



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA



**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y
CONTROL DE CAUDAL DE AGUA EN UNA PLANTA
DIDÁCTICA PUNO - 2025**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. RONALD YASMANI FLORES MAQUERA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECATRÓNICO**

JULIACA – PERÚ

2026



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y
CONTROL DE CAUDAL DE AGUA EN UNA PLANTA
DIDÁCTICA PUNO - 2025**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. RONALD YASMANI FLORES MAQUERA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECATRÓNICO

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

: 
Dr. RONALD MADERA TERÁN

PRIMER MIEMBRO

: 
Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

SEGUNDO MIEMBRO

: 
Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON

ASESOR DE TESIS

: 
M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN – P21



RESOLUCIÓN DECANAL N° 0083-2026-D-UI-FICP-UANCV

Juliana, 22 de enero del 2026

VISTO: El expediente N° 2026-CU-000517 presentado por el (la) Bachiller **RONALD YASMANI FLORES MAQUERA** estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **RONALD YASMANI FLORES MAQUERA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL DE CAUDAL DE AGUA EN UNA PLANTA DIDÁCTICA PUNO - 2025**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023-UANCV-CU-R, y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023-UANCV-CU-R y en mérito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24861, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO. - APROBAR, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- * **Presidente** : Dr. RONALD MADERA TERÁN
- * **1er Miembro** : Matr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
- * **2do Miembro** : Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CAPREON

ARTÍCULO SEGUNDO. - RECONOCER como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**.

ARTÍCULO TERCERO. - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **RONALD YASMANI FLORES MAQUERA**; del informe final de la investigación (tesis) titulada: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL DE CAUDAL DE AGUA EN UNA PLANTA DIDÁCTICA PUNO - 2025** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico**, de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : viernes 30 de enero del 2026
- * **HORA** : 14:00 horas
- * **LUGAR** : Aula 204 - FICP

ARTÍCULO CUARTO. - DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA NANCAY
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. Ronald Madera Terán
DECANO (a)
CIP: 66978



INVESTIGACIÓN "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. Friso Willy Acuña Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1514-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliana, 12 de noviembre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU-10550 por el señor (a): **RONALD YASMANI FLORES MAQUERA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 1016-2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 030 - 2025 del integrante del comité de investigación **EPIM** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **RONALD YASMANI FLORES MAQUERA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) titulada: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL DE CAUDAL DE AGUA EN UNA PLANTA DIDÁCTICA PUNO - 2025**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Ing. Adwar Raulfo Sanchez Carreón** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecatrónica** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la **fecha de opinión** del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 030 - 2025 **aprobandolo** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulada: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL DE CAUDAL DE AGUA EN UNA PLANTA DIDÁCTICA PUNO - 2025**, correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R, y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R, y en mérito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23733 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **RONALD YASMANI FLORES MAQUERA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico**, con el Tema Titulada: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL DE CAUDAL DE AGUA EN UNA PLANTA DIDÁCTICA PUNO - 2025** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) **M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecatrónica** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



En
Firma:
Firmado: 08



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1030-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 10 de septiembre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU- 7495, presentado por el señor (a) RONALD YASMANI FLORES MAQUERA solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO - N° 816-2025-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 045-2025 del integrante del comité de investigación EPIM de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras; según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): RONALD YASMANI FLORES MAQUERA ha presentado su propuesta de investigación titulada: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL DE CAUDAL DE AGUA EN UNA PLANTA DIDÁCTICA PUNO - 2025, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Ing. Adwar Raulillo Sanchez Carreón de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 045-2025 aprobando la propuesta de investigación titulada: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL DE CAUDAL DE AGUA EN UNA PLANTA DIDÁCTICA PUNO - 2025.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en mérito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN, presentado por el señor (a): RONALD YASMANI FLORES MAQUERA, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico, con el Tema Titulada: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL DE CAUDAL DE AGUA EN UNA PLANTA DIDÁCTICA PUNO - 2025 correspondiente a la línea de investigación TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como ASESOR DE INVESTIGACIÓN de al (a la) docente M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. OSCAR V. VIALMONTE CALLA
DECANO (a)
CIP 77170



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Feida Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

En:
Acorde:
Firmado (a)



RONALD YASMANI FLORES MAQUERA

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL DE CAUDAL DE AGUA EN UNA PLANTA DIDÁCTICA ...

 Trabajos de tesis para ingreso a repositorio

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::13016:601966279

Fecha de entrega

22 jun 2026, 14:33 GMT-5

Fecha de descarga

23 jun 2026, 20:47 GMT-5

Nombre del archivo

T036_71925302_T.docx

Tamaño del archivo

20.3 MB

105 páginas

13.392 palabras

75.391 caracteres



TESIS UANCV

13% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 8%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 9%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Metadatos complementarios - UANCV

Título de la Tesis	
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL DE CAUDAL DE AGUA EN UNA PLANTA DIDÁCTICA PUNO - 2025	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	RONALD YASMANI FLORES MAQUERA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	71925302
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0002-0123-985X
Datos del asesor	
Nombres y apellidos	JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	01323821
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-4595-7589
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	RONALD MADERA TERÁN
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02429150
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02383061
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	ADWAR RANULFO SÁNCHEZ CARREÓN
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02064066



Datos de investigación	
Línea de investigación	TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN – P21
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	Departamento: PUNO Provincia: PUNO Distrito: PUNO Longitud oeste: -15.840416, Latitud sur: -70.021866  URL: https://maps.app.goo.gl/rRWgs5gdRTcr2QQM7
Año o rango de años en que se realizó la investigación	MARZO 2025 – ENERO 2026
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería mecánica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.03.00
- Librería	Mecánica aplicada https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.03.02



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS PUNO
Dr. Fritz Willy Manoxi Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo RONALD YASMANI FLORES MAQUERA, identificado con DNI Nro. 71925302, en mi condición de egresado de:

- ☒ Escuela Profesional
☐ Programa de Segunda Especialidad,
☐ Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA MECATRÓNICA

informo que he elaborado el/la ☒ Tesis o ☐ Trabajo de Investigación, ☐ Trabajo Académico denominada:

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL DE CAUDAL DE AGUA EN UNA PLANTA DIDÁCTICA PUNO – 2025

Asesorado por: M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca __10__ de ABRIL del 2026

Firma del Asesor
(obligatoria)

Firma del Estudiante
(obligatoria)

Huella



DEDICATORIA

A mis padres, por su apoyo inquebrantable, su amor y la inspiración que me acompañaron durante toda mi carrera académica, dedico este trabajo



AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por guiarme y darme fuerzas para continuar el camino correcto, agradezco también a cada uno de mis docentes que a lo largo de mi vida universitaria me guiaron con profesionalismo y ética.



ÍNDICE DE GENERAL

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
INDICE DE GENERAL	v
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	xii

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.3.1. Problema general	3
1.3.2. Problemas específicos.....	3
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos	4
1.5. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	6
1.5.1. Hipótesis general	6
1.5.2. Hipótesis específicas	6
1.6. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN	7
1.7. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	7



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	8
2.2. BASES TEÓRICAS	13

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	39
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN	39
3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN	39
3.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	40
3.5. ÁMBITO DE LA INVESTIGACIÓN	40
3.6. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	40
3.6.1. Población	40
3.6.2. Muestra.....	40

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADO Y DISCUSION

4.1. PRESENTACIÓN	43
4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	63
CONCLUSIONES.....	66
RECOMENDACIONES	68
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
ANEXOS	73



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables	7
Tabla 2 Técnicas e instrumentos de recogida de información	40
Tabla 3 Recogida de datos	42
Tabla 4 Características de operación del sensor de caudal.....	45
Tabla 5 Resultados de las Pruebas con Control PID	63
Tabla 6 Comparación de parámetros obtenidos	64



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Interacción de la entrada con el proceso.....	21
Figura 2 Control del nivel de agua en un tanque.....	21
Figura 3 Representación en bloques de un sistema de control en lazo abierto	23
Figura 4 Representación en bloques de un sistema de control en lazo cerrado.	24
Figura 5 <i>Clases de CPUs S7-1200</i>	26
Figura 6 Características de CPUs S7-1200.....	27
Figura 7 Módulos ampliables para la CPU S7-1200.....	27
Figura 8 Módulo de entradas analógicas siemens	28
Figura 9 Gama de paneles Comfort para SIMATIC HMI – Siemens	29
Figura 10 Vista del panel SIMATIC HMI Comfort desde la parte posterior.....	30
Figura 11 Sensor de caudal.....	31
Figura 12 Envío de señal del caudalímetro	32
Figura 13 Sensor de flujo ultrasónico	33
Figura 14 Medición del flujo por ultrasónico	34
Figura 15 Software Tia portal V16	35
Figura 16 Variador de velocidad Sinamics V20	36
Figura 17 Electrobomba	37
Figura 18 Sensor de flujo de turbina para caudal de agua	45
Figura 19 Iniciar el software Simatic Tía Portal	46
Figura 20 Interfaz de elección de dispositivos	46
Figura 21 Selección de los dispositivos	46
Figura 22 Módulos acoplados al plc.	47
Figura 23 Normalización y Escalamiento de Entrada Analógica	47
Figura 24 Acondicionamiento de Señal para Salida Analógica	48
Figura 25 Control de Salidas Analógicas para Actuadores	48



Figura 26 Conversión de Consignas de Usuario a Salidas de Periferia Analógica	48
Figura 27 Configuración de un Lazo de Control PID en Lenguaje Ladder"	49
Figura 28 Lógica de encendido/apagado para el bloque PID	49
Figura 29 Asignación de parámetro constante de valor	49
Figura 30 Elección de la interfaz HMI	50
Figura 31 Sincronización de la interfaz de enlace entre el sistema de supervisión y el controlador programable	50
Figura 32 Comunicación por profinet para el control de caudal	51
Figura 33 Interfaz HMI terminada para el Sistema de Control de Flujo por PID	51
Figura 34 Interfaz de Visualización de Curvas y Tendencias del Proceso	52
Figura 35 Interfaz grafica culminada	52
Figura 36 Módulo didáctico para el control y monitoreo del caudal de agua ...	53
Figura 37 Primera prueba set point 30 L/min	54
Figura 38 Inicio del control PID set point de 30 L/min	54
Figura 39 Estabilidad del control PID a 30 L/min	55
Figura 40 Perturbación apertura de la valvula proporcional a 40%	55
Figura 41 Comportamiento del control PID con perturbación activa de 40% .	56
Figura 42 Primera prueba set point 50 L/min	56
Figura 43 Inicio del control PID set point de 50 L/min	57
Figura 44 Estabilidad del control PID a 50 L/min	57
Figura 45 Perturbación apertura de la valvula proporcional a 50%	58
Figura 46 Comportamiento del control PID con perturbación activa de 50% .	58
Figura 47 Primera prueba set point 60 L/min	59
Figura 48 Inicio del control PID set point de 60 L/min	59
Figura 49 Estabilidad del control PID a 60 L/min	60
Figura 50 Perturbación apertura de la valvula proporcional a 20%	60
Figura 51 Comportamiento del control PID con perturbación activa de 20% .	61



RESUMEN

La investigación actual se enfocó en la implementación de una planta didáctica para el monitoreo y control de caudal de agua en la ciudad de Puno (2025), orientada a optimizar procesos de automatización industrial mediante hardware y software de última generación. El sistema integra una electrobomba, sensores de flujo y un controlador lógico programable (PLC) gestionado a través de una interfaz SIMATIC HMI. La metodología consistió en el desarrollo de un algoritmo de control PID y la ejecución de pruebas de esfuerzo para validar la estabilidad del lazo cerrado frente a perturbaciones externas.

Los resultados obtenidos mediante tres ensayos experimentales demostraron la robustez del diseño: en condiciones críticas (Set Point de 50 L/min y perturbación del 50%), el sistema logró estabilizar el flujo mediante un ajuste dinámico de la frecuencia en 10.7 Hz, manteniendo un error de estado estable mínimo. Asimismo, la monitorización en tiempo real permitió analizar la transición de las oscilaciones iniciales hacia trazos horizontales estables, logrando una precisión donde el flujo real (+29,516 L/MIN) se ajustó con fidelidad a la consigna (+30,000 L/MIN). Se concluye que la integración de la instrumentación y la lógica de control proporciona una herramienta analítica confiable, capaz de mitigar efectos de carga externa y garantizar la sostenibilidad operativa del proceso hidráulico.

Palabras clave: Control PID, Caudal, PLC, HMI, Automatización, Estabilidad de Señal.



ABSTRACT

The current research focused on the implementation of a teaching plant for monitoring and controlling water flow in the city of Puno (2025). aimed at optimizing industrial automation processes through state-of-the-art hardware and software. The system integrates an electric pump, flow sensors, and a Programmable Logic Controller (PLC) managed via a SIMATIC HMI interface. The methodology involved developing a PID control algorithm and performing stress tests to validate closed-loop stability against external disturbances.

The results obtained through three experimental trials demonstrated the design's robustness: under critical conditions (50 L/min Set Point and 50% disturbance), the system stabilized the flow via a dynamic frequency adjustment of 10.7 Hz, maintaining a minimum steady-state error. Furthermore, real-time monitoring enabled the analysis of the transition from initial oscillations to stable horizontal traces, achieving high precision where the actual flow (+29,516 L/MIN) faithfully adjusted to the setpoint (+30,000 L/MIN). It is concluded that the integration of instrumentation and control logic provides a reliable analytical tool, capable of mitigating external load effects and ensuring the operational sustainability of the hydraulic process.

Keywords: PID Control, Flow, PLC, HMI, Automation, Signal Stability.



INTRODUCCIÓN

Para maximizar la producción y aumentar la eficiencia energética, los procesos industriales de hoy requieren sistemas de control y supervisión. El control de flujo es especialmente importante en una serie de industrias, incluidas las petroquímicas, químicas y alimentarias, donde la medición y regulación precisas del flujo de líquidos y gases son necesarias con el objetivo de asegurar tanto la calidad del producto final como la seguridad en las operaciones.

Los materiales educativos que permiten a profesionales y estudiantes observar y utilizar principios y procedimientos de control en un entorno seguro son cruciales con el fin de lograr una comprensión integral de estos sistemas. La adición de una planta docente proporciona una opción de enseñanza útil que facilita el aprendizaje sobre las partes y procesos que intervienen en el control y monitoreo del flujo en sistemas industriales.

El enfoque de implementar una planta educativa constituye la finalidad central de este proyecto. que utilice sensores, actuadores y un sistema de control que consiste en una HMI y un PLC para simular un verdadero proceso de control de flujo. Esta planta funcionará como un entorno de aprendizaje interactivo diseñado con el fin de hacer más accesible el conocimiento de los fundamentos de la medición de flujo, el monitoreo de procesos y el control automático.

La eficiencia de la planta de bajo este enfoque, se estudia el proceso educativo de enseñar - aprender, que facilita a los estudiantes la experiencia directa y aplicada los problemas y soluciones relacionados con el control de flujo en entornos industriales. Además, se explora la visualización en tiempo real de la información como una herramienta vital para mejorar el entendimiento de los procedimientos y facilitar una mejor toma de decisiones.



CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Para profesionales y estudiantes por igual, desarrollar habilidades sólidas en automatización industrial y los procesos de control de requiere una capacitación práctica, la cual es crucial. Sin embargo, hay una escasez de materiales instructivos que permiten la interacción con sistemas de control reales en muchas instalaciones de capacitación e instituciones educativas, especialmente en lo que respecta a la regulación y observación del flujo de líquidos y gases.

La ausencia de entornos de simulación realistas incide en la aptitud de los alumnos para interiorizar la información ideas teóricas, los familiariza con componentes industriales como sensores, actuadores, PLCs y HMIs, y disminuye su capacidad para enfrentar situaciones del mundo real. Tanto la formación técnica como la preparación para la resolución de problemas en entornos industriales se ven perjudicadas por esta deficiencia.

Como resultado, se reconoce que es necesario un centro de enseñanza que replique un sistema de control de flujo en circunstancias similares a un entorno industrial. Al permitir que los usuarios vean datos en tiempo real, usen



técnicas de automatización y se involucren directamente con equipos de medición y control, esta tecnología promoverá una experiencia educativa más completa, útil y enriquecedora.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Un componente crucial de muchos procesos industriales es el control y monitoreo del flujo, donde la medición y regulación precisas y efectivas del flujo de líquidos y gases resultan fundamentales para asegurar un producto de alta calidad y la protección durante su operación y la eficiencia energética. Sin embargo, la falta de materiales de capacitación suficientes y herramientas útiles que reproduzcan situaciones industriales reales dificulta que muchos expertos y estudiantes comprendan y apliquen los conceptos de control de flujo.

