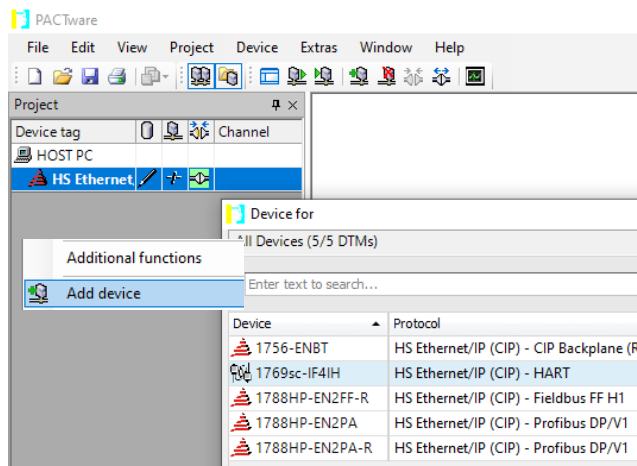


- c. Conecte el dispositivo, haciendo un click derecho en el dispositivo seleccionado anteriormente y luego en **Connect**, notará que cambiará de color a verde como señal que ha sido exitoso.

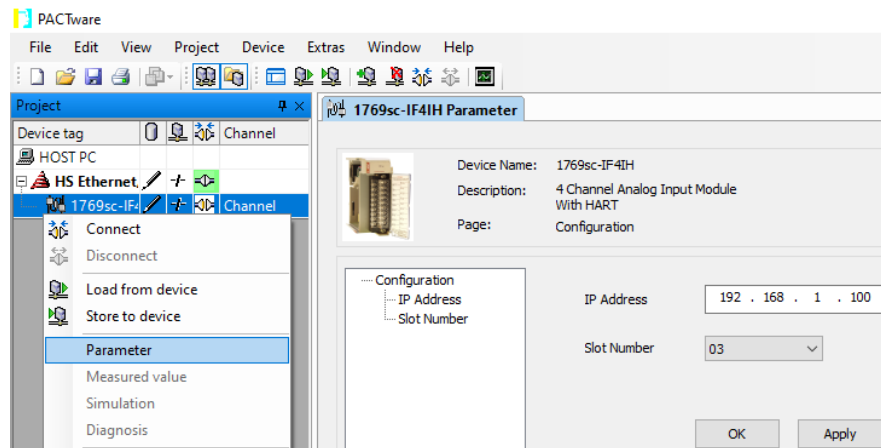


2.2. Agregar un dispositivo de comunicaciones HART

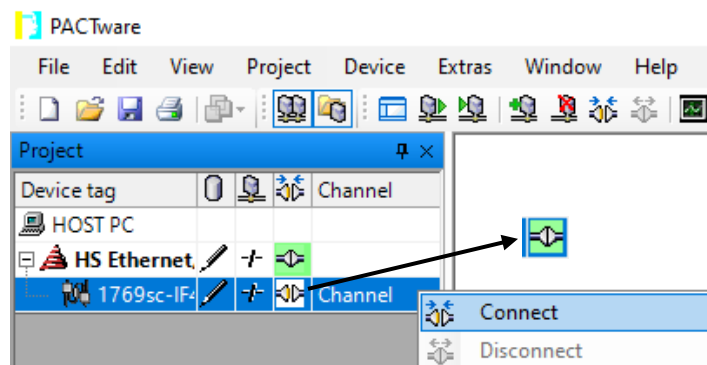
- a. Realice un click derecho en la pestaña **HS Ethernet/IP**, luego un click en **Add Device** y finalmente con un click elija el módulo **HART 1769sc-IF4IH** en el menú.



- b. Realice un click derecho en la pestaña **1769sc-IF4IH** y luego elija la opción **Parameter** en el menú, luego asigne la dirección **192.168.1.100** como **IP**, **03** como número de **Slot** y finalmente click en el botón **Ok**.

