



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA



**IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO PARA EL MONITOREO
Y CONTROL DE NIVEL EN TANQUES ACOPLADOS
UTILIZANDO UN AUTÓMATA PROGRAMABLE**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. AMERICO EDSON ARPITA PAYE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECATRÓNICO

JULIACA - PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

**IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO PARA EL MONITOREO
Y CONTROL DE NIVEL EN TANQUES ACOPLADOS
UTILIZANDO UN AUTÓMATA PROGRAMABLE**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. AMERICO EDSON ARPITA PAYE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECATRÓNICO

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:

Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

PRIMER MIEMBRO

:

Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN

SEGUNDO MIEMBRO

:

M.Sc. ABELARDO LEON MIRANDA

ASESOR DE TESIS

:

M.Sc. MARIO ALEJANDRO RAMOS HERRERA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN - P21



“NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ”

RESOLUCIÓN DECANAL N° 628-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 11 de julio del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 7888 presentado por el (la) Bachiller: **AMERICO EDSON ARPITA PAYE** 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. **AMERICO EDSON ARPITA PAYE**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO PARA EL MONITOREO Y CONTROL DE NIVEL EN TANQUES ACOPLADOS UTILIZANDO UN AUTÓMATA PROGRAMABLE**, 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° 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 **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- * **Presidente** : Mgrt. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
- * **1er Miembro** : Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN
- * **2do Miembro** : MSc. ABELARDO LEON MIRANDA

ARTICULO SEGUNDO. - **RECONOCER** como asesor de la propuesta de investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **MSc. MARIO ALEJANDRO RAMOS HERRERA**.

ARTICULO TERCERO. - **APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **AMERICO EDSON ARPITA PAYE**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO PARA EL MONITOREO Y CONTROL DE NIVEL EN TANQUES ACOPLADOS UTILIZANDO UN AUTÓMATA PROGRAMABLE**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico**. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : Lunes 15 de julio del 2024
- * **HORA** : 11:00 a.m.
- * **LUGAR** : Aula 204 - Pabellón de Hidraulica

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 "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Milton Quispe Huanca
DR. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



Efraín Parolo Sosa
DR. EFRAÍN PAROLO SOSA
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo



RESOLUCIÓN DECANAL N° 366-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 05 de junio del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-P-0770 por el o (la) Bachiller: **AMERICO EDSON ARPITA PAYE** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO – N° 290 - 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 001 - 2024 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 o (la) Bachiller: **AMERICO EDSON ARPITA PAYE**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO PARA EL MONITOREO Y CONTROL DE NIVEL EN TANQUES ACOPLADOS UTILIZANDO UN AUTÓMATA PROGRAMABLE**, 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 Ranulfo Sanchez Carreón** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecatrónica** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 001 - 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO PARA EL MONITOREO Y CONTROL DE NIVEL EN TANQUES ACOPLADOS UTILIZANDO UN AUTÓMATA PROGRAMABLE**, 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° 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, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el o (la) Bachiller: **AMERICO EDSON ARPITA PAYE**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico, con el Tema Titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO PARA EL MONITOREO Y CONTROL DE NIVEL EN TANQUES ACOPLADOS UTILIZANDO UN AUTÓMATA PROGRAMABLE** 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) la), **M.Sc. MARIO ALEJANDRO RAMOS HERRERA**.

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

[Signature]
DR. MILTRON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

[Signature]
DR. Eliran Pajillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 083-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca 19 de marzo del 2024

VISTO: El expediente N° 2023-CU-16640, presentado por el señor (a) **AMERICO EDSON ARPITA PAYE** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el PROVEIDO - N° 272-2023-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 001-2024 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 (la) estudiante: **AMERICO EDSON ARPITA PAYE** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO PARA EL MONITOREO Y CONTROL DE NIVEL EN TANQUES ACOPLADOS UTILIZANDO UN AUTÓMATA PROGRAMABLE**, 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 Ranulfo 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° 001-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO PARA EL MONITOREO Y CONTROL DE NIVEL EN TANQUES ACOPLADOS UTILIZANDO UN AUTÓMATA PROGRAMABLE**.

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 merito 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 o (la) Bachiller: **AMERICO EDSON ARPITA PAYE**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico, con el Tema Titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO PARA EL MONITOREO Y CONTROL DE NIVEL EN TANQUES ACOPLADOS UTILIZANDO UN AUTÓMATA PROGRAMABLE** 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. MARIO ALEJANDRO RAMOS HERRERA**.