La ausencia de equipos reales que permitan a los alumnos interactuar directamente con sistemas de control y monitoreo limita la cantidad de formación práctica que se puede proporcionar en entornos académicos, incluso mientras se enseñan ideas teóricas asociadas con la gestión de procesos. La complejidad y las dificultades de los sistemas industriales reales pueden no estar bien representadas por las soluciones de simuladores virtuales actuales, lo que hace que sea difícil adquirir las habilidades prácticas necesarias para un desempeño profesional.

La ausencia de una herramienta didáctica útil que permita a expertos y estudiantes interactuar con sistemas reales de control y supervisión de flujo es el principal problema que este estudio intenta abordar. Con la creación de una planta didáctica, el objetivo es ofrecer una experiencia práctica y aplicada para resolver problemas en entornos industriales mientras se facilita el entendimiento



de los principios fundamentales del control de flujo e integrando tecnologías contemporáneas como PLCs y HMIs.

La preparación y capacidad de los estudiantes para manejar dificultades en el lugar de trabajo pueden verse afectadas por una desconexión entre la información teórica proporcionada en el aula y las realidades de las operaciones industriales, causada por la falta de experiencia práctica con sistemas de control de flujo. Para facilitar la unión eficaz de ideas teóricas y cómo se utilizan dentro del campo del control de procesos industriales, el presente estudio sugiere el modelamiento y ejecución de una planta de enseñanza que actúe como una plataforma educativa.

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.3.1. Problema general

¿Como implementar un sistema de monitoreo y control de caudal de agua en una planta didáctica Puno – 2025?

1.3.2. Problemas específicos

¿Como seleccionar los sensores y actuadores requeridos para el sistema de control y monitoreo?

¿De qué manera implementa un algoritmo de control del caudal en una planta didáctica?

¿Como desarrollar la monitorización en tiempo real del caudal de agua en la planta didáctica?

Justificación

Muchos estudiantes carecen de las herramientas prácticas necesarias para comprender y aplicar el control de flujo y el monitoreo, a pesar de que estos



conceptos son cruciales en muchos procesos industriales. La instalación de una planta docente ofrece una solución educativa que permite a los estudiantes utilizar tecnología estándar de la industria como PLCs y HMIs para interactuar con sistemas de control en tiempo real.

Al brindar a los alumnos una plataforma interactiva para aprender y mejorar sus habilidades técnicas, este estudio busca cerrar la brecha entre lo teórico y la aplicación del aprendizaje de la automatización y el control de procesos. Al hacerlo, el proyecto ayuda a desarrollar trabajadores más calificados y capacita a los estudiantes para afrontar las demandas del negocio.

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo general

Implementación de un sistema de monitoreo y control de caudal de agua en una planta didáctica Puno – 2025

1.4.2. Objetivos específicos

OE1. Seleccionar el sensor de caudal requerido para el sistema de control y monitoreo.

OE2. Implementar un algoritmo de control del caudal en una planta didáctica.

OE3. Desarrollar la monitorización en tiempo real del caudal de agua en la planta didáctica.

Importancia

Una contribución importante a los ámbitos profesional y educativo en automatizar y controlar procesos industriales es la instalación de una planta docente para el control y monitoreo de flujos. Al brindar a profesionales y



estudiantes la oportunidad de interactuar directamente con sistemas reales que reflejan las circunstancias y dificultades del negocio, esta herramienta favorece la integración entre los conceptos teóricos y las experiencias prácticas.

La planta didáctica mejora el entendimiento fundamental de los conceptos esenciales del control de flujo al proporcionar una plataforma útil y dinámica, promoviendo el aprendizaje activo y la el desarrollo de competencias técnicas esenciales. Esto ayuda en el desarrollo de profesionales que están más equipados para enfrentar las dificultades del entorno industrial.

Además, al fomentar una experiencia de aprendizaje más dinámica y aplicable que puede ser duplicada en diferentes instituciones educativas y centros de formación técnica, la planta docente promueve la innovación en los enfoques de enseñanza. Al final, al producir trabajadores calificados que maximizan los procesos de producción y se mejora la operatividad y seguridad en los sistemas industriales, este proyecto ayuda a aumentar la calidad de la educación y refuerza el sector.

Limitación de la investigación

La implementación de didácticas basadas en plantas tiene varias limitaciones que deben ser consideradas. En primer lugar, dado que el sistema está diseñado para fines educativos y no puede replicar los procesos industriales reales, su tamaño y complejidad se reducen. Los recursos tecnológicos utilizados también son apropiados para un entorno académico, aunque carecen del mismo nivel de sofisticación que los sistemas utilizados en la industria.

La cantidad limitada de tiempo disponible para que los usuarios evalúen podría afectar potencialmente la profundidad del aprendizaje práctico. Del mismo modo, adaptarse a un entorno industrial genuino presenta un desafío porque las



condiciones dinámicas de una planta industrial no pueden ser replicadas completamente en un entorno de laboratorio.

Otro elemento crucial que puede afectar la eficacia de la planta como herramienta de enseñanza es la instrucción inicial necesaria para que los estudiantes comprendan cómo operar la maquinaria. El rendimiento de la planta también puede verse afectado por el ambiente del laboratorio, que puede no representar siempre fielmente las circunstancias cambiantes de un entorno industrial real.

1.5. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. Hipótesis general

La implementación de un sistema de monitoreo y control de caudal de agua permitirá mejorar la precisión, estabilidad y visualización en tiempo real del caudal en una planta didáctica en Puno durante el año 2025.

1.5.2. Hipótesis específicas

H1. La correcta selección de sensores y actuadores permitirá medir y regular el caudal de agua con niveles adecuados de precisión y confiabilidad en la planta didáctica.

H2. La implementación de un algoritmo de control de caudal permitirá mantener el caudal de agua dentro de los valores establecidos, reduciendo las variaciones y errores del sistema.

H3. El desarrollo de un sistema de monitoreo en tiempo real permitirá visualizar y registrar el caudal de agua de manera continua y oportuna, facilitando el análisis y la toma de decisiones en la planta didáctica.



1.6. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

Variable Independiente: Sistema de monitoreo y control de caudal de agua

Variable dependiente: Caudal de agua en la planta didáctica.

1.7. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 1

Operacionalización de variables

TIPO DE VARIABLE	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD
Variable Independiente	Sistema de monitoreo y control de caudal de agua	Selección de sensores y actuadores	Tipo de sensor, capacidad de los actuadores.	L/min, m ³ /h
		implementación del algoritmo de control	Tipo de algoritmo utilizado, precisión de control, tiempo de respuesta	% de error, segundos (s)
		Sistema de monitoreo tiempo real	Frecuencia de actualización, interfaz de usuario, accesibilidad	Segundos (s)
Variable Dependiente	Caudal de agua en la planta didáctica	Estabilidad caudal	del /variación del caudal	L/min / m ³ /h
		Tiempo respuesta	de Tiempo de estabilización caudal	Segundos (s)
		Monitoreo caudal	del Registro continuo del caudal	Hz / segundos (s)

Fuente: Elaboración propia



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Nivel internacional

(Garcia & RoserO, 2020) En su tesis “Diseño de una planta didáctica de control de flujo para el laboratorio de control automático FIEC – MACI”, indica la concepción y la construcción de un prototipo de planta de enseñanza. El propósito fundamental de este proyecto es diseñar un sistema de control de flujo destinado al Laboratorio de Control Automático de ESPOL. Este proyecto aborda la falta existente de plantas educativas orientado a cubrir la demanda existente de los estudiantes que las necesitan para sus ejercicios prácticos. Se decidió desarrollar esta planta con un presupuesto modesto porque la institución tendría que gastar mucho dinero para obtener este tipo de contenido educativo.

Una bomba sumergible se utiliza para bombear agua desde un tanque de reserva hacia el circuito como parte de una instalación de control de flujo. Después de eso, el agua se conduce por un rotámetro, una válvula proporcional y un sensor de flujo. Este último tiene la ventaja de permitir la monitorización visual del flujo mientras la planta está en funcionamiento.

Los sensores y actuadores utilizados en el control de flujo son controlados por una placa de desarrollo que es controlada por un software de programación



gráfica. Junto con una biblioteca especializada, este software facilita la comunicación entre dispositivos y facilita el funcionamiento del controlador.

(Aragón & Suan, 2019) En su tesis "Diseño de un módulo didáctico para la medición y control de nivel, presión y caudal para un laboratorio de automatización" menciona que, con el fin de ejecutar el proyecto, se hizo una valoración preliminar de las diferentes partes encontradas en el entorno del laboratorio de control de procesos e instrumentación, determinando cuáles podrían ser útiles para la creación del módulo didáctico. Después de esta evaluación, se establecieron las especificaciones técnicas del módulo y los criterios relevantes, lo que permitió tomar decisiones bien fundamentadas sobre las partes que se determinó que estaban en buen estado.

Las diversas opciones para medir las tres variables físicas que debían ser reguladas en el módulo fueron evaluadas. Tras este examen, la siguiente etapa fue el diseño de los numerosos componentes del módulo y la elección de sus partes necesarias con el fin de asegurar que opere adecuadamente.

Tras elegir los componentes del módulo y especificar el diseño, se desarrolló el control designado para dicho sistema, garantizando compatibilidad con la plataforma de adquirir los datos y el PLC.

Además, se desarrollaron esquemas de equipo, junto con el manual de operaciones, el plan de inspección y los manuales del laboratorio. Finalmente, se realizó una evaluación del impacto ecológico del módulo y una evaluación de costos del proyecto.

(Casa & Ortiz, 2017) en su tesis: "Implementación de un módulo didáctico con control PID y lógica difusa para manejar las variables nivel y caudal" El objetivo de esta tesis es brindar al Laboratorio de Control de Procesos, un



recurso didáctico que brinde la posibilidad de la gestión autónoma de variables de nivel y flujo a través de PID controladores y lógica difusa.

En el ámbito industrial, la medición de nivel y flujo es esencial tanto para el correcto funcionamiento de operaciones como para mantener un balance adecuado entre los recursos primarios y los productos finales. Para lograr esto, se aplica a compact FESTO Didactic System, que permite el control de nivel y flujo. el sistema abarca dos depósitos, una bomba, sensores, actuadores y pipes para el movimiento de fluidos.

Las señales están configuradas para funcionar con una alimentación de 24 VDC, y las señales analógicas se mantienen dentro de un intervalo de 0-10 VDC. Para realizar la gestión (PID y fuzzy logic) y recopilación de datos, LabView software se utiliza junto con una tarjeta de datos Easy Port, la cual gestiona independientemente ambas variables y monitoriza el sistema completo a través de los actuadores y transductores que se han implementado.

A nivel nacional

(Coronado, 2024) Este proyecto "Diseño de un módulo didáctico de control de caudal y nivel como soporte educativo para las materias de control y automatización industrial en la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo" de tesis abarca la creación de a aula module para la enseñanza de flujo y nivel de control, con el propósito de respaldar los ejercicios de laboratorio en materias de automatización y control en el ámbito industria. El modelo adopta la metodología iterativa y estructurada, compuesta por siete etapas. La primera etapa consiste en definir claramente los objetivos del diseño.

La segunda etapa implica definir las necesidades de diseño, seguida por la tercera etapa, que se centra en la generación de propuestas de diseño. La



cuarta fase comprende la evaluación mecánica de las estructuras que constituyen el módulo didáctico, y la quinta etapa se enfoca en el diseño del sistema eléctrico de control y potencia. A lo largo de la sexta etapa, se desarrolla y posteriormente se procede al sistema de control de nivel es implementado, y posteriormente se procede a la creación de la interfaz de usuario del módulo de aprendizaje.

El módulo educativo está diseñado para alumnos universitarios que están estudiando asignaturas relacionadas con la automatización industrial. Después de que se completó la creación del modelo, se finalizaron los planos tridimensionales del módulo, los diagramas de instrumentación y control para el panel eléctrico, así como la creación y modelado de la interfaz de usuario destinada a la operación y administración del módulo, cumpliendo con los requisitos iniciales de diseño.

(Ruíz, 2019) Menciona en su investigación "Diseño e implementación de un prototipo de modulo didáctico de caudal para medir su influencia en el aprendizaje de la instrumentación y control industrial", precisando que un módulo de enseñanza para el control y monitoreo de caudales en el estudio. Está destinado a servir como una herramienta de instrucción para la enseñanza de instrumentación y control industrial, particularmente en el contexto de la automatización industrial. El desempeño obtenido por los estudiantes en su proceso de formación, se creó y puso en uso un prototipo del módulo para ver si afecta significativamente el desempeño académico en las asignaturas que conforman el programa de Ingeniería Mecatrónica.

Considerando que los estudiantes participan en la asignatura en los laboratorios, pero únicamente de forma conceptual este módulo aporta



significativamente al hacer la Enseñanza más práctica e interactiva, favoreciendo así a Los estudiantes y, gradualmente, contribuyendo a la mejora de sus resultados académicos durante el curso.

Con una muestra de 27 estudiantes, el estudio se fundamenta en un diseño experimental. Para la recopilación de datos, se utilizó un grupo de control y otro experimental, así como una evaluación inicial y una final, para la recolección de datos. Ambos grupos completaron la prueba final, pero el grupo experimental fue el que empleó el módulo didáctico sugerido. Los hallazgos demuestran que el módulo didáctico sugerido afecta mejorando considerablemente la formación de los alumnos en la asignatura de Ingeniería de Control Industrial.

(Camizán & García, 2018) En el estudio "Diseño e implementación de un prototipo de sistema Scada para una planta de nivel, presión y flujo utilizando PLC Allen Bradley en el laboratorio de Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo", menciona la creación de un sistema SCADA con el software FACTORY TALK para adquirir y monitorear variables es el tema principal de esta tesis. Las variables utilizadas en este proyecto son NIVEL, PRESIÓN y FLUJO. La planta que se controla incluirá un PLC Compact Logix L32E, que servirá como PLC central y se comunicará vía mensajería con un PLC Micrologix 1400. Los módulos de entrada/salida analógicos y digitales del PLC Micrologix serán los encargados de recopilar datos del campo.

Los dos tanques que componen la planta se utilizan para almacenar agua y regular el nivel del agua. También cuenta con un sensor de nivel basado en Arduino UNO, un transmisor de flujo y presión, y un convertidor de frecuencia



que regula una bomba eléctrica. Para imitar interrupciones del sistema y liberar agua, también hay una válvula ON/OFF.

Un elemento crucial de esta tesis es la implementación de un control de cascada entre las variables de controladas: FLUJO (la variable primaria) y PRESIÓN (la variable secundaria), buscando mejorar la estabilidad del sistema de control y acelerar la reacción frente a alteraciones externas.

2.2. BASES TEÓRICAS

Planta didáctica

Es a instrumento educativo y de investigación esencial en el ámbito del control y automatización en ingeniería. Esta instalación dispone de numerosos sensores y actuadores que permiten medir y controlar parámetros como la temperatura, el caudal y la presión. Los sensores supervisan parámetros físicos fundamentales, mientras que los actuadores controlan señales analógicas, digitales y pulsos, simulando los elementos habituales en sistemas industriales reales.

La capacidad de una planta para gestionar estas variables y señales la transforma en una herramienta óptima para simular y analizar procesos industriales dentro de un entorno seguro y controlada.

Funciones de las plantas didácticas

La función que desempeñan este tipo de plantas didácticas en la comprensión y asimilación del aprendizaje por parte de los estudiantes es parte de los recursos que tienen como objetivo proporcionar información de manera clara y confiable, orientación en el desarrollo del proceso de aprendizaje estudiantil, ayudándoles a organizar la información, establecer relaciones y



generar nuevos conocimientos, para luego poder aplicarlos. Además, busca promover el desarrollo de habilidades, facilitando la adquisición del dominio necesario para lograr este objetivo, Fomentar la motivación mediante el uso apropiado de los módulos didácticos, estimulando y conservando la motivación por el aprendizaje. Posteriormente, evaluar esos conocimientos mediante simuladores, que ofrecen espacios para observar, explorar y experimentar. Finalmente, es importante proporcionar contextos que fomenten tanto la expresión como la creación, ya que esto permite a los estudiantes compartir sus conocimientos adquiridos con otros y fomentar el desarrollo de nuevas ideas o soluciones. (Cerrón y Maldonado, 2014).

Importancia de las plantas didácticas

En su práctica, el docente utiliza correctamente los Módulos didácticos para facilitar y asegurar la ejecución de Tareas Certezas, siempre con el propósito de impulsar la adquisición y construcción de aprendizajes nuevos y habilidades ofrecidas durante la dinámica educativa de enseñar y aprender. (Cerrón y Maldonado, 2014).