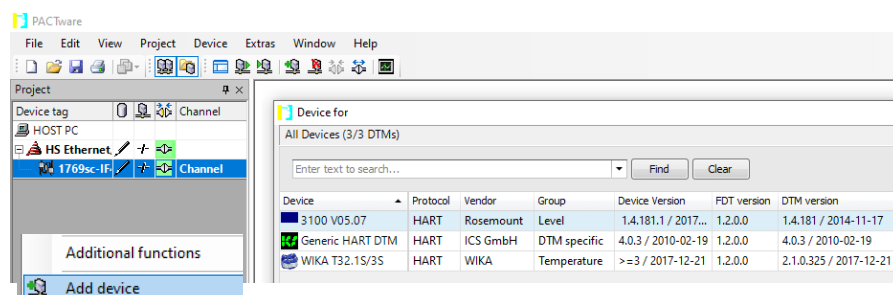


- c. Conecte el dispositivo, haciendo un click derecho en el dispositivo seleccionado anteriormente y luego en **Connect**, notará que cambiará de color a verde como señal que ha sido exitoso.

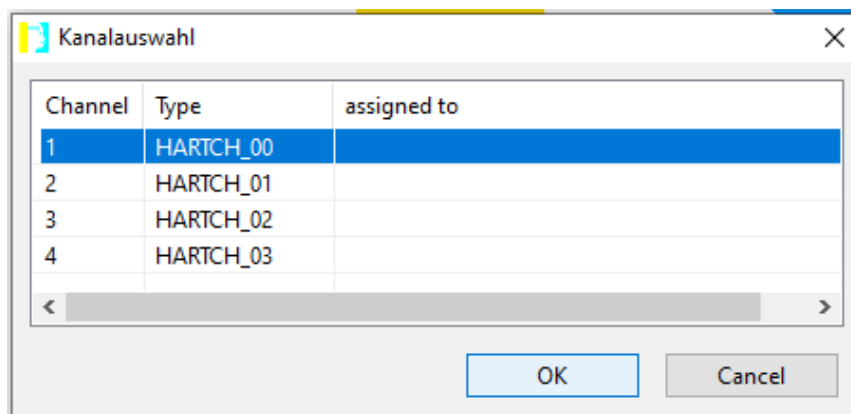


2.3. Agregar un dispositivo de campo - Transmisor de Nivel Rosemount HART

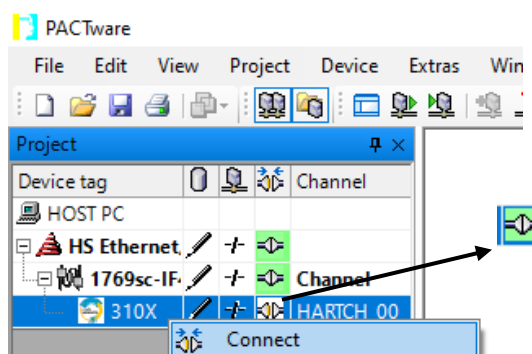
- a. Realice un click derecho en la pestaña 1769sc-IF4IH, luego un click en **Add Device** y finalmente con un click elija el **Device 3100** (Transmisor de Nivel Rosemount HART) en la lista.



- b. Seleccione Hart CH0 donde se encuentra conectado el transmisor de Nivel Rosemount, luego presione el botón **OK**.

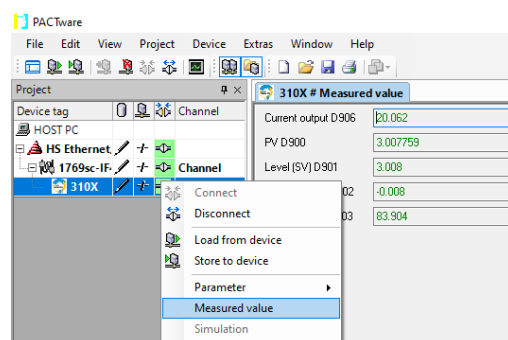


- c. Conecte el dispositivo, haciendo un click derecho en el dispositivo seleccionado anteriormente y luego en **Connect**, notará que cambiará de color a verde como señal que ha sido exitoso.



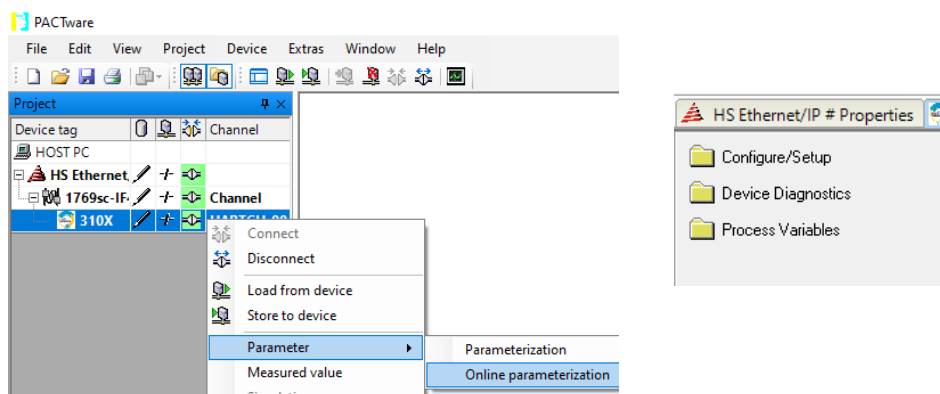
3. Configurar y Parametrizar Transmisor de Nivel Rosemount.