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. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
.....
Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO PARA EL CONTROL DE NIVEL EN TANQUES ACOPLADOS UTILIZANDO UN AUTÓMATA PROGRAMABLE

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	8%
2	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	2%
3	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Privada de Tacna Trabajo del estudiante	1%
5	idoc.pub Fuente de Internet	1%
6	repositoriodspace.unipamplona.edu.co Fuente de Internet	1%
7	www.scribd.com Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.untels.edu.pe Fuente de Internet	<1%



Metadatos complementarios

TÍTULO DE LA TESIS	
IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO PARA EL MONITOREO Y CONTROL DE NIVEL EN TANQUES ACOPLADOS UTILIZANDO UN AUTÓMATA PROGRAMABLE	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	AMERICO EDSON ARPITA PAYE
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	73209009
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0009-6813-0438
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	MARIO ALEJANDRO RAMOS HERRERA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	16660865
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-3158-198X
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02383061
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02064066
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	ABELARDO LEON MIRANDA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40198643



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	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca</p> <p>Coordenadas: Latitud: -15.5014724 Longitud: -70.1319647</p> <p>https://maps.app.goo.gl/AwXeAVq7oAg8NBU16</p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Marzo 2024 – Julio 2024
URL de disciplinas OCDE	<p>Ingeniería mecatrónica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.01</p> <p>Sistemas de automatización, Sistemas de control https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.03</p>

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS FÍSICAS
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
Dr. Efraín Castillo Soza
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo AMERICO EDSON ARPITA PAYE, identificado con DNI
Nro. 73209009 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 MÓDULO PARA EL MONITOREO Y CONTROL DE
NIVEL EN TANQUES ACOPLADOS UTILIZANDO UN AUTÓMATA
PROGRAMABLE

Asesorado por: M.Sc. MARIO ALEJANDRO RAMOS HERRERA

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 31 de JULIO del 2024


Firma del Asesor
(obligatoria)


FIRMA (obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado padre Agustin Arpita Quispe y mi madre Francisca Paye Mamani que siempre me apoyaron en mi vida diaria para mi formación profesional también a los docentes quienes supieron darnos su apoyo moral logrando en mi persona un desarrollo integral en el aspecto del cumplimiento de carrera de ingeniería mecatrónica.



AGRADECIMIENTO

Mis sinceros agradecimientos a la universidad UANCV por acogerme en sus aulas y laboratorios durante mi formación profesional y la plana de docentes que me brindaron sus conocimientos y enseñanzas en los años de mi formación como ingeniero mecatrónico.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUCCIÓN	x
CAPÍTULO I	11
ASPECTOS GENERALES	11
1.1. Descripción del problema.....	11
1.2. Formulación del problema.....	12
1.2.1. Problema general	12
1.2.2. Problemas específicos	13
1.3. Justificación.....	13
1.4. Objetivos de la investigación.....	14
1.4.1. Objetivo general	14
1.4.2. Objetivos específicos	14
1.5. Hipótesis de la investigación.....	15
1.5.1. Hipótesis general.....	15
1.5.2. Hipótesis específicas.....	15
1.6. Variables de investigación	15
1.7. Operacionalización de variables	16
CAPÍTULO II	17



FUNDAMENTOS TEÓRICOS	17
2.1. Antecedentes de la investigación.....	17
2.1.1. A nivel internacional	17
2.1.2. A nivel nacional	20
CAPÍTULO III	53
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	53
3.1. Método de investigación	53
3.2. Ámbito de la investigación	54
3.3. Población y muestra.....	54
3.4. Técnicas e instrumentos de recogida de información	54
3.5. Recogida de datos	55
CAPÍTULO IV.....	57
ANÁLISIS DE RESULTADO Y DISCUSIÓN	57
4.1. Presentación	57
4.3. Análisis e interpretación de resultados	73
4.4. Resultados de las pruebas.....	74
4.5. Discusión de resultados	75
CONCLUSIONES	77
RECOMENDACIONES.....	78
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
ANEXOS	82



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de variables	16
Tabla 2 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	55
Tabla 3 Datos según la ecuación.	60
Tabla 4 Tratamiento de la señal analógica.....	60



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Medición de nivel por ultrasonido	24
Figura 2 Sistema general de un sistema de control	25
Figura 3 Descripción de un sistema de control.	29
Figura 4 Sistemas de control en lazo abierto	30
Figura 5 Sistema de control en lazo cerrado.....	30
Figura 6 Muestreo de una señal analógica	36
Figura 7 HMI	37
Figura 8 Controlador Lógico Programable	38
Figura 9 Señales analógicas	40
Figura 10 Lenguaje de programación.....	42
Figura 11 Nivel por sensor de presión.....	42
Figura 12 Sensor en tubo Bourdon	43
Figura 13 Sensores resistivos	46
Figura 14 Sensores piezorresistivos.....	47
Figura 15 Flujómetro.....	48
Figura 16 Bomba hidráulica.....	50
Figura 17 sistema de tanques acoplados.....	52
Figura 18 Parámetro de configuración del Sensor ultrasónico	58
Figura 19 Graficas de escalamiento.....	59
Figura 20 agregando el controlador s7 1200.....	61
Figura 21 agregando Módulos analógicos	61
Figura 22 Agregando una pantalla HMI TP700	62
Figura 23 Escalamiento de sensor analógico.....	62
Figura 24 configuración aritmética de la señal analógica.	63