Por lo tanto, al examinar la actividad de enseñanza-aprendizaje, se nota que hay diversas formas en que se puede aprender que a menudo resultan complicados de explicar de forma directa. Una de estas puede ser cómo funcionan los motores de los automóviles y sus componentes. Es en este punto cuando los distintos módulos educativos se convierten en un recurso esencial y mediante los simuladores representan otra modalidad de presentación, Es posible presentar de manera clara cada uno de los contenidos relacionados con un área específica.



Finalmente, aspiran a potenciar la experiencia sensorial, considerándola una de las bases de la enseñanza. Estas apoyan el proceso de consolidación y asimilación del conocimiento, incentivando la capacidad creativa y el pensamiento abstracto del estudiante, ahorrando la duración de la selección, Elaboración y posteriormente explicación de los contenidos. Este procedimiento Motivan a los estudiantes y, de alguna manera, les proporcionan una ampliación de su lenguaje.

Fluidos

Un fluido es un material que carece de resistencia constante a la deformación, lo que significa que su estructura se ve afectada por el objeto donde se halle acumulado. Si se trata de modificar la forma del fluido, ocurre un deslizamiento de capas de este sobre otras para lograr una forma nueva. En este cambio de capas, se generan una serie de esfuerzos de corte cuya intensidad dependerá de la viscosidad y velocidad del fluido, que solo se extinguen cuando este alcance un estado de equilibrado o llegue a su forma finalizada. Los fluidos se categorizan en: newtonianos (existen una correlación lineal entre la intensidad de la tensión cortante aplicada y la rapidez de deformación Resultado $\tau = \mu \, du/dy$) y no newtonianos (existen una correlación no lineal entre la intensidad de la tensión cortante ejercida y la tasa de deformación angular). Las sustancias conocidas como fluidos podrían ser de naturaleza líquida o gaseosa, y se describirán en adelante.

Fluido: Es una condición de la materia donde las moléculas tienen relativa libertad para modificar su posición en comparación con otras, pero limitadas por fuerzas de cohesión con el objetivo de conservar un volumen aparentemente estable.



Es la condición física donde las moléculas prácticamente no están limitadas por cohesivas fuerzas. El gas no posee una forma precisa ni un volumen preciso.

Una manera de categorizar los fluidos se basa en las condiciones de presión y temperatura donde se hallen. Por lo tanto, cuando las condiciones cambian (temperatura y presión), la densidad también experimentará cambios.; Si la variación es mínima, el fluido se conoce como NO COMPRESIBLE, mientras que, si la densidad cambia significativamente, el fluido se conoce como COMPRESIBLE. Usualmente se asume la siguiente postura: los líquidos son fluidos que no pueden condensarse y los gases, fluidos que pueden condensarse. A pesar de que este es un término relativo, existen líquidos que, al aumentar la temperatura y la presión, actúan como fluidos compresibles; al igual que los gases que, al ser sometidos a variaciones mínimas, pueden comportarse como fluidos no compresibles. (Handbook of chemistry and physics, 40^a.ed., CRC Press, Boca Raton, Florida.)

“El fluido cambia continuamente al ser sometido a un esfuerzo de corte, lo que significa que un esfuerzo cortante, un fluido necesariamente se desplaza, aunque sea por un intervalo limitado específico.” (Domingo, 2011).

De manera similar, en los sólidos es posible que se produzca deformaciones fijas asociadas a cada magnitud de la fuerza cortante ejercida.

En ciertos casos, estos materiales pueden mostrar ambos tipos de comportamiento según las condiciones. Un comportamiento típico ocurre cuando la tensión aplicada se mantiene por debajo de un umbral específico, En cambio, cuando la tensión supera dicho umbral, el sólido puede entrar en un estado de



plastificación, en el cual se genera una deformación continua incluso bajo una fuerza constante, de forma similar al comportamiento de un fluido.

La distinción entre los fluidos líquidos y gases radica en las diferentes capacidades de compresión que poseen. Por ejemplo, el gas tiene una compresibilidad que afecta las propiedades del flujo, dado que tanto el volumen como la densidad suelen fluctuar con gran libertad, Los gases en desplazamiento térmico luchan contra todas las fuerzas atractivas individualmente, alcanzando a llenar el espacio completo del contenedor. Por otra parte, los líquidos presentan una compresibilidad muy baja, lo cual se debe puesto que las fuerzas de cohesión entre sus moléculas superan la energía de movimiento térmico que tienen, provocando así el colapso molecular que da origen al estado líquido.

A diferencia de los gases, que se expanden para llenar completamente en función del volumen del recipiente, los líquidos adoptan una forma específica con una superficie libre.

Propiedades de los fluidos.

Según lo señalado por Domingo (2011), los fluidos se componen de:

Densidad.

Masa por unidad de volumen, esta se expresa según el sistema internacional en términos de kg / m^3 , y en el caso de fluidos uniformes, esta no cambia de un lugar a otro.

Peso específico.

Corresponde al peso por unidad de volumen y se expresa en N/m^3 según el SI.

Volumen específico.

Corresponde al volumen por unidad de masa y se define en el SI como m^3/kg .

Viscosidad.

Esta propiedad representa la oposición que presenta un fluido al movimiento, desempeñando un papel similar al de la fricción en el desplazamiento de los sólidos.

Presión.

Magnitud de la fuerza aplicada por unidad de área, evaluada a través de una superficie diminuta que atraviesa ese punto.

Comprensibilidad.

Esta se caracteriza mediante el coeficiente de compresibilidad, el cual describe la reducción relativa del volumen por cada unidad de incremento en la presión.

Dilatación térmica.

Esta se define mediante el coeficiente de dilatación volumétrica, que refleja el aumento relativo del volumen causado por el incremento de la temperatura.

Caudal.

Se entiende como el volumen que atraviesa un sistema en una unidad de tiempo, y se mide en diferentes unidades como (gal/min), (ft^3/s), (m^3/s) y (L/s).

El caudal puede ser medido o calculado en un punto específico de un canal, ya sea artificial o natural. Es fundamental que la sección transversal o el punto elegido para realizar la medición del flujo sean seleccionados con cuidado (Quiñonez y Guzmán, 1996).



Medición de caudal

Puede realizarse de diversas maneras, y la elección del método varía según los fines del monitoreo y la disponibilidad de acceso, el tiempo disponible para realizarlo, así como de las características específicas de la fuente superficial que se desea cuantificar, tanto en su forma como en sus movimientos. Las características del lugar y las Situaciones Del entorno durante su ejecución son igualmente cruciales para establecer cómo se realizará la medición del caudal en ese instante preciso. (Manual Pinagüero, 2014).

A continuación, se presentan algunos de los factores comúnmente empleados son los siguientes:

Caudalímetro magnético.

SE fundamenta la ley de inducción magnética de Faraday, donde una partícula con carga eléctrica que atraviesa y se genera una tensión perpendicular al campo magnético y al vector de velocidad debido a la acción del campo, y dicha tensión es proporcional a la velocidad de la partícula. (Universidad de Buenos Aires, 2014).

Medidor de flujo basado en la generación de vórtices.

Utilizados para efectuar la medición del caudal con la ayuda de un cuerpo que induce la formación de vórtices. Funciona bajo el principio de que los vórtices se separan del cuerpo a una frecuencia que refleja el caudal volumétrico en movimiento, estos vórtices pueden detectarse mediante diversos métodos; por ello, a medida que se desplazan a través del medidor, generan variaciones de presión alternadas entre zonas de baja y alta presión." (Universidad de Buenos Aires, 2014).



Caudalímetro de turbina.

Se emplean para calcular el flujo total de líquidos limpios, basándose en la ubicación del giro de los álabes de la turbina, donde se concentra el flujo. Los componentes fundamentales de este son el detector magnético y el rotor de turbina, siendo Los componentes esenciales del mismo el detector magnético y el rotor de turbina. El fluido que fluye a través de los álabes del rotor provoca su rotación, y la velocidad de rotación se ajusta al caudal volumétrico (Universidad de Buenos Aires, 2014).

Medidor de engranajes.

Se compone de una cavidad para medir y dos ruedas automáticas. El flujo que atraviesa el medidor provoca que las ruedas ovaladas se muevan. Siempre que se rotan las ruedas se introduce un volumen de fluido determinado a través del medidor (Universidad de Buenos Aires, 2014).

Caudalímetros ultrasónicos.

Estos reciben energía eléctrica, distinguiéndose dos categorías Principales de acuerdo a su método de medición, Además como el tiempo de tránsito y el efecto Doppler; Este último evalúa la diferencia en el tiempo que tardan ambas señales en recorrer la misma distancia, pero en direcciones opuestas, utilizando un fluido como medio de propagación. Si no hay flujo, los tiempos serán prácticamente iguales; sin embargo, en presencia de flujo, los tiempos diferirán, ya que la velocidad del fluido colabora en la rapidez con que se propagan las señales, cuyo propósito es determinar el caudal; La diferencia en los tiempos, junto con el valor de la velocidad sonora en el medio y el dominio de la geometría aplicada en este caso, de la tubería permiten calcular la velocidad del flujo (Universidad de Buenos Aires, 2014).

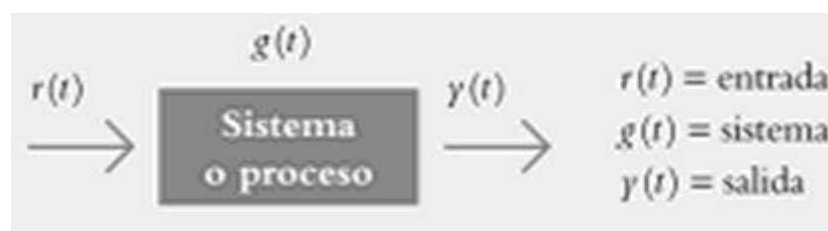
Sistemas de control

(Ricardo, 2010) Consiste en la interconexión de diversos componentes que conforman una estructura llamada sistema, diseñada para regularse de manera autónoma.

Un sistema o uno de sus componentes que puede ser controlado, al que se le introduce a partir de una señal de entrada $r(t)$ se obtiene una respuesta o salida. $y(t)$, se puede representar utilizando diagramas de bloques,

Figura 1

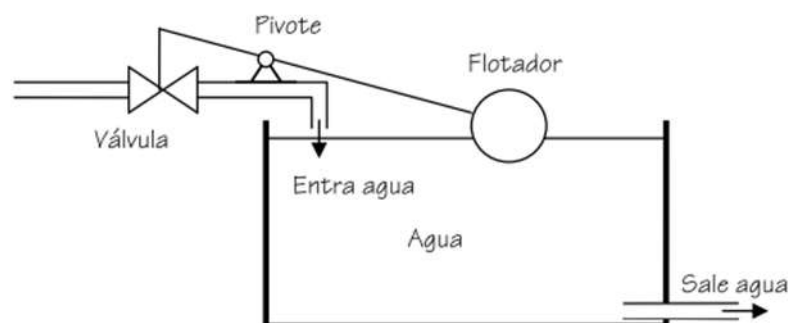
Interacción de la entrada con el proceso.



Fuente: (Ricardo, 2010)

Figura 2

Control del nivel de agua en un tanque.



Fuente: (Ricardo, 2010)

Ventajas

(Ricardo, 2010) Los beneficios de un sistema de control automático son, ante todo, de carácter económico, ya que hacen posible



- Incrementar la calidad de los productos.
- Reducir el tiempo de los procesos operativos.
- Disminuir la necesidad de intervención humana en la operación de los procesos.
- Disminuir los gastos asociados a la producción.

Componentes de un sistema de control

Proceso a controlar. Se refiere al procedimiento o sistema específico que se desea controlar. Se trata de un proceso de flujo en el caso del ejemplo del tanque en el cual se busca mantener un nivel determinado dentro del tanque.

Variable controlada. Corresponde a la variable que se pretende regular a un valor establecido o estado específico; es el objetivo del control.

Variable manipulada. Es la señal que se ajusta o manipula para lograr que la variable controlada se mantenga en el valor deseado.

Esta se ajusta de forma constante con el propósito de que la variable controlada retorne a su valor establecido.

Señal de referencia (punto de consigna): representa el valor objetivo que se desea mantener para la variable controlada.

Error o señal actuadora. La divergencia entre la señal de referencia y la variable que se controla.

Perturbación. Se trata de un factor no deseado que suele influir negativamente en el valor de la variable que se controla.

Elemento de medición. Es el componente responsable de medir el valor de la variable que se controla.

Controlador. Es el responsable de identificar el error y decidir qué tipo de acción se debe aplicar. En el ejemplo, corresponde al conjunto de barras y pivote

que conecta el flotador con la válvula. Si el nivel disminuye, este mecanismo abre la válvula; en cambio, si el nivel aumenta, la cierra.

Elemento final de control. Es el elemento que lleva a cabo la acción de control, alterando la variable manipulada.

Entrada. Es la señal o impulso proveniente de una fuente externa de energía que se aplica a un sistema, usualmente con el propósito de generar una respuesta determinada por parte de este. En este caso, hay dos señales de entrada: es el parámetro que se desea regular alrededor de un valor establecido.

Salida. Es la reacción o resultado que produce el sistema. En el ejemplo, la salida corresponde al nivel del líquido.

Tipos de sistemas de control

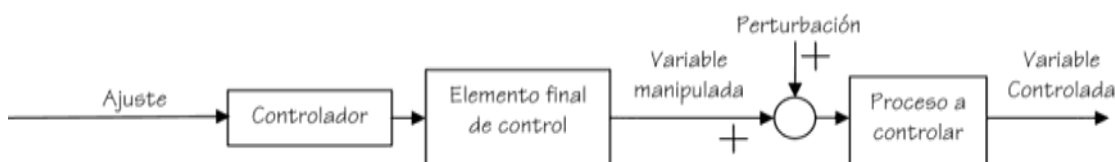
(Ricardo, 2010) Hay distintas maneras de categorizar un sistema de control, dentro de las cuales se incluyen:

- Sistema de control de lazo abierto

Se refiere a un sistema de control que basa su acción únicamente en la información de la entrada, sin considerar el valor medido de la variable que se busca el control.

Figura 3

Representación en bloques de un sistema de control en lazo abierto



Fuente: (Ricardo, 2010)

- Sistema de control con realimentación

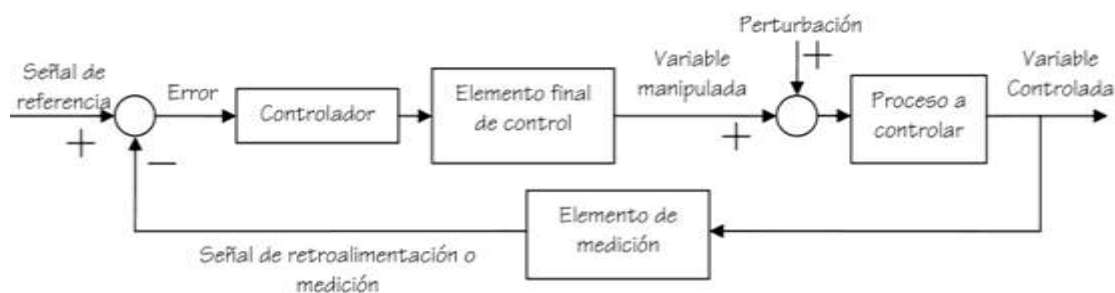
Se presenta cuando la variable controlada se confronta de manera constante con la señal de referencia, provocando que cualquier diferencia active una

corrección destinada a disminuir esa diferencia. Es decir, la acción que ejecuta el sistema de control está determinada en todo momento por el valor de la variable controlada, motivo por el cual también se le conoce como control dinámico.

Esto puede ilustrarse mediante un diagrama de bloques que refleja la interacción lógica entre los componentes de un sistema de control con realimentación.

Figura 4

Representación en bloques de un sistema de control en lazo cerrado.



Fuente: (Ricardo, 2010)

Sistemas y lenguajes para programar en un PLC.

Cualquier lenguaje para programar en el PLC deberá ser intuitivo y comprensible, de manera que pueda aplicarse en diversos entornos de control. Esto implica que los comandos deberían asemejarse al máximo a las tareas que el encargado ha especificado, pero sin la dificultad ni el prolongado desarrollo del aprendizaje característicos de los lenguajes de alto nivel empleados en sistemas informáticos.

Los procesos internos de un PLC facilitan la realización de secuencias como activar o desactivar contactos, controlar salidas, manejar temporizadores y contadores, así como ejecutar combinaciones de funciones, Permitir la transferencia de registros y la ejecución de operaciones lógicas y matemáticas.