- 3.1. Realice un click derecho en la pestaña del Field Device **310x** o Tag configurado anteriormente, luego un click en **Parameter** y con un click elija el **Measure value**.



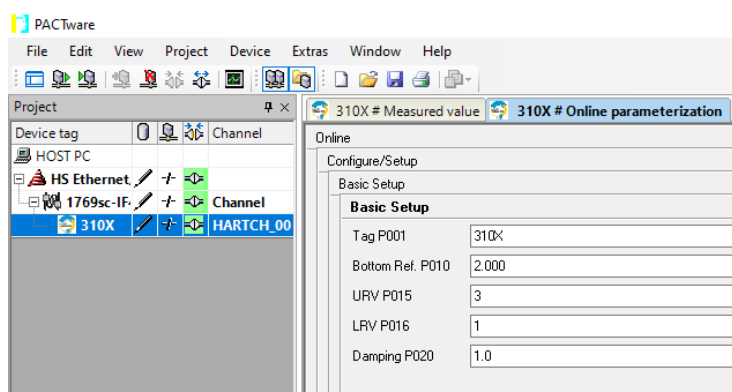
En esta opción podrá visualizar en línea el valor actual de importantes parámetros tales como: PV, Current Output, Level, etc.

- 3.2. Realice un click derecho en la pestaña del Field Device **310x** o Tag configurado anteriormente, luego un click en **Parameter** y finalmente con un click elija el **Online parametrization**.



Observará varias opciones para configuración del transmisor de nivel tal como se muestra: Configure Setup / Device Diagnostics / Process Variables, debe navegar y hacer un reconocimiento de todas las ventanas

- 3.3. Configure parámetros según requerimiento del proceso, por ejemplo, para un control de Nivel de 0 a 100%, para el cual sus valores límites **LRV**, **URV** deben ajustarse a **0** a **10** respectivamente, tenga en cuenta las unidades **Units = ft** y un amortiguamiento **Damping = 2s**, también podrá modificar el **Tagname** del instrumento por ejemplo **PIT500X** (**no pasar de 7 caracteres**)



Commando HART	Antes	Después
Tagname	PIT100X	
Units	ft	
LRV	1	
URV	3	
Damping	1.0	
Bottom Ref	2.0	
Distance Offset	1.0	
Level Offset	1.0	

4. Verificación y Pruebas

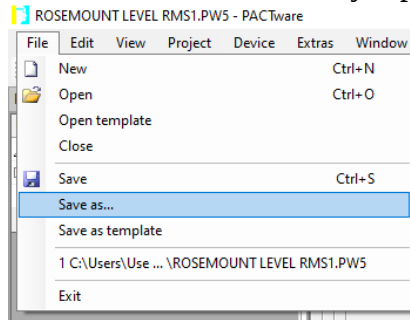
- 4.1. Verificación de la salida de corriente (4-20 mA). Aplique diferentes niveles de referencia al **transmisor de nivel Rosemount**:

- **0 %** La salida de corriente debería ser **4 mA**.
- **50 %** La salida de corriente debería ser **12 mA**.
- **100%** La salida de corriente debería ser **20 mA**.
- **Verificación de la lectura en el PLC:**

4.2. Verifique que el PLC esté recibiendo y mostrando los valores correctos del nivel de acuerdo con la señal de corriente de **4-20 mA**. Asegúrese de que el PLC muestre valores proporcionales a los niveles de referencia que se están aplicando al transmisor.

5. Guardar y Documentar la Configuración

Guardar y respaldar la configuración en Pactware: Asegúrese de guardar todos los ajustes realizados en **Pactware** y realice un respaldo de la configuración para futuras referencias, Por ejemplo, **Rosemount Level RMS1**.