Figura 25 configuración aritmética del set point.....	63
Figura 26 PID Compact Tia Portal.....	64
Figura 27 configuración del tipo de regulación.....	64
Figura 28 configuración de la salida y entrada en valores reales	65
Figura 29 Datos de controlador PID.	66
Figura 30 Puesta en marcha de controlador PID	66
Figura 31 Sintonización de control PID	67
Figura 32 Primera sintonización del controlador.	67
Figura 33 Segunda Sintonización del Controlador.....	67
Figura 34 Pantalla HMI TP 700	68
Figura 35 grafica de PID de control PID 8 litros – 17 cm.	68
Figura 36 8 litros de agua.	69
Figura 37 Grafica de control PID 12 litros -25.5 cm.	69
Figura 38 12 litros de agua	70
Figura 39 control PID de 10 litros-21 cm.	70
Figura 40 Nivel de agua en 10 L.....	71
Figura 41 control PID de 11 litros - 23 cm.	71
Figura 42 Nivel de agua en 11 L.....	72
Figura 43 Puesta en marcha del controlador PID	72
Figura 44 Tablero eléctrico de control del proyecto.	73



RESUMEN

La finalidad principal de esta investigación es implementar un módulo para el monitoreo y control del nivel en tanques acoplados, mediante un PLC. Este proyecto busca demostrar la efectividad de controlar el nivel de líquidos en aplicaciones industriales.

Para alcanzar este objetivo, se diseñó una arquitectura de sistema que integra sensores de nivel, actuadores y un PLC. Se programó el PLC para gestionar de manera automática los niveles de líquido en los tanques, y se desarrolló una interfaz de usuario para el monitoreo en tiempo real y genere alertas. El sistema fue sometido a pruebas exhaustivas para garantizar su correcto funcionamiento y se realizaron ajustes para optimizar su rendimiento.

Los resultados demostraron que el sistema implementado permite un control preciso y fiable del nivel de líquido en los tanques acoplados. La interfaz de monitoreo proporciona datos en tiempo real y alertas oportunas, mejorando la gestión operativa. Se concluye que el uso de PLCs en sistemas de control industrial es una solución efectiva que ofrece flexibilidad y robustez, permitiendo adaptaciones y expansiones futuras.

Palabras clave: Monitoreo, Control. Nivel, Tanques Acoplados Automata Programable



ABSTRACT

The main purpose of this research is to implement a module for the monitoring and control of the level in coupled tanks, by means of a PLC. This project seeks to demonstrate the effectiveness of controlling the level of liquids in industrial applications.

To achieve this goal, a system architecture was designed that integrates level sensors, actuators, and a PLC. The PLC was programmed to automatically manage the liquid levels in the tanks, and a user interface was developed for real-time monitoring and alerting. The system underwent extensive testing to ensure proper operation and adjustments were made to optimize its performance.

The results showed that the implemented system allows precise and reliable control of the liquid level in the coupled tanks. The monitoring interface provides real-time data and timely alerts, improving operational management. It is concluded that the use of PLCs in industrial control systems is an effective solution that offers flexibility and robustness, allowing future adaptations and expansions.

Key words: Monitoring, Control. Level, Tanks Coupled Programmable Automaton



INTRODUCCIÓN

La supervisión y control de nivel de líquidos en tanques es una tarea crítica en diversas industrias, incluyendo la manufactura, tratamiento de aguas, alimentos y bebidas, y petroquímica. Un control exacto del nivel de líquido puede prevenir problemas como el desbordamiento, el vaciado completo, y garantizar la continuidad y calidad de los procesos. Tradicionalmente, estos sistemas de control se han implementado utilizando métodos manuales o sistemas de control básico, que a menudo resultan ineficientes y propensos a errores.

Con los avances en aplicaciones de tecnologías, los (PLCs) son actualmente una solución inmediata para la automatización de procesos industriales. Los PLCs ofrecen una alta fiabilidad, flexibilidad y capacidad de integración con diversos sensores y actuadores. La presente tesis se enfoca en la implementación de un módulo para el monitoreo y control de nivel en tanques acoplados, usando un controlador lógico programable, con el fin de optimizar la gestión de líquidos en un entorno industrial.