Estas características vienen incorporadas por defecto en todos los PLC, incluso en los más compactos. Las funciones auxiliares, como el control proporcional, derivativo e integral (PID), están presentes en los PLC de gama media y alta, junto con capacidades de comunicación. Gracias a estas características, los PLC pueden emplearse incluso en los sistemas de control más avanzados.

En la programación de PLC se usan principalmente dos tipos de lenguajes de programación, conocidos como:

- Lenguaje de programación de nivel básico
- Lenguaje de programación de nivel avanzado
- Al programar un PLC con un lenguaje de bajo nivel, existen dos métodos comunes, que a menudo se conocen como lenguajes de programación:
- Representación gráfica: lista de instrucciones (L.I.) o código mnemotécnico

Un lenguaje de programación gráficamente opera generando o almacenando en la memoria del PLC el diagrama de contactos adecuado, basándose en diagramas de escalera o de contacto. Por lo general, este proceso se realiza escribiendo primero el programa en la PC y después pasándolo al PLC por medio de los comandos adecuados. Cuando el dispositivo portátil tiene soporte la programación gráfica, esta también puede efectuarse utilizando un programador de mano (HHP). Los fabricantes de PLC están al tanto de los desarrollos más recientes en la industria.

Cuando el dispositivo portátil permite la programación gráfica, esta también puede ejecutarse a través de un programador de mano (HHP). Las empresas que producen PLC están constantemente al tanto de las últimas innovaciones en la industria. Dentro del lenguaje para programar un bajo nivel, programar gráficamente es la que goza de mayor popularidad.

Simatic S7 – 1200

(Siemens, 2021) Este controlador proporciona alta precisión, potencia y versatilidad para gestionar un extenso Gama de dispositivos que cumplen con las demandas de automatización, es la parte principal de la línea de producción de la empresa, debido a Operaciones automatizadas fundamentales. El S7-1200 se presenta como la opción ideal, comprende una amplia gama de usos de control, gracias a su reducido dimensiones, configurable fácilmente modificable y una serie de instrucciones robusto. (Siemens, sf)

Figura 5

Clases de CPUs S7-1200.



SIMATIC S7-1200 CPUs	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C
3 configuraciones por CPU	DC/DC/DC, AC/DC/RLY, DC/DC/RLY		
Dimensiones W x H x D (mm)	90 x 100 x 75	90 x 100 x 75	110 x 100 x 75

Fuente: (Siemens, 2021)

Características generales

(Siemens, 2021) Algunas características técnicas Simatic del S7-1200 son:

- Ejecución de cálculos de 64 bits con procesamiento significativo.
- Se incluye una interfaz Ethernet/PROFINET.
- Módulos funcionales para la gestión de ejes conforme el estándar PLCopen.
- Los paneles de las series S7-1200 y Simatic Basic Panels se ser programados y configurados utilizando el software TIA Portal v16.

Figura 6

Características de CPUs S7-1200

Integrated I/O	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C
Integrated Digital I/O	6 / 4 salidas	8 entradas / 6 salidas	14 entradas / 10 salidas
Integrated Analog I/O	2 entradas	2 entradas	2 entradas
Max. Local I/O – Digital	14	82	284
Max. Local I/O – Analog	3	19	67
Tamaño de imagen de proceso	1024 Bytes for entradas / 1024 Bytes for salidas		

Fuente: (Siemens, 2021)

El S7-1200 es posible adicionar una variedad de módulos y tarjetas de enlace que mejoran el desempeño de la CPU. Con sus interfaces de conectividad y E/S, puede ajustarse para cumplir con los requisitos de diversos usos. (Siemens, 2021)

Figura 7

Módulos ampliables para la CPU S7-1200.



Expansion CPU	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C
Signal Module (SM)	ninguno	2	8
Communication Module (CM) o Communication Processor (CP)	3	2	3
Signal Board (SB) o Communication Board (CB)	1	1	1

Fuente: (Siemens, 2021) CPU S7-1200

Unidades de entrada y salida analógicas

En determinados casos, la necesidad de gestión de los procesos industriales avanzados ha impulsado herramientas analíticas Implementación de entrada y salida. El PLC es capaz de enviar variables analógicas a un dispositivo que las necesita, De manera similar a la lectura de variables desde un canal del sensor, el PLC puede transmitir variables analíticas a un dispositivo que las requiera.

Ya que el PLC procesa exclusivamente señales discretas a nivel interno, Esto justifica el uso de convertidores A/D en las entradas y D/A en las salidas, permitiendo la compatibilidad entre señales analógicas y el procesamiento discreto del PLC. Se usan multiplexores con frecuencia para facilitar que el programa lea y gestione varios valores analógicos dentro de un mismo rango. Por ello, suele emplearse un único convertidor A/D que gestiona varios canales de entrada mediante multiplexación. Los modelos más comunes suelen tener de cuatro a diez entradas y cuatro salidas. En cuanto a los rangos de señal analógica, los más utilizados son 4–20 miliamperios, 0–5 voltios, 0–10 voltios y de –10 a 10 voltios.

En contraste, los dispositivos que dependen de una plataforma basada en microprocesador para su conexión forman parte de una arquitectura de periféricos distribuidos. Las unidades de E/S analógicas y digitales, habitualmente utilizadas, constituyen la periferia integrada dentro del PLC. Además los periféricos descentralizados se componen de módulos de entrada y salida remoto, sistemas de programación fuera del controlador y varios equipos industriales que ayudan en el manejo de información.

Figura 8

Módulo de entradas analógicas siemens



Fuente: (Siemens, 2021)

Paneles comfort

Dentro de sus atributos, el excelente el rendimiento de los paneles SIMATIC HMI Comfort asegura una visualización fluida y de alta frecuencia de actualización. La totalidad de los aparatos disponen de documentación y varios visualizadores para consultar tanto los detalles de Instalación Como los sitios web, sin considerar la dimensión de la pantalla. Un aspecto Innovador del sistema es la incorporación de habilidades de valoración en conjunto con el controlador SIMATIC. En diferentes términos, el Panel de Confort proporcionan registros de evaluación de manera instantánea, suprimiéndose de requerir una programación para obtenerlos. (Siemens, 2021)

SIMATIC integra la línea completa de paneles HMI Comfort con prestaciones innovadoras. A causa de a su manejo táctil y por teclado, y a sus pantallas panorámicas de alta resolución disponibles en medidas que oscilan entre 4 y 22 pulgadas, son perfectas para diversas aplicaciones.

Figura 9

Gama de paneles Comfort para SIMATIC HMI – Siemens



Fuente: (Siemens, 2021)

Los paneles Comfort pueden conservar suficiente energía para cerrar de forma adecuada todos los archivos en uso y generar una copia RDB de la información si ocurre un corte en el suministro eléctrico. Esto asegura la

preservación completa de los datos del archivo sin recurrir a procedimientos de conservación. (Siemens, 2021)

Esto garantiza que todos los archivos la información permanecerá intacta sin necesidad procedimientos de conservación. (Siemens, 2021).

Figura 10

Vista del panel SIMATIC HMI Comfort desde la parte posterior



Fuente: (Siemens, 2021)

Las series de pantallas SIMATIC HMI Comfort se integra fácilmente en redes PROFINET y PROFIBUS, además de contar con una interfaz USB para conectar dispositivo. Los modelos de paneles que miden 15 pulgadas o más cuentan con una interfaz PROFINET Gigabit, y los que tienen 7 pulgadas o más disponen de un switch Ethernet estándar con dos puertos.

Caudalímetro de turbina

(Valencia, 2024) Los caudalímetros de turbina son instrumentos de medición fundamentales empleados en diversas industrias para determinar con exactitud el caudal volumétrico de líquidos. A diferencia de los caudalímetros electromagnéticos o ultrasónicos, su funcionamiento se basa en la interacción mecánica entre el fluido y un rotor. Se indica en detalle la estructura interna de los caudalímetros de turbina, explorando sus tipos, funciones, beneficios, limitaciones y áreas de aplicación.

Figura 11*Sensor de caudal*

Fuente: <https://q-flowcaudalímetros.com/wp-content/uploads/manuales-de-operacion/caudalímetros-de-turbina/Folleto-Turbina.pdf>

Principio de Funcionamiento Interno

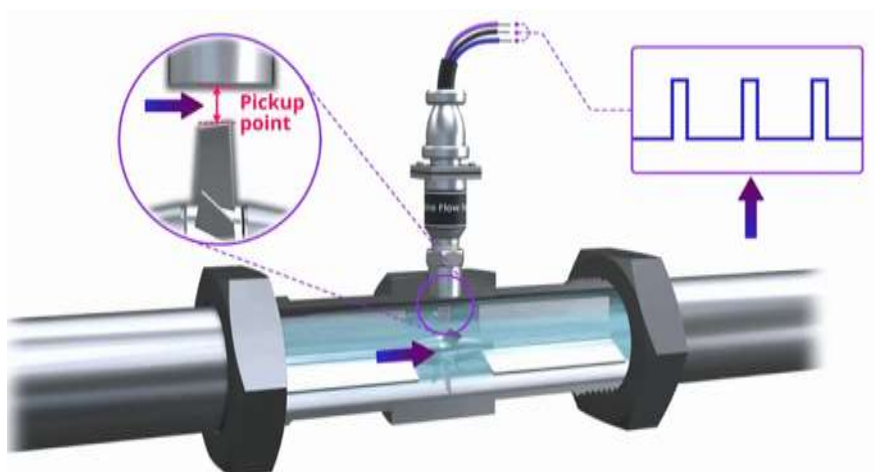
(Valencia, 2024) El rotor de un caudalímetro mecánico de turbina constituye su elemento principal, siendo una pieza cuidadosamente diseñada que gira en proporción al flujo del líquido. Cuando el fluido atraviesa el medidor, el rotor se pone en movimiento. Esta rotación no ocurre de forma aleatoria, sino que está directamente vinculada a la velocidad y al volumen del fluido que circula.

Se emplea un sensor, comúnmente un sensor de efecto Hall, para convertir la rotación mecánica en una señal eléctrica interpretable. Este sensor capta el campo magnético producido por los imanes situados en el interior del rotor. Cada vez que un imán se acerca al sensor, se genera un pulso eléctrico. La frecuencia de pulsos determina de manera directa la velocidad del rotor y en consecuencia, con la velocidad del fluido.

Un sistema electrónico procesa esta señal de frecuencia para transformarla en una medición de caudal, normalmente expresada en unidades como (l/min), (m^3/h) o (gal/min). La exactitud del medidor depende de la calidad de sus componentes, así como de una calibración y mantenimiento apropiados

Figura 12

Envío de señal del caudalímetro



Fuente: Señal del sensor de caudal. Fuente:

<https://mecanicosvalencia.es/caudalimetro-mecanico-de-turbinas/>

Sensor de flujo ultrasónico

(Valencia, 2024) Es un tipo de medidor de flujo que utiliza ultrasonido para medir la velocidad de un fluido con el fin de calcular el flujo volumétrico. Mediante el uso de transductores ultrasónicos, el medidor de flujo puede medir la velocidad promedio a lo largo de la longitud de onda de una neblina ultrasónica, la diferencia en el tiempo de tránsito entre los pulsos ultrasónicos que se propagan tanto a favor como en contra de la dirección del flujo, o el cambio en la frecuencia del efecto Doppler.

Las características acústicas del fluido influyen en Los medidores de flujo ultrasonido y pueden verse influenciados por factores como la temperatura, la

densidad, la viscosidad y las partículas suspendidas, dependiendo del medidor de flujo preciso.

Figura 13

Sensor de flujo ultrasónico



Fuente: (Valencia, 2024)

Funcionamiento del sensor de flujo ultrasónico

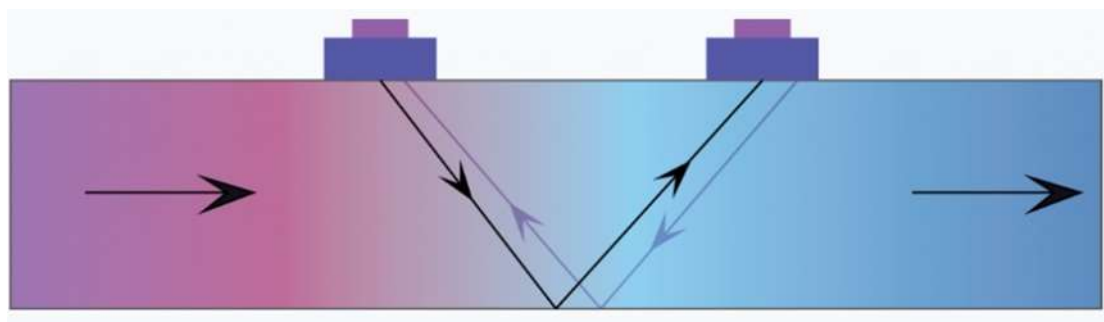
Un dispositivo que mide el flujo de líquidos o gases en un sistema utilizando ondas de alta frecuencia se llama un medidor de flujo ultrasónico. Estos dispositivos determinan cuánto tiempo demoran las ondas en moverse mediante el medio que se está evaluando y emplean esos datos para calcular la velocidad del flujo.

Estos sensores se encuentran en la industria química, así como en las mediciones de caudales en tubos de gas, petróleo y agua. Asimismo, se emplean en el ámbito médico, como medir el flujo sanguíneo del cuerpo humano.

Por otro lado, el intervalo que demoran las ondas en desplazarse por el fluido en varias direcciones se mide mediante los metros de tiempo de tránsito. Ver figura abajo. Para hacer esto, En relación con la dirección del flujo en la tubería, el sensor envía y recibe ondas ultrasónicas entre los transductores de 'aguas arriba' y 'aguas abajo'.

Figura 14

Medición del flujo por ultrasónico



Fuente: <https://hohconsultores.com/sensores-de-flujo-de-tipo-ultrasonico-aplicaciones-y-ventajas/>

El procesamiento electrónico de las señales recibidas por los transistores se utiliza para establecer la velocidad del flujo. Es posible transformar la velocidad de flujo del líquido en una medida de su caudal volumétrico o másico.

Tía portal V16

(Siemens, 2021) Siemens proporciona el portal V16 Professional como su plataforma técnica más evolucionada para la configuración y el control de controladores, que incluye varias aplicaciones, entre ellas:

- Configuración del PLC: Orientada a la configuración y puesta a punto de controladores SIMATIC S7-1200, S7-1500 y otro.
- Modificación de redes y dispositivos: para cada componente de gestión automática.
- Diagnóstico en tiempo real: disponible durante toda la duración del proyecto
- Desarrollo tecnológico: se adicionan características PID y se logran avances en el desarrollo.
- Visualización: para usos básicos de pantalla, se incorpora SIMATIC WinCC Basic en el panel SIMATIC Basic.

Figura 15

Software Tia portal V16



Fuente: (Siemens, 2021)

Entre los beneficios de utilizar esta plataforma se encuentran los siguientes:

- Se dedica menos tiempo a mejorar la ingeniería en el proceso de diseño de la interfaz de usuario, las funciones incorporadas y el procesamiento de voz
- El desarrollo se ha acelerado gracias a que el sistema integrado de diagnóstico y monitoreo en tiempo real detecta los problemas de manera eficiente.
- La compatibilidad contribuye a salvaguardar la inversión, el empleo de bibliotecas y la reutilización de componentes.

Facilita el enfoque de problemas técnicos de forma lógica e intuitiva, siendo conocido como el Portal de Automatización con Integración Total, destaca en cada etapa del trabajo y la programación por su exactitud, soporte accesible y procedimientos optimos. (Siemens, sf)

- Los lenguajes de programación según la norma IEC
- Incorpora el diagrama de contactos (KOP).
- SCL, que corresponde a texto estructurado
- Secuencias programables mediante GRAPH.

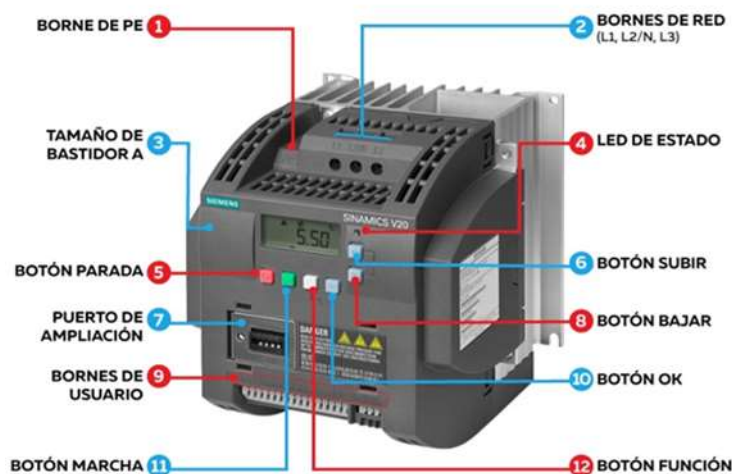
- Uso de listas de instrucciones (AWL) en programación.
- Uso de diagrama de función (FUP) para programación.