6. Conclusiones

De acuerdo con lo realizado anote sus conclusiones teniendo en cuenta sus limitaciones al inicio, las configuraciones y pruebas realizadas.

Anexo 7:

HOJA DE TAREA: CONFIGURACIÓN DEL VARIADOR DE VELOCIDAD

Objetivo:

Esta hoja de instrucción tiene como objetivo guiar paso a paso en el proceso de configuración de un **Variador de Frecuencia ATV-930 Schneider MODBUS TCP** utilizando el **software Pactware** y el **DTM Modbus TCP** para la integración a un Sistema de Control. El proceso incluye la configuración del variador de frecuencia y la verificación de los principales parámetros.

Herramientas necesarias:

- Variador de Frecuencia Schneider – Altivar ATV930 (rango de 0 a 60 Hz) con comunicación MODBUS TCP.
- Computadora con software Pactware instalado.
- Cables de conexión Ethernet (MODBUS TCP).

Procedimiento:

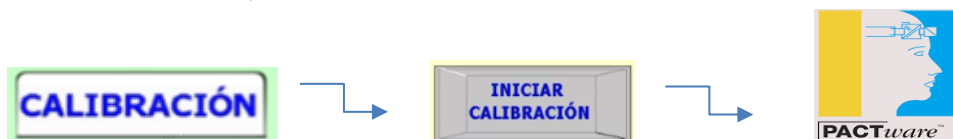
1. Verificación inicial del Sistema de Control con Instrumentación Hart.

- 1.1 En el Sistema de Control de Nivel, desde operación en manual, asegúrese de que al modificar la salida del controlador (MV), la Variable de Proceso cambie.

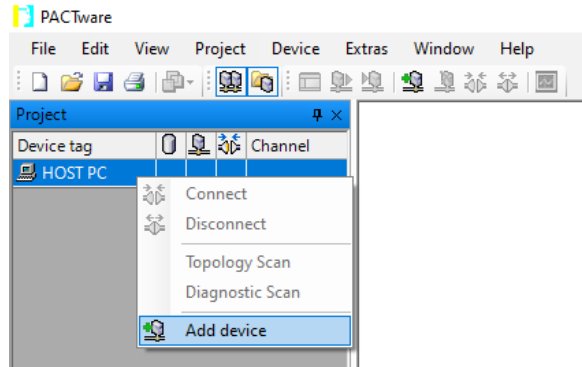


2. Iniciar software de Configuración.

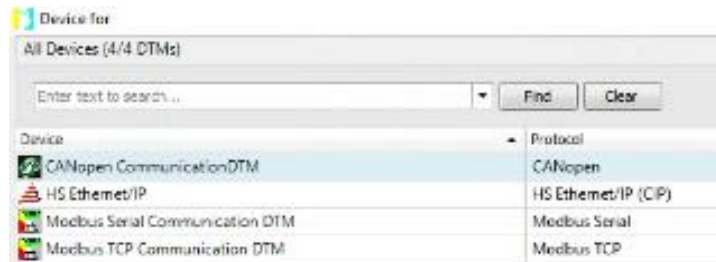
- 2.1. Abrir el programa Pactware, desde la ventada de Calibración de Instrumentos, Iniciar Calibración:



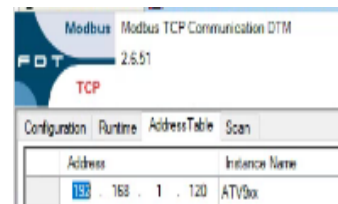
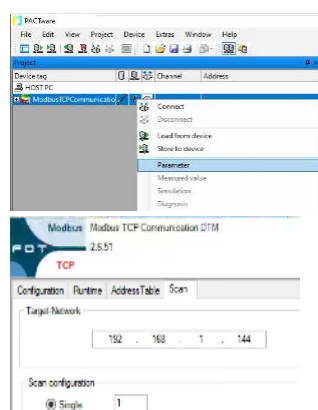
- 2.2. Agregar un dispositivo de comunicaciones, una vez iniciado el programa **Pactware**, haga un click derecho en la pestaña **HOST PC** y luego con un click elija **Add device** en el menú.



- 2.3. Seleccione Modbus TCP Communication DTM de la lista de dispositivos



- 2.4. Realice un click derecho en la pestaña Modbus TCP Communication, luego un click en Parameter y configure el IP del Variador de Frecuencia en la pestaña Address y el IP de la PC Host.