SINAMICS V20

(Siemens, 2021) Proporciona una alternativa de accionamiento simple y económica para este tipo de aplicación. Se caracteriza por su bajo costo, resistencia, facilidad de usar y de fácil implementación. Con modelos que oscilan entre los 0,12 kW y los 15 kW, idóneos para voltajes de red de una sola y tres fases, gracias a su tamaño compacto, se adapta perfectamente a a múltiples tipos de aplicaciones. Dado que el SINAMICS V20 se adapta perfectamente a la automatización de operaciones básicas con requisitos variables, cada vez más fabricantes de maquinaria e instalaciones optan por implementarlo.

Figura 16

Variador de velocidad Sinamics V20



Fuente: (Siemens, 2021)

Electrobomba

(Ruíz, 2019) Se trata de una de las formas más utilizadas para bombear agua, su accionamiento es por motores eléctricos, brindan una solución eficaz y flexible para el transporte y la recuperación de agua en múltiples aplicaciones.

Están compuestos por un motor eléctrico y una bomba centrífuga que genera la presión necesaria para la bomba. En conjunto tiene la capacidad de extraer agua de una variedad de fuentes entre ellos de tanques de almacenamiento y pozos, y posteriormente repartirla según sea necesario.

Su versatilidad en una variedad de usos es otra característica sobresaliente. Son adecuadas gracias a su variedad de tamaños y prestaciones, se emplean en entornos comerciales, industriales, agrícolas y del hogar. Estas se emplean para abastecer de agua potable a viviendas, procesos industriales y alimentarios, así como para el riego de jardines y explotaciones agrícolas.

Figura 17

Electrobomba



Fuente: (Ruíz, 2019)

Definición de términos

- **Planta didáctica:**

Sistema o instalación educativa diseñada para facilitar el aprendizaje práctico y experimental de conceptos técnicos específicos, en este caso, relacionados con controlar y monitorear el caudal.

- **Control de flujo:**

Procedimiento mediante el cual se ajusta el volumen de líquido que atraviesa un sistema, con el fin de mantener parámetros deseados como velocidad o volumen.



- **Caudal:**

La cantidad de fluido que atraviesa una sección se calcula en función del tiempo normalmente expresado en (L/s) o (m^3/h).

- **Monitoreo:**

Supervisión continua o periódica de variables o parámetros de un sistema, utilizando instrumentos o sensores para obtener datos en tiempo real.

- **Sensor de flujo:**

Dispositivo utilizado para medir la velocidad o volumen del fluido que pasa por una tubería o canal.

- **Actuador:**

Este componente recibe una señal de control y realiza una acción física para modificar el estado del sistema, como una válvula motorizada para regular el flujo.

- **Sistema de adquisición de datos:**

Conjunto de hardware y software que recopila, procesa y almacena datos obtenidos de sensores para su análisis y control.

- **Automatización:**

Uso de tecnologías y sistemas para realizar operaciones sin intervención manual directa, mejorando precisión y eficiencia. (Alcalde, 2014)



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Se utiliza el científico experimental, ya que se busca implementar y evaluar una planta didáctica para controlar y monitorear el flujo de agua. Este enfoque permite la observación y análisis de variables controladas en un entorno controlado.

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Considerando los efectos de la instalación del sistema de control de caudal de agua por su finalidad será aplicado, Ya que busca dar solución a un desafío concreto en el campo de la educación

3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de la investigación es descriptivo-explicativo. Es descriptivo al caracterizar las variables de caudal y frecuencia en estado estacionario, y es explicativo al analizar la respuesta dinámica del controlador PID frente a perturbaciones externas. Asimismo, posee un carácter aplicado y tecnológico, ya que culmina en la implementación física y funcional de un sistema de monitoreo y control en una planta didáctica

3.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Es experimental, con un enfoque cuasi-experimental, ya que se implementa un prototipo en condiciones reales para observar su funcionamiento y efectividad. Se realizan la toma de datos durante la implementación para realizar la evaluación del impacto del sistema propuesto.

3.5. ÁMBITO DE LA INVESTIGACIÓN

Se desarrolla en el ámbito educativo y tecnológico, específicamente en el laboratorio de control automático. El objetivo es mejorar la enseñanza de la instrumentación y control industrial mediante el uso de una planta didáctica.

3.6. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.6.1. Población

Está compuesta por los estudiantes de la carrera de Ingeniería Mecatrónica, que utilizan laboratorios de especialidad para el aprendizaje de control en la automatización.

3.6.2. Muestra

Un grupo de estudiantes seleccionados para participar en la evaluación del prototipo de planta didáctica.

Técnicas e instrumentos de recogida de información

Tabla 2

Técnicas e instrumentos de recogida de información

1. TÉCNICAS	2. INSTRUMENTO	3. VALIDACIÓN
Observación directa: Se podrá apreciar directamente el desempeño y funcionamiento del monitor de control del caudal mientras el sistema opere.	Ficha de Observación	Por asesor Especialista
Experimentos controlados: El comportamiento del sistema		



frente a varias condiciones de control se analizará mediante pruebas experimentales.

Fuente: Elaboración propia

Recogida de datos

Se realizó de manera descriptiva y sistemática, utilizando como principal herramienta el software TIA Portal V16 de Siemens, que permitió el desarrollo, monitoreo y validación del funcionamiento del módulo didáctico implementado.

Durante la fase de pruebas del sistema, se procedió a registrar datos de comportamiento del caudal en tiempo real a través de sensores conectados a un PLC Siemens, programado y supervisado mediante TIA Portal. El software facilitó la configuración de entradas y salidas analógicas, así como la visualización de los valores de caudal y la activación de procesos automáticos en el sistema. Los datos recogidos incluyeron:

- Mediciones de caudal instantáneo, obtenidas mediante el sensor de flujo integrado en la planta.
- Registros de activación y comportamiento del sistema de control automático, como la apertura/cierre de válvulas, arranque de bombas y alarmas de seguridad.
- Tiempos de respuesta del sistema ante distintos niveles de caudal o simulaciones de fallas.
- Datos de pruebas de funcionamiento, realizadas por estudiantes durante las prácticas, que permitieron evaluar la precisión, estabilidad y confiabilidad del módulo.

Todos estos datos fueron almacenados y analizados en formato digital, permitiendo realizar ajustes en la programación, optimizar el funcionamiento del sistema y validar la utilidad didáctica del módulo. Además, se utilizaron capturas



de pantalla del entorno del TIA Portal para documentar el comportamiento de las variables y el diseño de la interfaz HMI utilizada por los estudiantes.

Tabla 3

Recogida de datos

	Instrumento	Frecuencia de recogida	Método
Implementación de una planta didáctica de control y monitoreo de caudal	Registro de funcionamiento (log del PLC en TIA Portal)	Durante cada sesión de prueba del módulo.	Registro automático / observación asistida por software.
Mejora del aprendizaje en automatización	Lista de cotejo (habilidades prácticas)	Cada sesión de laboratorio práctico.	Observación directa durante el uso del módulo.

Fuente: Elaboración propia.



CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADO Y DISCUSIÓN

4.1. PRESENTACIÓN

La implementación de la planta didáctica se fundamenta en la integración de tres pilares tecnológicos: el control lógico programable, la instrumentación de campo y la interfaz de supervisión de datos. El sistema ha sido diseñado para gestionar de forma automatizada el flujo de caudal en un circuito hidráulico cerrado, permitiendo la interacción constante entre el operador y el hardware de control.

El núcleo del sistema reside en un controlador programable que ejecuta un algoritmo de control PID (Proporcional-Integral-Derivativo) mediante bloques de función especializados. Esta lógica se encarga de procesar de manera continua la diferencia entre el valor deseado por el operador y la medición real del sensor de flujo, enviando señales correctivas hacia la electrobomba para mantener el equilibrio del proceso. La activación y los parámetros de este control están sujetos a condiciones lógicas de seguridad y habilitación definidas en el código de programación.

Una característica fundamental del proyecto consiste en configurar la comunicación en ambos sentidos entre el PLC y el monitoreo HMI. Esta conectividad garantiza que cualquier comando ejecutado en la pantalla de



supervisión se traduzca en una acción inmediata del hardware, y que cada cambio detectado por el sensor de flujo de agua en la planta se registre y visualice con precisión en la estación de control.

Seleccionar el sensor de caudal

La selección del medidor de flujo tipo, se basa en analizar la aplicación y verificar que sus características técnicas sean compatibles con el proceso. Este sensor se usa para hacer la medición del caudal de líquidos limpios y de baja viscosidad, mediante una turbina interna cuya velocidad de giro es proporcional al flujo; la medición se transmite como señal analógica 4–20 mA a sistemas de control.

Para una selección adecuada, se verifico que el diámetro del medidor coincida con el de la tubería, así como que el rango de caudal del proceso se encuentre dentro del rango operativo del equipo. También se confirmó que el tipo de fluido es compatible con medidores de turbina y el material es de acero inoxidable para evitar la corrosión. La salida 4–20 mA se elige por su confiabilidad e integración industrial, se revisó alimentación eléctrica que corresponde a 24V DC para garantizar un funcionamiento seguro y preciso.

Figura 18

Sensir de flujo de turbina para caudal de agua



Fuente:

https://es.aliexpress.com/item/1005008235679750.html?spm=a2g0o.productlist.main.4.9bc9632eSAj5iL&algo_pvid=d6acd5fc-3198-44f4-ba87-1d76c41a49a5&algo_exp_id=d6acd5fc-3198-44f4-ba87-1d76c41a49a5-3&pdp_ext_f=%7B%22order%22%3A%221%22%2C%22eval%22%3A

Tabla 4

Características de operación del sensor de caudal

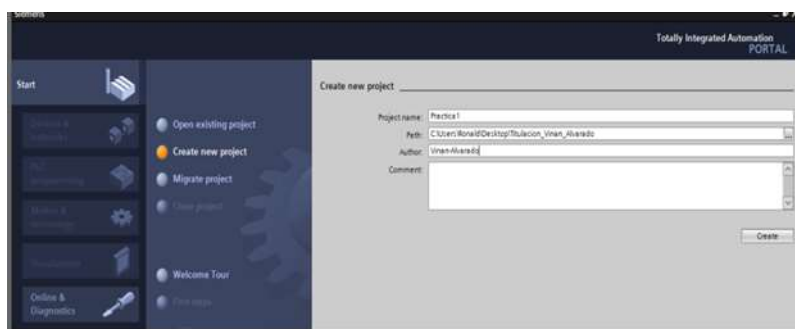
Características	Parámetros
Tamaño (DN)	25.4 mm
Rango de flujo	1-10m3/h, 16.7 – 166.7L/min
Precisión	±0,5 %
Señal de salida	4-20 mA DC
Alimentación	24 V DC
Temperatura/Presión	Compatibles con condiciones de operación
Material	Acero inoxidable

Implementar un algoritmo de control del caudal en una planta didáctica

Configurar un nuevo proyecto y modificar nuestro PLC es el primer paso. S7-1200 en la aplicación Simatic TIA Portal. La tarjeta de señal, la CPU y los módulos de entrada analógica deben estar todos instalados.

Figura 19

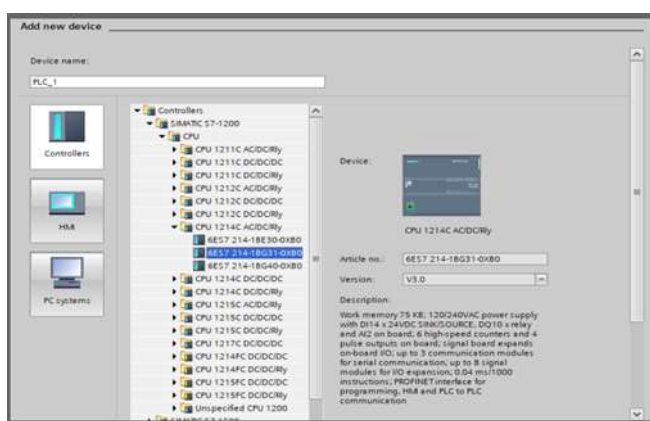
Iniciar el software Simatic Tía Portal



Fuente: Elaboración propia.

Figura 20

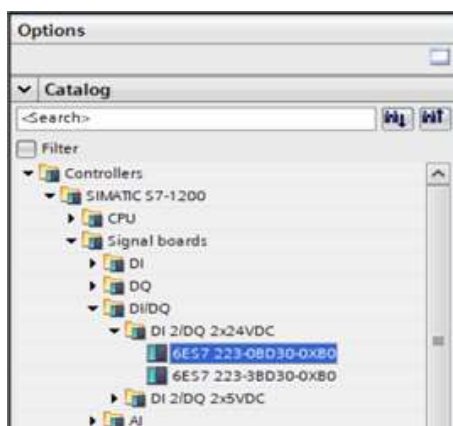
Interfaz de elección de dispositivos



Fuente: Elaboración propia

Figura 21

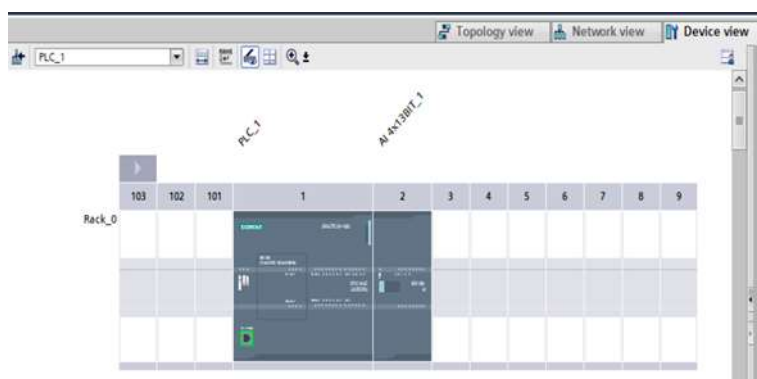
Selección de los dispositivos



Fuente: Elaboración propia

Figura 22

Módulos acoplados al plc.

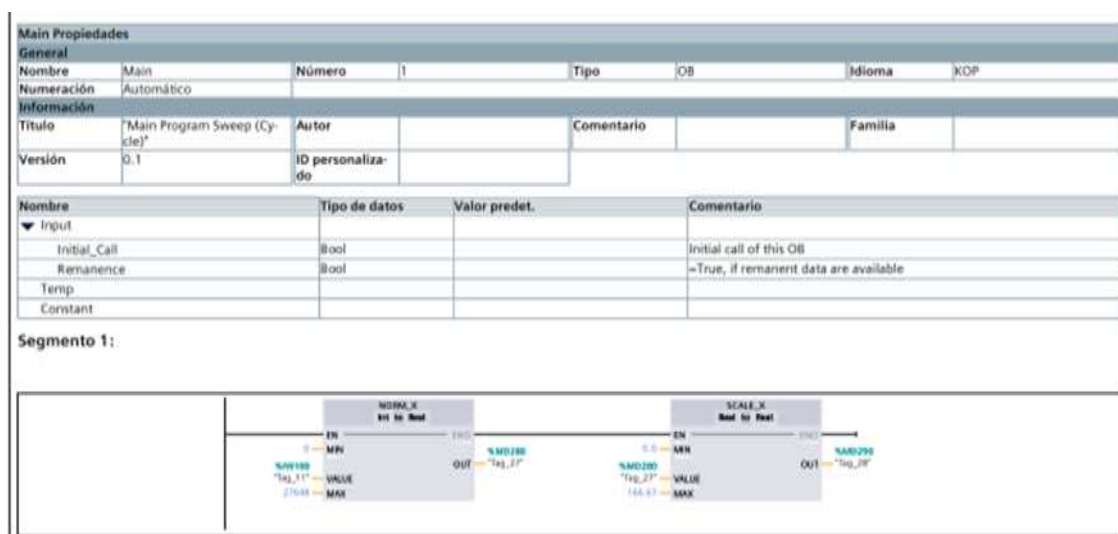


Fuente: Elaboración propia

Programar para empezar el algoritmo

Figura 23

Normalización y Escalamiento de Entrada Analógica



El Segmento 1 mostrado en la figura indica un flujo de trabajo estándar en programación industrial para el tratamiento de señales analógicas, indica el proceso de transformación de una señal eléctrica digitalizada en un valor físico comprensible para el operador o el sistema.