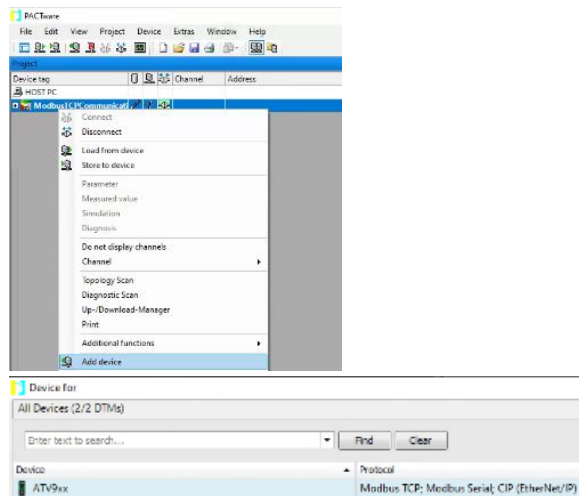


- 2.5. Conecte el dispositivo, haciendo un click derecho en el dispositivo seleccionado anteriormente y luego en Connect, notará que cambiará de color a verde como señal que ha sido exitoso.



3. Agregar un dispositivo Modbus

- 3.1. Realice un click derecho en la pestaña **Modbus TCP Communication**, luego un click en **Add Device** y finalmente con un click elija el dispositivo **ATV9xx** en el menú.



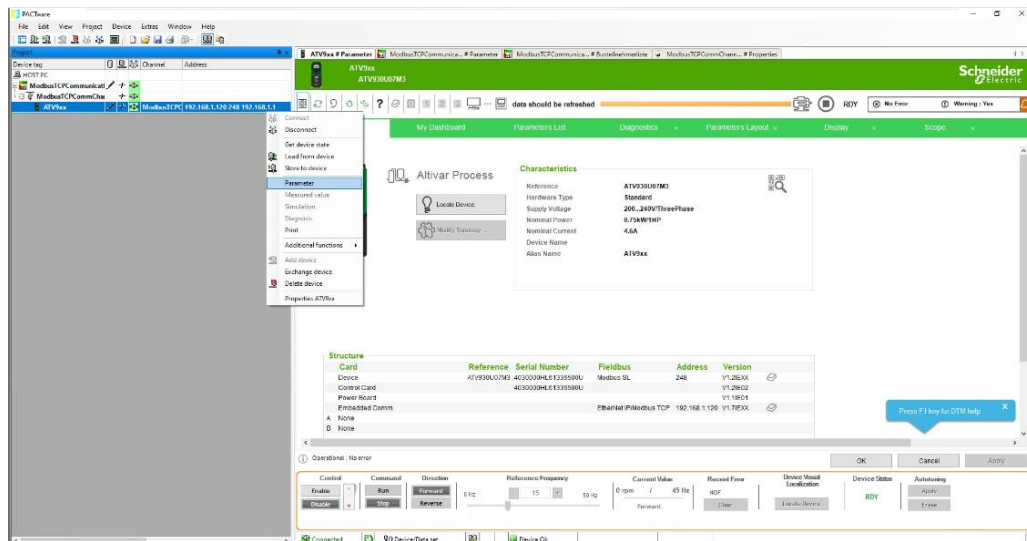
- 3.2. Conecte el dispositivo, haciendo un click derecho en el dispositivo seleccionado anteriormente y luego en **Connect**, notará que cambiará de color a verde como señal que ha sido exitoso.



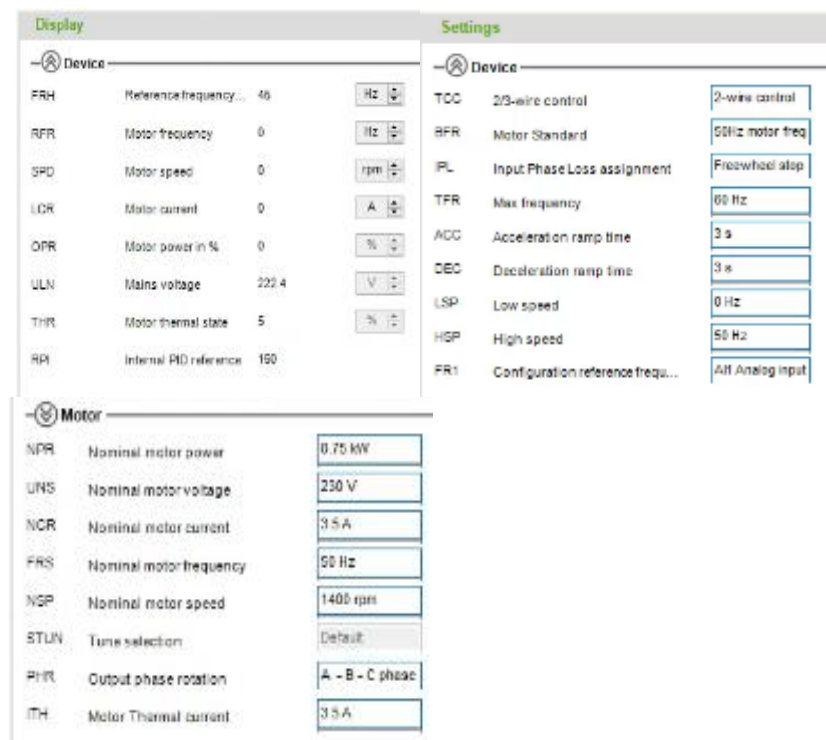
4. Configurar y Parametrizar Variador de Frecuencia Schneider ATV9xx

- 4.1 Realice un click derecho en la pestaña 3ATV9xx o Tag configurado anteriormente, luego un click en **Parameter**.

En esta opción podrá visualizar el panel de control en línea, valores actuales de importantes parámetros tales como: Reference Frequency, Current Value, Control, Direction,



- 4.2 Realice un click derecho en la pestaña MY DASHBOARD para poder visualizar inicialmente los valores configurados, los cuales podrá cambiar en línea (Online parametrization).



- 4.3 Configure parámetros según requerimiento del proceso, por ejemplo, para un control de frecuencia de 0 a 100%, asigne una frecuencia de 10Hz a 40Hz para una entrada de corriente de 4mA a 20mA, con una rampa de aceleración de 10s y una rampa de desaceleración de 10s y modificar el Tagname del equipo por ejemplo VFD100 (no pasar de 7 caracteres)

Parámetros VFD	Antes	Después
Tagname	PIT100X	
Units	ft	
LSP – Low Speed	3s	
HSP – High Speed	3s	
Acceleration ramp time ACC	3s	
Deceleration ramp time DEC	2.0	
Max Frequency	60	

Una vez configurado los parámetros presione el botón **APPLY**, para que se realicen los cambios en línea.

5. Verificación y Pruebas

Verificación de cambio de frecuencia variador y del motor.

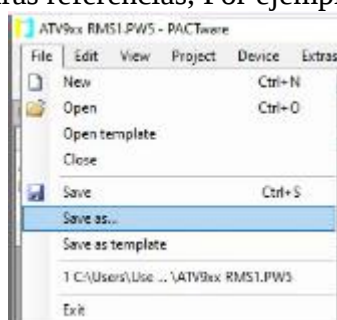
En el panel de control presione el botón **ENABLE**, luego **RUN**, podrá luego modificar el cursor de **REFERENCE FREQUENCY** y observe en **CURRENT VALUE** el valor de RPM Y HZ y anote los valores obtenidos:

%	Hz	rpm
0		

25		
50		
75		
100		

6. Guardar y Documentar la Configuración

Guardar y respaldar la configuración en Pactware: Asegúrese de guardar todos los ajustes realizados en **Pactware** y realice un respaldo de la configuración para futuras referencias, Por ejemplo, **ATVxx VFD RMS1**.



7. Conclusiones

De acuerdo con lo realizado anote sus conclusiones teniendo en cuenta sus limitaciones al inicio, las configuraciones y pruebas realizadas.

Anexo 8:

HOJA DE TAREA: SINTONÍA DE SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL

Objetivo:

Esta hoja de instrucción tiene como objetivo guiar paso a paso para el proceso de sintonización de los parámetros PID en el PLC Allen Bradley Compact para optimizar el control de procesos industriales.