Figura 24

Acondicionamiento de Señal para Salida Analógica



Esta imagen muestra el proceso inverso al anterior: el escalamiento de una salida analógica. En este caso, el PLC toma un valor calculado internamente y lo convierte en una señal eléctrica para controlar un actuador (como un variador de frecuencia

Figura 25

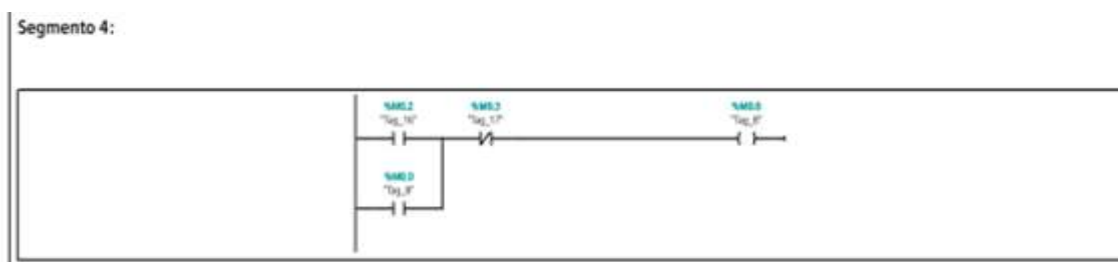
Control de Salidas Analógicas para Actuadores



Indican la preparación y envío de señales de control (consignas) hacia las salidas analógicas del PLC. Representan el paso final donde un valor numérico calculado por el programador se convierte en una señal eléctrica real para comandar un actuador.

Figura 26

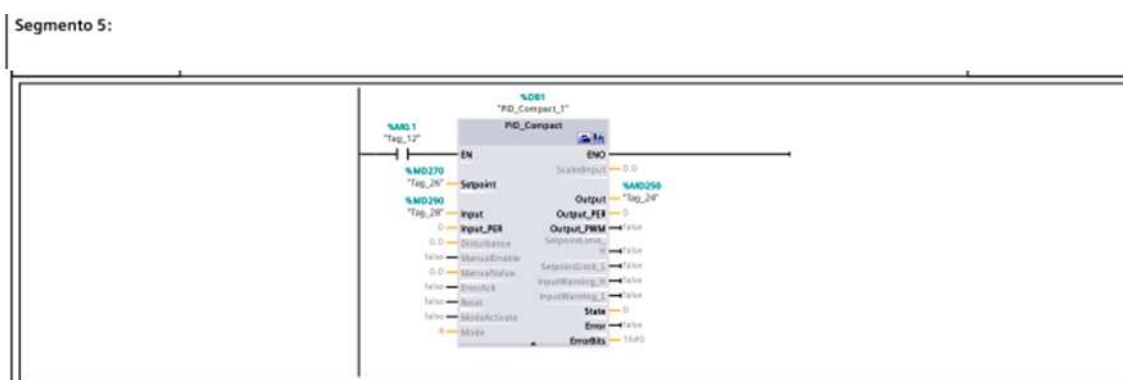
Conversión de Consignas de Usuario a Salidas de Periferia Analógica



La imagen proporcionada muestra la continuación de la lógica de control en TIA Portal, enfocándose en el procesamiento de señales de salida y el control automático.

Figura 27

Configuración de un Lazo de Control PID en Lenguaje Ladder"



La imagen representa la configuración de un lazo de control de proceso automático, la implementación de un bloque de función PID Compact dentro de un entorno de programación de PLC (específicamente TIA Portal de Siemens), utilizando lenguaje Ladder

Figura 28

Lógica de encendido/apagado para el bloque PID



La imagen detalla la activación de una bobina mediante un contacto de entrada.

Figura 29

Asignación de parámetro constante de valor



La imagen indica que se utiliza un bloque MOVE para asignar un valor constante a una dirección de memoria. Específicamente, transfiere el valor numérico.

Desarrollar la monitorización en tiempo real del caudal de agua en la planta didáctica.

Figura 30

Elección de la interfaz HMI

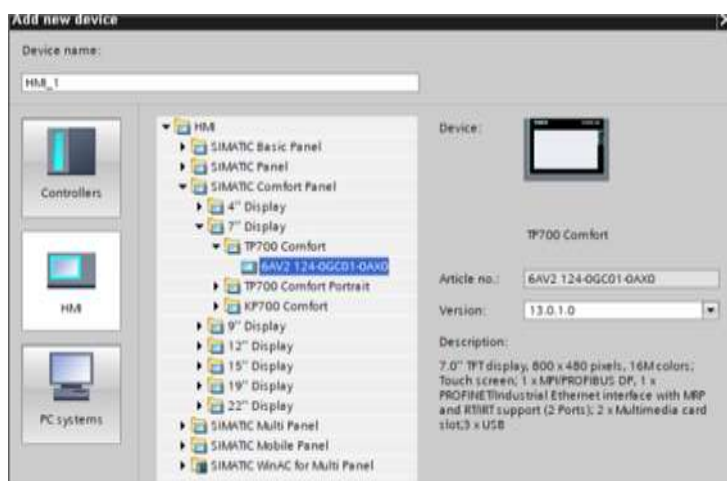


Figura 31

Sincronización de la interfaz de enlace entre el sistema de supervisión y el controlador programable

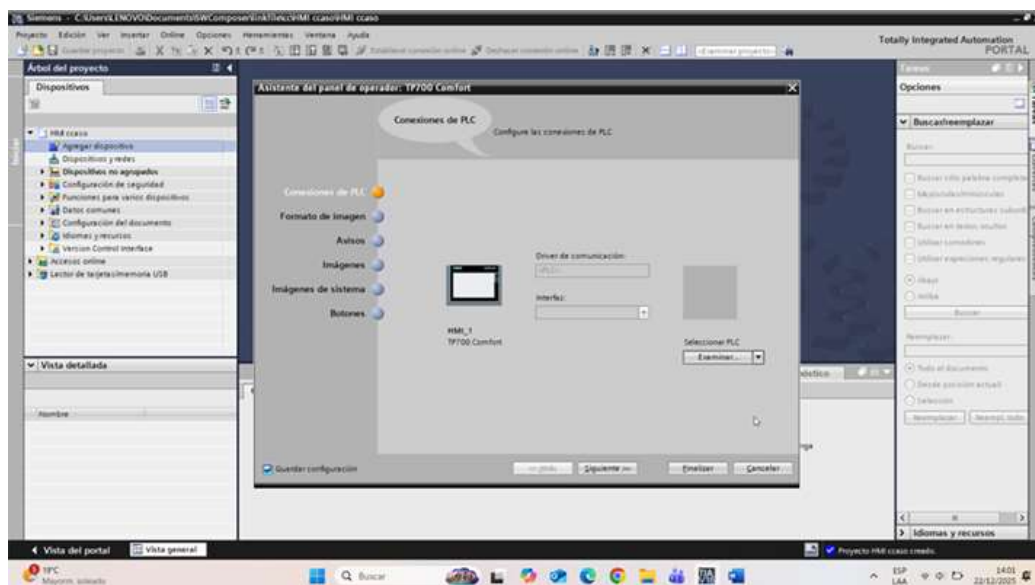
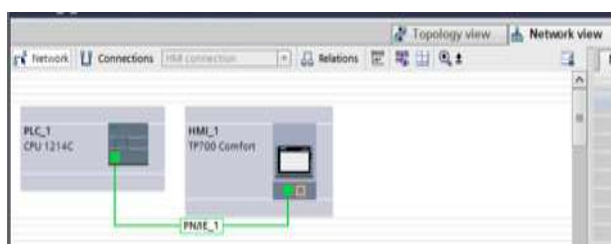


Figura 32

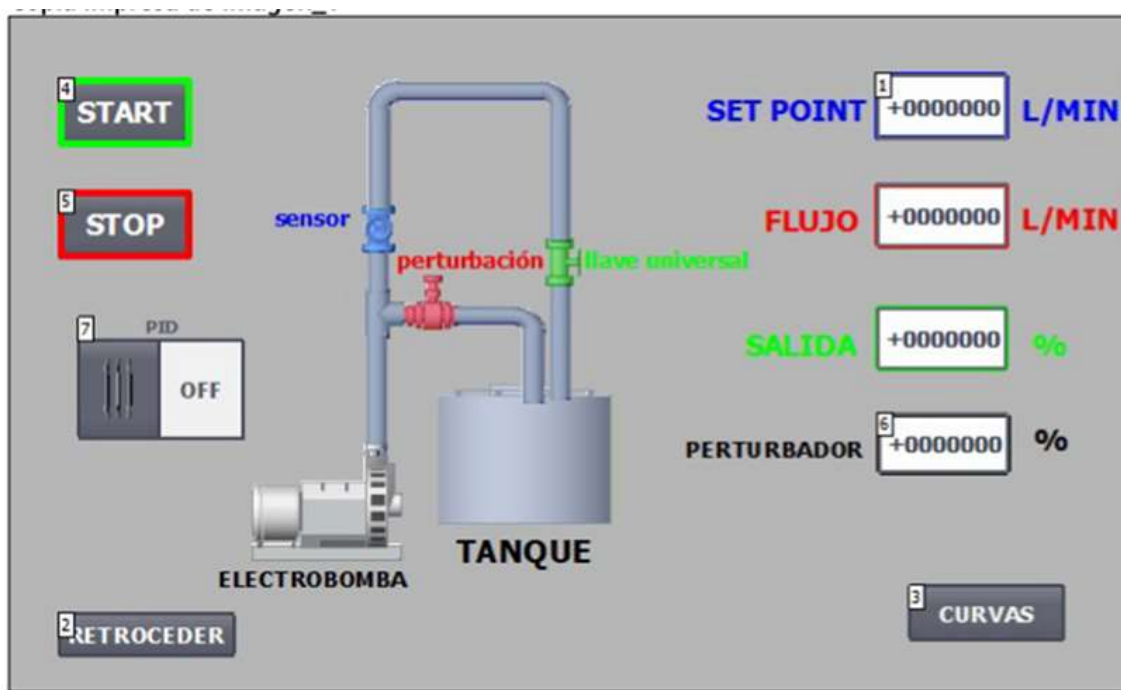
Comunicación por profinet para el control de caudal



Fuente: Elaboración propia

Figura 33

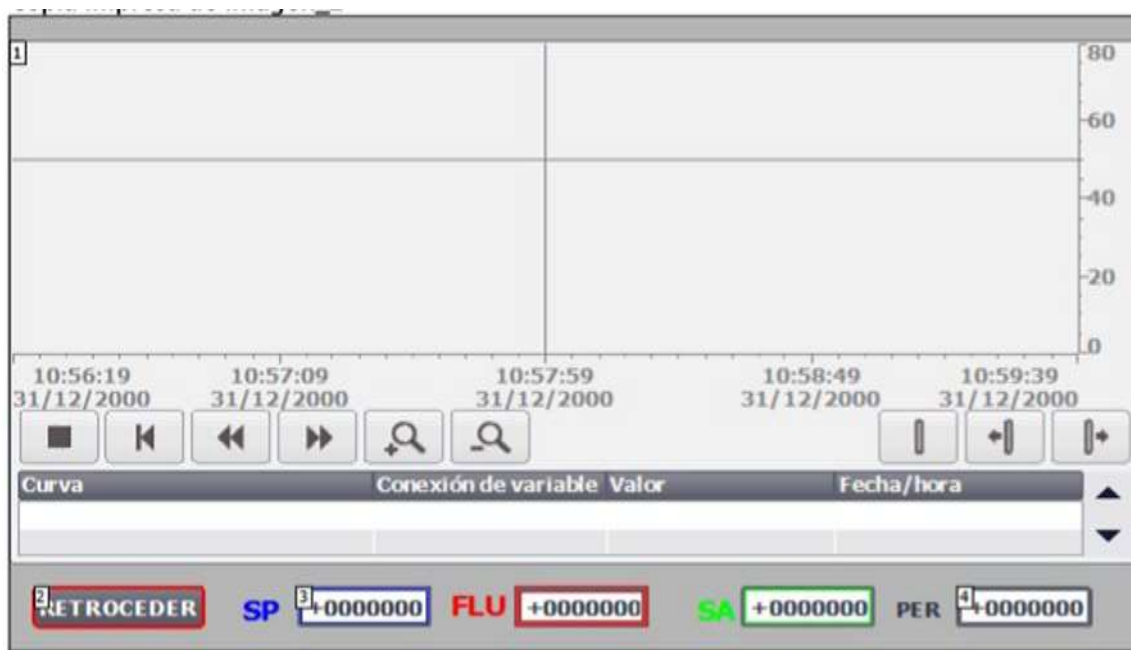
Interfaz HMI terminada para el Sistema de Control de Flujo por PID



La imagen muestra una representación visual HMI de un sistema de control de flujo de agua

Figura 34

Interfaz de Visualización de Curvas y Tendencias del Proceso



Esta figura es el resultado de la "configuración de la comunicación establecida entre el sistema de monitoreo y el PLC" que mencionaste antes. Los datos que el PLC procesa en los Segmentos 5, 6 y 7 son enviados a esta pantalla para que el operador pueda analizar si el control de la electrobomba es estable o si necesita ajustes

Figura 35

Interfaz gráfica culminada



Fuente: Elaboración propia

Esta última imagen representa la pantalla de inicio del sistema de monitoreo (HMI), que nos sirve como presentación formal del proyecto de investigación.

Pruebas y resultado

Con el propósito de validar la efectividad del módulo didáctico diseñado para el control y monitoreo del caudal de agua, se realizaron una serie de pruebas técnicas y pedagógicas. Estas pruebas permitieron evaluar tanto el funcionamiento del sistema implementado.

Figura 36

Módulo didáctico para el control y monitoreo del caudal de agua



Primera Prueba

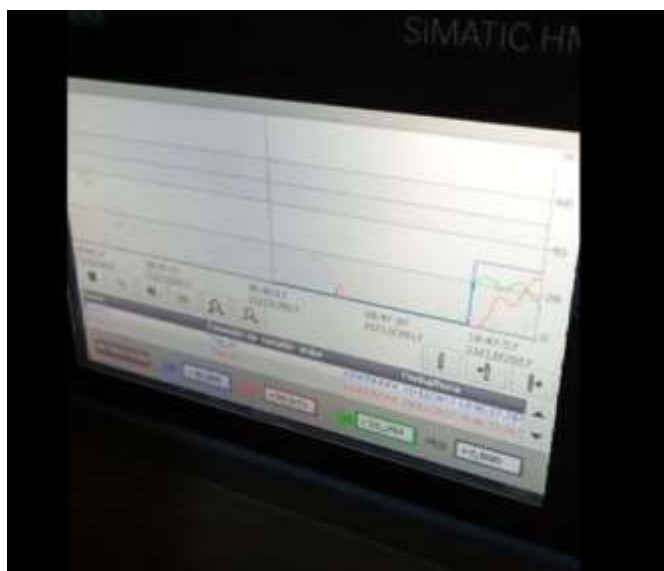
Figura 37

Primera prueba set point 30 L/min



Figura 38

Inicio del control PID set point de 30 L/min



En esta imagen muestra el monitoreo en tiempo real del flujo de agua a través del panel físico SIMATIC HMI. La figura también indica el comienzo del lazo de control PID.

Figura 39

Estabilidad del control PID a 30 L/min



Se puede observar que el variador de velocidad llega a una Frecuencia de 25.5 Hz al estabilizar el set point.

Figura 40

Perturbación apertura de la valvula proporcional a 40%



La perturbación se da cuando la válvula proporcional se hace rotar un 40% del diámetro de una pulgada.

Figura 41

Comportamiento del control PID con perturbación activa de 40%



En la imagen se observa como estabiliza el control PID ante una perturbación del 40% de la válvula proporcional haciendo que la electrobomba por acción del variador de frecuencia trabaja a 31.8 Hz

Segunda Prueba

Figura 42

Primera prueba set point 50 L/min



Figura 43

Inicio del control PID set point de 50 L/min



En esta imagen muestra el monitoreo en tiempo real del flujo de agua a través del panel físico SIMATIC HMI, la figura también indica el empiezo del lazo de control PID.

Figura 44

Estabilidad del control PID a 50 L/min



Se puede observar que el variador de velocidad llega a una frecuencia de 43.1Hz al estabilizar el set point.

Figura 45

Perturbación apertura de la válvula proporcional a 50%



La perturbación se da cuando la válvula proporcional se hace rotar un 50% del diámetro de una pulgada.

Figura 46

Comportamiento del control PID con perturbación activa de 50%



En la imagen se observa como estabiliza el control PID ante una perturbación del 50% de la válvula proporcional haciendo que la electrobomba por acción del variador de frecuencia trabaja a 53.8 Hz.

Tercera prueba

Figura 47

Primera prueba set point 60 L/min

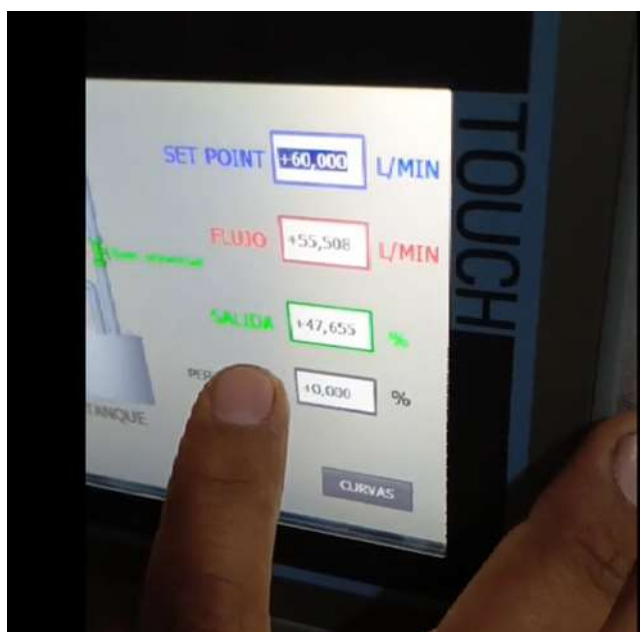


Figura 48

Inicio del control PID set point de 60 L/min



En esta imagen muestra el monitoreo en tiempo real del flujo de agua a través del panel físico SIMATIC HMI, la figura también indica el empiezo del lazo de control PID.

Figura 49

Estabilidad del control PID a 60 L/min



Se puede observar que el variador de velocidad llega a una Frecuencia de 51.4 Hz al estabilizar el set point.

Figura 50

Perturbación apertura de la valvula proporcional a 20%



La perturbación se da cuando la válvula proporcional se hace rotar un 20% del diámetro de una pulgada

Figura 51

Comportamiento del control PID con perturbación activa de 20%



En la imagen se observa como estabiliza el control PID ante una perturbación del 20% de la válvula proporcional haciendo que la electrobomba por acción del variador de frecuencia trabaja a 54.5 Hz.

Análisis de los resultados obtenidos

Los datos obtenidos reflejan el desempeño del controlador PID, ante variaciones deliberadas en la carga del sistema. El análisis se divide en tres pilares fundamentales:

1. Relación de Carga Nominal (Sin Perturbación)

En condiciones iniciales, se observa una correlación lineal y positiva entre el Set Point y la frecuencia de rotación de la electrobomba.

Para un caudal de 30 L/min, el sistema requiere una frecuencia de 25.5 Hz.

Al duplicar el objetivo a 60 L/min, la frecuencia necesaria aumenta a 51.4 Hz.

Esto demuestra que la planta tiene una respuesta predecible y que el escalado de las variables en el PLC (segmentos 5 y 7) es preciso.

2. Dinámica de Compensación ante Perturbaciones

La columna de "Perturbación" representa la apertura de una válvula que desvía o restringe el flujo, obligando al PID a reaccionar para mantener el Set Point:

Prueba de Mayor Esfuerzo (Prueba 2): Con un Set Point de 50 L/min y una perturbación del 50%, el sistema experimentó el mayor incremento de frecuencia absoluto (10.7 Hz), pasando de 43.1 Hz a 53.8 Hz. Esto indica que a mayor apertura de la válvula de perturbación, el controlador debe inyectar mucha más energía al motor para compensar la caída de presión.

Prueba de Estabilidad (Prueba 3): A pesar de tener el Set Point más alto (60 L/min), la perturbación fue baja (20%), resultando en un ajuste menor de solo 3.1 Hz. Esto sugiere que el sistema es más sensible al porcentaje de apertura de la válvula de perturbación que al valor del Set Point por sí solo.

3. Evaluación del Error y Estabilización

Al cruzar estos datos con las imágenes de la interfaz HMI:

Se confirma que el "Comportamiento del Sistema" (columna final de la tabla) tiende a la estabilidad.

La diferencia entre la frecuencia inicial y la frecuencia con perturbación representa la Acción Correctiva del PID.

Los resultados verifican que la comunicación entre el software de monitoreo y el PLC es robusta, ya que los cambios realizados físicamente en la planta se reflejan y modifican de inmediato en la pantalla del operador.

Tabla 5

Resultados registrados en las pruebas con control PID

Pruebas	Set Point (L/min)	Frecuencia Inicial (Hz)	Perturbación Apertura (%) Válvula proporcional	Frecuencia con Perturbación (Hz)	Comportamiento del Sistema (Análisis)
1	30	25.5	40	31.8	Respuesta Estable: El sistema compensa una perturbación moderada incrementando la frecuencia en 6.3 Hz para mantener el flujo constante.
2	50	43.1	50	53.8	Compensación Crítica: Ante la mayor perturbación registrada, el PID realiza un ajuste significativo de 10.7 Hz , demostrando robustez en condiciones de alta carga.
3	60	51.4	20	54.5	Ajuste Eficiente: A pesar del alto caudal, la baja perturbación permite una estabilización rápida con un incremento menor de solo 3.1 Hz .

4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Ambas investigaciones se enfocan en los apoyos didácticos para el aprendizaje práctico en automatización industrial, específicamente en la medición y control de variables hidráulicas como el caudal.

La implementación del módulo didáctico de caudal aporta una solución integral que permite a los estudiantes comprender y experimentar con múltiples variables de un sistema automatizado. Por su parte, la implementación de la planta didáctica centrada en el control y monitoreo del flujo de caudal ofrece un enfoque más especializado y detallado en esta variable específica.

Los resultados obtenidos en ambas tesis demuestran que la integración de sensores y sistemas de adquisición de datos permite obtener mediciones

precisas y confiables, favoreciendo el aprendizaje activo. Además, la facilidad de operación y la interfaz amigable potencian la interacción del usuario, disminuyendo la curva de aprendizaje.

Una ventaja destacada en la planta didáctica implementada es su capacidad para simular escenarios reales de control de caudal, lo cual complementa el módulo didáctico más general, proporcionando una experiencia educativa más completa y especializada.

Sin embargo, ambas propuestas reconocen la necesidad de mantener una calibración constante de los sensores y un programa de mantenimiento preventivo, para asegurar la precisión y la funcionalidad a largo plazo.

En conjunto, estas herramientas didácticas no solo facilitan el aprendizaje de conceptos teóricos, sino que también contribuyen al desarrollo de competencias prácticas esenciales para los futuros profesionales en automatización.

Tabla 6

Comparación de parámetros obtenidos

Aspecto	Diseño de un módulo didáctico para la medición y control de nivel, presión y caudal	Implementación de una planta didáctica para el control y monitoreo de flujo de caudal
Objetivo	Desarrollar un módulo para medir y controlar nivel, presión y caudal en laboratorio.	Implementar una planta para el control y monitoreo específico del flujo de caudal.
Variables controladas	Nivel, presión y caudal.	Flujo de caudal.
Alcance	Módulo multifuncional para varios parámetros.	Planta didáctica especializada en flujo de caudal.
Precisión de medición	Alta, gracias a la integración de sensores confiables.	Alta, con sensores calibrados para monitoreo en tiempo real.



Aspecto	Diseño de un módulo didáctico para la medición y control de nivel, presión y caudal	Implementación de una planta didáctica para el control y monitoreo de flujo de caudal
Interfaz de usuario	Intuitiva y amigable para facilitar el aprendizaje.	Sencilla e interactiva para monitoreo y control en tiempo real.
Aplicación educativa	Laboratorio de automatización con enfoque integral en variables hidráulicas.	Laboratorio de automatización con enfoque especializado en caudal.
Mantenimiento	Requiere calibración y mantenimiento periódico para mantener precisión.	Requiere calibración y mantenimiento preventivo para asegurar funcionamiento continuo.
Ventajas principales	Permite experimentar con múltiples variables hidráulicas.	Permite simular y controlar escenarios reales específicos de flujo de caudal.
Limitaciones	Mayor complejidad por manejar varias variables simultáneamente.	Enfoque limitado únicamente al flujo de caudal.
Flexibilidad y escalabilidad	Diseño modular que permite futuras ampliaciones.	Modularidad para integrar nuevos sensores o actuadores en el futuro.

Nota: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

PRIMERA: Se logró la implementación exitosa de una planta didáctica funcional para el control y monitoreo de caudal, integrando el hardware de bombeo, sensores y la lógica de control en un PLC. La sostenibilidad del sistema se confirmó mediante la operatividad continua de la electrobomba y la capacidad del software para gestionar cambios en el proceso sin pérdida de comunicación.

SEGUNDA: La selección del sensor de caudal demostró ser la adecuada al proporcionar lecturas estables y precisas necesarias para cerrar el lazo de control. Durante las pruebas, el sensor detectó con exactitud las variaciones de flujo provocadas por la válvula de perturbación, permitiendo que el sistema registrara datos consistentes en el rango de 30 a 60 L/min, lo que garantiza la fiabilidad de las mediciones.

TERCERA: La implementación del algoritmo PID fue validada satisfactoriamente mediante tres pruebas de esfuerzo que confirmaron su capacidad de compensación dinámica. Se demostró que ante una perturbación crítica del 50% de apertura, el algoritmo incrementó la frecuencia de la bomba en 10.7 Hz para sostener el flujo; asimismo, se comprobó que a caudales altos de 60 L/min, el control mantiene un error de estado estable mínimo, asegurando la estabilidad del proceso en diversos regímenes de trabajo.

CUARTA: Se concluye que la interfaz SIMATIC HMI permitió diagnosticar la dinámica del sistema al visualizar la transición de las oscilaciones iniciales hacia la estabilidad de las curvas de FLU (Flujo) y SA (Salida) ante cambios en el Set Point o el PER (Perturbador). La



efectividad del PID se validó al observar señales amortiguadas y trazos horizontales con un flujo real de +29,516 L/MIN frente a una consigna de +30,000 L/MIN, garantizando un control preciso con error mínimo y consolidando a la planta como una herramienta analítica robusta.

RECOMENDACIONES

PRIMERA: Realizar planes de mantenimiento preventivo periódico a la electrobomba y conexiones eléctricas para asegurar la operatividad continua observada, además de respaldar periódicamente el código del PLC y la configuración del software para evitar pérdidas de datos ante fallos eléctricos.

SEGUNDA: Se sugiere programar rutinas de calibración semestrales para el sensor de caudal, garantizando que el rango de operación de 30 a 60 L/min mantenga la precisión actual y que las lecturas sigan siendo fiables ante variaciones de presión en el circuito hidráulico.

TERCERA: Se recomienda ajustar los parámetros de ganancia proporcional e integral si se planea operar habitualmente con perturbaciones superiores al 50%, con el fin de reducir el esfuerzo de frecuencia (10.7 Hz) y optimizar el consumo energético de la bomba bajo regímenes de trabajo críticos

CUARTA: Se sugiere implementar alarmas visuales y sonoras en la interfaz SIMATIC HMI que se activen cuando las oscilaciones iniciales superen un tiempo de estabilización predefinido o cuando el error entre el SP y el FLU exceda los límites de precisión establecidos (ej. más de 0.5 L/MIN).



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, E., Proaño, R., & Vera, C. (2015). Diseño e implementación de un banco de pruebas para control industrial programable. *Pre grado*. Universidad Politécnica Salesiana, Exuador.
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/10245>
- Álvarez, M. (2004). *Controladores Logicos*. Barcelona, España: Marcombo.
<https://books.google.hn/books?id=uR19LQiBpDgC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Alvaro, F., & Caceres, E. (2017). Análisis del comportamiento de un ventilador centrífugo mediante el diseño y construcción de un módulo de laboratorio de ventiladores para la EPIME. *Pre grado*. Universidad Nacional Del Altiplano, Puno, Peru.
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/4054>
- Aragón, N., & Suan, A. (2019). Diseño de un módulo didáctico para la medición y control de nivel, presión y caudal para un laboratorio de automatización. *Pre grado*. Fundación Universidad de América, Bogota, Colombia.
<http://hdl.handle.net/20.500.11839/7563>
- Barbado, J., Sierra, J., & Bravo, J. (2013). *Automatismos Industriales*. México, México: Alfaomega Grupo Editor S.A. <https://biblioteca.epn.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=38545>
- Camizán, K., & García, M. (2018). Diseño e implementación de un prototipo de sistema Scada para una planta de nivel, presión y flujo utilizando PLC Allen Bradley en el laboratorio de Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. *Pre grado*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Peru. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/2094>



- Casa, M., & Ortiz, J. (2017). Implementación de un módulo didáctico con control PID y lógica difusa para manejar las variables nivel y caudal. *Pre grado*. Escuela Politecnica Nacional, Quito, Ecuador.
<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/18768>
- Casas, D. (2018). Análisis energético del comportamiento de los ventiladores en un sistema regulado mediante la variación de frecuencia. *Pre grado*. Universidad Nacional de San Agustín, Arequipá, Peru.
<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/8307>
- Coronado, F. (2024). Diseño de un módulo didáctico de control de caudal y nivel como soporte educativo para las materias de control y automatización industrial en la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo. *Pre grado*. Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo, Lambayeque, Peru.
<https://hdl.handle.net/20.500.12893/13195>
- Cruz, F. (2019). Banco didáctico para prueba de motores eléctricos bifásicos y trifásicos en laboratorio de electrónica de la Universidad Católica de Colombia. *Pre grado*. Universidad Católica de Colombia, Colombia.
<https://hdl.handle.net/10983/24037>
- Daneri, P. (2008). *PLC. Automatización y control industrial*. Buenos Aires -, Argentina : Editorial Hispano Americana S.A. - H.A.S.A. <https://libros.ep-electropc.com/2018/06/plc-automatizacion-y-control-industrial.html?m=1>
- Diaz, L., & Rincon, J. (2010). Accionamiento de motores eléctricos basado en lógica programada : diseño y construcción de bancos didácticos. *Pre grado*. Universidad Industrial de Santander, Colombia.
<https://noesis.uis.edu.co/handle/20.500.14071/24344>



- Garcia, N., & Rosero , C. (2020). Diseño de una planta didáctica de control de flujo para el laboratorio de control automático FIEC – MACI. *Pre grado*. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.
<http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/57207>
- Hoyos, V., & Ortiz, G. (2018). Desarrollo de Módulos de Control Electrónico para Máquinas Rotativas Eléctricas, Utilizando el PLC Micrologix Logo Siemens, en el Laboratorio de Automatización y Control de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica de la Universidad Privada de Tacn. *Pre grado*. Universidad Privada de Tacna, Tacna, Lima.
<http://hdl.handle.net/20.500.12969/607>
- Huamán, L. (2020). Elección óptima de arranque de motores eléctricos trifásicos asíncronos según su uso en la industria. *Pre grado*. Universidad Continental, Peru. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/10047>
- Jose, V. (10 de setiembre de 2009). Sensores en un PLC al detalle. Lima , Lima , Peru.
- Peralta, J. (2017). Análisis de la influencia de la variación de la frecuencia en los parámetros de funcionamiento de un ventilador aplicado en sistemas de ventilación. *Pre grado*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Peru. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3059>
- Piedrafita, R. (2004). *Ingeniería de la Automatización Industrial* (Segunda ed.). México : Alfaomega.
<https://es.scribd.com/document/596377245/pdfcoffee-com-375800189-ingenieria-de-la-automatizacion-industrial-2-ed-pedro-piedrafitapdf-5-pdf-free>



- Quirita, F. (2024). Diseño e implementación de un sistema basado en internet industrial de las cosas para el control y supervisión de variables de un sistema de control de posición y velocidad de un motor trifásico. *Pre grado*. Universidad Nacional de San Agustín, Awquipa, Lima.
<https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.03>
- Ruíz, J. (2019). Diseño e implementación de un prototipo de modulo didáctico de caudal para medir su influencia en el aprendizaje de la instrumentación y control industrial. *Pre grado*. Universidad Tecnológica del Per, Lima, Peru.
<https://hdl.handle.net/20.500.12867/2262>
- Tapia, J. (2006). *Control de Motores Con Logica Programada*. Morelia, Mexico: Instituto Tecnológico de Morelia. <https://pdfcoffee.com/control-de-motores-con-logica-programada-pdf-5-pdf-free.html>