Equipos, herramientas y sistemas necesarios:

- Computadora o consola remota de control.
- Conexión a Internet y servicio ON LINE mediante dispositivos de comunicación: Router/Modem/
- Miniplanta con Sensores y Actuadores instalados.
- Software de monitoreo y control (SCADA / PLC).
- PLC Allen Bradley Compact Logix.
- Software Studio 5000

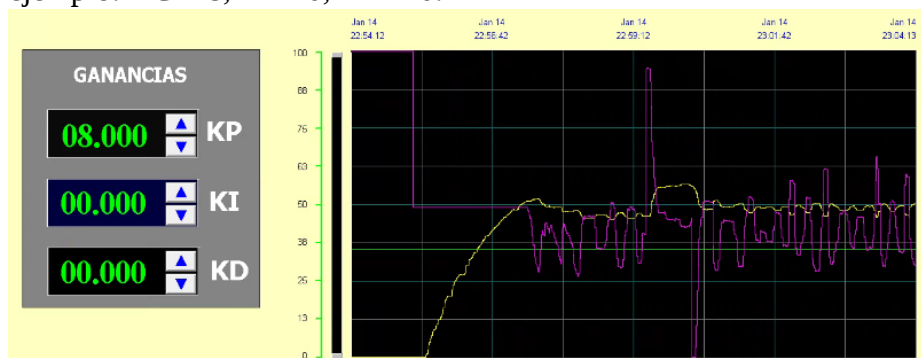
Procedimiento:

1. Configuración Inicial

- 1.1. Energizar Sistema de Control – Miniplanta.
- 1.2. Verificar comunicación entre el PLC y la computadora mediante el software RS-Linx Gateway.
- 1.3. Verificar Proyecto con bloque de control PID en el diagrama de escalera (Ladder Logic) del software Studio 5000.
- 1.4. Reconocer parámetros del Bloque PID – Studio 5000.

2. Sintonización de Parámetros PID

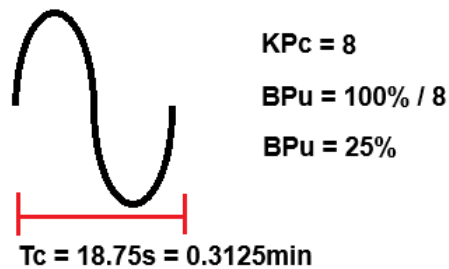
- 2.1. Ingresar valores iniciales para los parámetros Proporcional (P), Integral (I) y Derivativo (D) para conseguir una onda sostenida, por ejemplo: $K_C = 8$, $K_I = 0$, $K_D = 0$.



- 2.2. Utilizar método de sintonización de Ganancia Límite de Ziegler-Nichols o prueba y error para ajustar los parámetros PID.

CRITERIOS DE ZIEGLER & NICHOLS			
Modo de Control	KP	Ti	Td
P	0.5 KPc	-	-
P+I	0.45 KPc	0.83*Tc	-
P+I+D	0.59 KPc	0.5*Tc	0.125*Tc

De la onda observada en la figura anterior, determinar KPc y Tc



- 2.3. Realizar los cálculos usando la tabla de sintonización de Ganancia Límite de Ziegler-Nichols y determinar los parámetros PID.

a) Solo P

$KP = 0.5 * KP_c$ $KP = 0.5 * 8$ $KP = 4$

b) Solo P + I

Alternativa a:

$KP = 0.45 * KP_c$ $KP = 0.45 * 8$ $KP = 3.6$	$Ti = 0.83 * T_c$ $Ti = 0.83 * 0.3125min$ $Ti = 0.25 min/rep$
---	---

c) P + I+D

$KP = 0.59 * KP_c$ $KP = 0.45 * 8$ $KP = 3.6$	$Ti = 0.5 * T_c$ $Ti = 0.5 * 0.3125min$ $Ti = 0.15625min/rep$	$Td = 0.125 * T_c$ $Td = 0.125 * 0.3125min$ $Td = 0.039065min de ant$
---	---	---

- 2.4. Introducir los valores calculados de acuerdo al tipo de proceso, en este caso de trata de un proceso de Nivel por lo tanto, los parámetros PID son.

$KP = 3.6$. $Ti = 0.15625 min/rep$, $Td = 0.039065min de ant$.

- 2.5. Observar la respuesta del sistema y ajustar los valores hasta lograr un comportamiento estable y eficiente.

3. Pruebas y Validación

- 3.1. Registrar datos del sistema y realizar ajustes si es necesario para obtener una respuesta optima y estable.
- 3.2. Documentar los resultados obtenidos.

4. Conclusiones

De acuerdo con lo realizado anote sus conclusiones teniendo en cuenta sus limitaciones al inicio, las configuraciones y pruebas realizadas.