ANEXOS



TÍTULO: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL DE CAUDAL DE AGUA EN UNA PLANTA DIDÁCTICA PUNO
- 2025

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOSTESIS	VARIABLES E INDICADORES		
PROBLEMA GENERAL Como implementar una planta didáctica para el control y monitoreo de flujo de caudal.	OBJETIVOS GENERAL Implementar una planta didáctica para el control y monitoreo de flujo de caudal	HIPOSTESIS GENERAL La implementación de una planta didáctica para el control y monitoreo de flujo de caudal permitirá a los estudiantes y profesionales mejorar su comprensión y habilidades prácticas en el manejo y optimización de sistemas de control de flujo, aumentando su capacidad para tomar decisiones informadas y eficientes en la gestión de caudales en sistemas industriales.	Variable Independiente	Dimensiones	Indicador
PROBLEMAS ESPECÍFICOS ¿Como seleccionar los sensores y actuadores requeridos para el sistema de control y monitoreo? ¿De qué manera se implementa un algoritmo de control del caudal en una planta didáctica? ¿Como desarrollar la monitorización en tiempo real del caudal de agua en la planta didáctica??	OBJETIVOS ESPECÍFICOS OE1. Seleccionar los sensores y actuadores requeridos para el sistema de control y monitoreo. OE2. Implementar un algoritmo de control del caudal en una planta didáctica. OE3. Desarrollar la monitorización en tiempo real del caudal de agua en la planta didáctica.	HIPÓTESIS ESPECIFICAS La selección adecuada de sensores y actuadores específicos para el sistema de control y monitoreo mejorará la precisión y confiabilidad del control de la planta de caudal. La implementación de un algoritmo de control del caudal en una planta didáctica mejorará la precisión y eficiencia en el monitoreo y ajuste del flujo, permitiendo a los estudiantes comprender y aplicar técnicas de control automático en tiempo real.	Variable Independiente: Implementación de la planta didáctica	Programación y automatización	Correcta configuración del PLC en TIA Portal
			Variable dependiente: Control y monitoreo del flujo de caudal.	Programación de control	Capacidad de programar en TIA Portal para controlar el sistema



		lo que facilitará el aprendizaje práctico y la solución de problemas en sistemas de control industrial. El desarrollo de un sistema de monitorización en tiempo real del caudal de agua en la planta didáctica permitirá una supervisión precisa y continua del flujo, lo que facilitará la identificación inmediata de irregularidades y optimizará el proceso de enseñanza-aprendizaje al proporcionar datos en tiempo real para el análisis y la toma de decisiones informadas por parte de los estudiantes			
--	--	--	--	--	--

ANEXO 2 HMI HTP 700 Siemens

SIEMENS

Data sheet

6AV2123-2GA03-0AX0

SIMATIC HMI, KTP700 BASIC DP, BASIC PANEL, KEY AND TOUCH OPERATION, 7" TFT DISPLAY, 65536 COLORS, PROFIBUS INTERFACE, CONFIGURATION FROM WINCC BASIC V13/ STEP7 BASIC V13, CONTAINS OPEN SOURCE SW WHICH IS PROVIDED FREE OF CHARGE FOR DETAILS SEE CD



Product type designation	
Display	
Design of display	TFT widescreen display, LED backlighting
Screen diagonal	7 in
Display width	154.1 mm
Display height	85.9 mm
Number of colors	65 536
Resolution (pixels)	
• Horizontal image resolution	800
• Vertical image resolution	480
Backlighting	
• MTBF backlighting (at 25 °C)	20 000 h
• Dimmable backlight	Yes
Control elements	
Keyboard	
• Function keys	
— Number of function keys	8
• Keys with LED	No
• System keys	No
• Numeric/alphabetical input	
— Numeric keyboard	Yes; Onscreen keyboard
— Alphanumeric keyboard	Yes; Onscreen keyboard
Touch operation	
• Design as touch screen	Yes

ANEXO 3 PLC S7 1200 Siemens

SIEMENS

Hoja de datos

6ES7215-1BG40-0XB0



SIMATIC S7-1200, CPU 1215C, CPU compacta, AC/DC/relé, 2 puertos PROFINET, E/S integradas: 14 DI 24 V DC; 10 DO, relé 2 A, 2 AI 0-10 V DC, 2 AO 0-20 mA DC, alimentación: AC 85-264 V AC con 47-63 Hz, memoria de programas/datos 200 kB

Información general	
Designación del tipo de producto	CPU 1215C AC/DC/Relais
Versión de firmware	V4.6
Ingeniería con	
• Paquete de programación	STEP 7 V18 o superior
Tensión de alimentación	
Valor nominal (AC)	
• 120 V AC	Si
• 230 V AC	Si
Rango admisible, límite inferior (AC)	85 V
Rango admisible, límite superior (AC)	265 V
Frecuencia de red	
• Rango admisible, límite inferior	47 Hz
• Rango admisible, límite superior	63 Hz
Intensidad de entrada	
Consumo (valor nominal)	100 mA con 120 V AC; 50 mA con 240 V AC
Consumo, máx.	300 mA con 120 V AC; 150 mA con 240 V AC
Intensidad de cierre, máx.	20 A; con 264 V
I _t	0,8 A ² ·s
Intensidad de salida	
Para bus de fondo (5 V DC), máx.	1 600 mA; máx. 5 V DC para SM y CM
Alimentación de sensores	
Alimentación de sensores 24 V	
• 24 V	20,4 a 28,8 V
Pérdidas	
Pérdidas, tip.	14 W
Memoria	
Memoria de trabajo	
• integrada	200 kbyte
Memoria de carga	
• integrada	4 Mbyte
• enchufable (SIMATIC Memory Card), máx.	con SIMATIC Memory Card
Respaldo	
• existente	Si
• libre de mantenimiento	Si
• sin pila	Si
Tiempos de ejecución de la CPU	
para operaciones de bits, tip.	0,08 µs; /instrucción
para operaciones a palabras, tip.	1,7 µs; /instrucción
para aritmética de coma flotante, tip.	2,3 µs; /instrucción

ANEXO 4 VARIADOR DE VELOCIDAD

SINAMICS V20: datos técnicos

SIEMENS

0,12 a 15 kW

2



SINAMICS V20	
Tensión de red/frecuencia de red	1AC 200 a 240 V (+/-10%); 3AC 380 a 480 V (-15%...+10%) con 50/60 Hz
Potencia asignada/tamaños	0,12 a 15 kW/4 tamaños
Tipo de configuración	Variador compacto que reúne en un equipo las unidades funcionales Control Unit (CU) y Power Module (PM) + accesorios opcionales
Grado de protección	IP20/UL open type
Temperatura de servicio	Hasta 60 °C sin reducción de potencia/40 a 60 °C con reducción de potencia
Humedad ambiental, máx.	95% (no condensada)
Capacidad de sobrecarga	Sobrecarga: 150% durante 60 s dentro de un ciclo de carga de 300 s
Interfaces de comunicación integradas	USS/Modbus RTU
Entradas/salidas de señal (IOs)	4 DI/2 DO/2 AI/1 AO
Tipos de control y regulación	Uff (lineal), cuadrático, FCC, ECO
Safety Integrated	--
Frenado	Chopper de freno opcional para FSA, FSB, FSC (0,37 a 5,5 kW); Chopper de freno integrado para FSD (7,5 a 15 kW)
Interfaces de herramienta	Tarjeta de memoria: Tarjeta SD SINAMICS; panel de mando: Parameter Loader con V20 BOP
Normas	CE, CULus, C-tick, KC
Compatibilidad electromagnética (CEM)	Para más detalles, véase el capítulo 4: Más información
Longitudes del cable de motor	Cable sin apantallar: 50 m; cable apantallado: 25 m, 10 m para FSA; son posibles cables de motor más largos con bobina de salida: 3AC 400 V: cable apantallado/sin apantallar 150 m 1AC 230 V: cable apantallado/sin apantallar 200 m
Funciones de energía	Modo ECO (reducción automática de flujo), modo de ahorro de energía en Standby, calculadora de consumo energético
Funciones	Consigna de velocidad fija, regulador PID

! Encontrará la documentación técnica de SINAMICS V20 en:
[siemens.com/sinamics-v20/documentation](https://www.siemens.com/sinamics-v20/documentation)

2_09

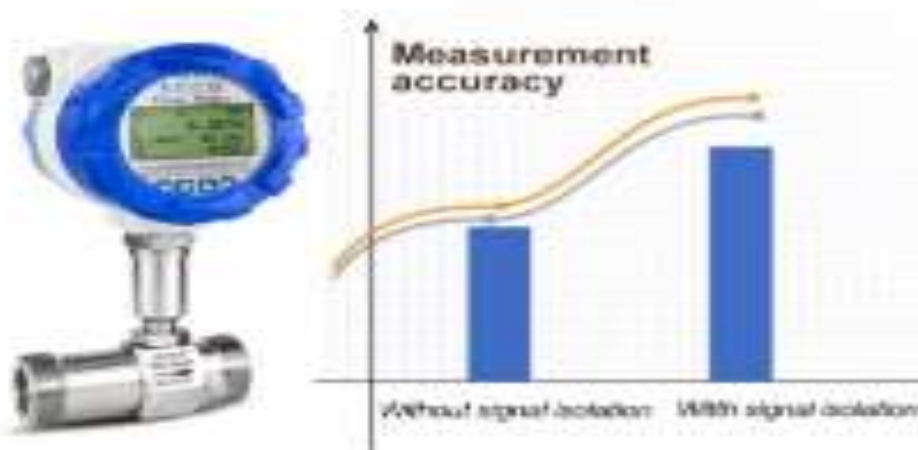
ANEXO 5 SENSOR DE FLUJO

Turbine Flowmeter

—— Male thread ——



SIGNAL ISOLATION FUNCTION



FLOW RANGE

*Select the flow meter size according to the flow range

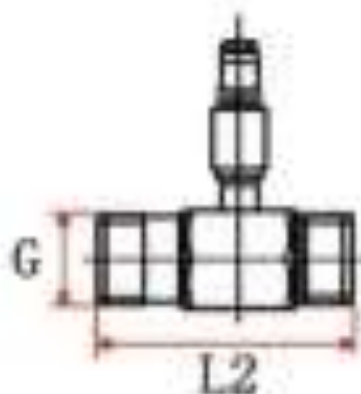
Internal diameter (mm)	Standard flow range		Expanded flow range (m³/h)	Standard pressure level (MPa)
	(m³/h)	(L/min)		
DN4	0.04-0.25	0.7-4.2	0.04-0.4	6.3
DN6	0.3-0.8	1.7-10	0.06-0.6	6.3
DN10	0.2-1.2	3.3-20	0.15-1.5	6.3
DN15	0.6-6	10-100	0.4-8	6.3
DN20	0.8-8	13.3-133.3	0.45-9	6.3
DN25	1-10	16.7-166.7	0.5-10	6.3
DN32	1.5-15	25-250	0.8-25	6.3
DN40	2-20	33.3-333.3	1-20	6.3
DN50	4-40	66.7-666.7	2-40	2.5
DN65	7-70	116.7-1166.7	4-70	1.6
DN80	10-100	166.7-1666.7	5-100	1.6
DN100	20-200	333.3-3333.3	10-200	1.6
DN125	25-250	416.7-4166.7	13-250	1.6
DN150	30-300	500-5000	15-300	1.6
DN200	80-800	1333.3-13333.3	40-800	1.6

MEASURING MEDIUM

*Pure and low viscosity liquid flow measurement

Tapwater	Ammonia	Alcohol
Diesel oil	Gasoline	Hydraulic oil
Liquor	Diesel oil	Pure liquid

PRODUCT SIZE



	Threaded connections	
Diameter	L2	O(External thread)
4	225	G1/2
6	226	G1/2
10	346	G1/2
15	75	G1
20	80	G1
25	100	G5/4
32	140	G3/2
40	140	G2
50	150	G5/2

ELLYN M. MCGUIRE

Elaborate: I want CRM/CRM-related materials!

1. Make sure the child's assessment of product. They need often practice singular vs. plural.

©2004 Blackwell Publishing Ltd, *Journal of Internal Medicine* 255: 105–112

© 2004 Intel Corporation. Intel, the Intel logo, and Intel Inside are trademarks or registered trademarks of Intel Corporation or its subsidiaries in the United States and other countries. All other trademarks are the property of their respective owners.

©2009 The McGraw-Hill Companies. All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or by any information storage and retrieval system, without prior written permission from The McGraw-Hill Companies, Inc.

It is prohibited to use any of the following prohibited parts, accessories or related items:

© 2004 Blackwell Publishing Ltd, *Journal of Internal Medicine* 255: 103–110

T. A. Williams and J. A. Roberts



Apéndice2: Instrumentos.

Apéndice2: Instrumentos.

I.- Datos del experto:

1.- Apellidos y nombres: Mamani Yujra Cesar Iglesias

2.- Cargo e institución donde labora: Gerente "CEAUTOS E.I.R.L"

Se realizan una lista de instrumentos electrónicos que se utilizaron para el proyecto "IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL DE CAUDAL DE AGUA EN UNA PLANTA DIDÁCTICA PUNO - 2025", en donde se utilizaron los instrumentos de investigación de Observación directa y experimentación.

Tabla de instrumentos electrónicos.

INSTRUMENTOS ELECTRÓNICOS	DESCRIPCIÓN
Multímetro Uni - T	Multímetro para medir corriente, voltaje, ohm, continuidad, etc. Voltaje
Pantalla HMI Siemens	Voltaje
Controlador Lógico Programable S7 1200 Siemens	Voltaje
Variador de Velocidad Siemens	Voltaje
Sensor flujo	Voltaje

Nota: Instrumentos electrónicos en la experimentación.



Cesar Iglesias Mamani Yujra
ING. MECATRONICO
CIP: 190388



Apéndice3: Validación de instrumentos.

Se ha realizado un cuadro de validación de instrumentos que se ha realizado en esta investigación.

Validación de instrumentos Electrónicos

INSTRUMENTOS	VALIDACIÓN
Multímetro Uni - T	CERTIFICADO
Pantalla HMI Siemens	Software de diagnóstico / PC
Controlador Lógico Programable S7 1200 Siemens	Simulador de señales / Multímetro
Variador de Velocidad Siemens	Tacómetro
Sensor de flujo	Multímetro

Nota: Se valida datos con instrumentos tecnológicos



Cesar Iglesias Mamani Yupi
ING. MECATRONICO
CIP: 190388



Apéndice 4: Tratamiento de Datos.

Se realiza un cuadro de tratamiento de datos de los componentes electrónicos con el fin de poder realizar la adquisición y procesamiento de algoritmos según los datos obtenidos.

INSTRUMENTOS DE ESTUDIO	INSTRUMENTOS ELECTRÓNICOS	PARÁMETROS	DATOS	VALIDACIÓN
Observación directa	Multímetro Uni - T			Certificado
	Pirómetro			
	Pantalla HMI Siemens	Voltaje (V) 0 a 10V	Lecturas en V, A, Ω 0 a 27648 bits	Comparación ajuste y certificación
	Controlador Lógico Programable S7 1200 Siemens	Voltaje (V) 0 a 10V		Estados lógicos, ms
	Variador de Velocidad Siemens Regulación	Tacómetro rpm	RPM, Hz, V Hz) 0 a 60vHz	Multímetro/ PLC
	Sensor de flujo	m3/seg	mm, V	Multímetro/ Variador Multímetro

Nota: El estudio y la validación de datos obtenidos.




Cesar Leonardo Montoya Yanga
ING. MECATRONICO
CIP: 490388



ANEXO 1 FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital ☒

Fecha de entrega: 10/04/2026

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: RONALD YASMANI FLORES MAQUERA
Dirección: AV. PANAMERICANA N°1070 - ILAVE
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 71925302
Teléfono: 917371099 email: ronaldflores1999vas@gmail.com
Nombres y Apellidos: _____
Dirección: _____
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____
Teléfono: _____ email: _____
Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA MECATRÓNICA
Título o Grado Académico a optar: INGENIERO MECATRÓNICO
Asesor: M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:
Trabajo de Investigación ☐ Tesis ☒ Trabajo de Suficiencia Profesional ☐ Trabajo Académico ☐
Título: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL DE CAUDAL DE AGUA EN UNA PLANTA DIDÁCTICA PUNO - 2025

Palabras claves, (3 a 5 términos): Planta, didáctica, control, monitoreo, caudal.

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1, 2}?

1

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

☐ Bachiller ☒ Título ☐ 2da Especialidad ☐ Maestría ☐ Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- ☒ Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- ☐ Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- ☐ No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- ☒ Sí autorizo
- ☐ No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción “internacional” o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción “internacional” emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, la opción “internacional” goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral. Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

☒

Internacional

☐

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN – P21

Firma de Autor



huella digital

10 de ABRIL del 2026

Fecha