Este proyecto se propone desarrollar un sistema que no solo controle de manera automática los niveles de líquido, sino que también proporcione datos en tiempo real a los operadores, permitiendo una respuesta rápida y eficiente ante cualquier eventualidad. La tesis abordará desde la concepción del sistema, la elección de dispositivos adecuados, hasta la programación del PLC y la validación del sistema implementado



CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Descripción del problema

En muchas industrias, la gestión del nivel de líquidos en tanques es una tarea esencial asegurando la operatividad y calidad en los procesos de producción. Los métodos tradicionales de control manual y sistemas básicos de automatización presentan varias limitaciones, tales como falta de precisión, tiempos de respuesta lentos y una mayor propensión a errores humanos. Estas deficiencias pueden resultar en problemas significativos como desbordamientos, vaciado completo de tanques, desperdicio de recursos y riesgos para la seguridad.

En el contexto industrial, los tanques acoplados representan un desafío adicional debido a la interdependencia de sus niveles de líquido. La necesidad de mantener niveles específicos y estables en cada tanque para garantizar un flujo continuo y equilibrado de líquido entre ellos hace que el control manual sea



ineficiente e ineficaz. Además, la falta de un sistema de supervisión en tiempo real puede llevar a la detección tardía de anomalías, incrementando el riesgo de incidentes operativos.

El problema se agrava en entornos donde se requiere una alta precisión y confiabilidad. En estos sectores, cualquier desviación en el nivel de los tanques puede afectar las cualidades del producto terminado, la optimización del proceso y la garantía de seguridad en los procedimientos realizados.

Para enfrentar abordar estos desafíos, se requiere desarrollar un sistema automatizado que no solo controle los niveles de líquido con alta precisión, sino que también permita el monitoreo continuo y en tiempo real, generando alertas y facilitando la toma de decisiones rápidas. Un autómata programable (PLC) es una solución adecuada debido a su capacidad para manejar múltiples entradas y salidas, su fiabilidad en entornos industriales y su flexibilidad para ser programado según las necesidades específicas del proceso.

Por lo tanto, el problema a resolver en esta tesis es la puesta en marcha de un módulo eficiente y preciso para la supervisión y gestión de niveles en tanques acoplados, utilizando un PLC que asegure la continuidad y calidad del proceso productivo, minimizando los riesgos y mejorando la eficiencia operativa.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Como implementar un módulo para el monitoreo y control de nivel en tanques acoplados utilizando un autómata programable?



1.2.2. Problemas específicos

- ¿Como seleccionar los sensores y actuadores necesarios para la recolección y procesamiento de datos?
- ¿De que manera de implementar el sistema de control de nivel en tanques acoplados y un autómata programable?
- ¿Como desarrollar el sistema de monitoreo de un módulo de nivel de tanques acoplados?

1.3. Justificación

La puesta en marcha de un módulo automatizado para el monitoreo y control de nivel en tanques acoplados través de un PLC proporciona un notable incremento de la eficacia operacional. Los métodos tradicionales de control manual son propensos a errores humanos, lo que puede resultar en niveles incorrectos de líquido y, en consecuencia, en procesos ineficientes. Un sistema automatizado asegura una precisión constante en el control del nivel, optimizando el uso de recursos y reduciendo el tiempo de inactividad. Esto no solo mejora la productividad, sino que también minimiza los costos operativos asociados con errores y correcciones manuales.

El control manual de niveles de líquidos en tanques presenta riesgos significativos, incluyendo derrames, desbordamientos y vaciados no deseados, que pueden causar daños materiales y representar peligros para la seguridad del personal. Un sistema automatizado utilizando un PLC puede monitorear continuamente los niveles de líquido y responder rápidamente a cualquier anomalía, activando alarmas y tomando medidas correctivas automáticas. Esto



no solo protege el equipo y el entorno, sino que también garantiza la seguridad de los trabajadores, reduciendo la probabilidad de accidentes laborales.

La capacidad de un sistema automatizado para ofrecer información en manera inmediata de los niveles de líquidos en tanques acoplados Es fundamental para tomar decisiones con conocimiento de causa. Los operadores pueden obtener datos precisos y actualizados en cualquier momento, lo que les da la capacidad de decidir rápidamente y basadas en datos para optimizar los procesos y responder a emergencias. Además, posibilita el guardado de información históricos facilita el análisis de tendencias y la identificación de áreas para mejoras futuras, permitiendo una gestión proactiva y estratégica de los sistemas de control de nivel.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Implementar un módulo para el monitoreo y control de nivel en tanques acoplados utilizando un autómata programable.

1.4.2. Objetivos específicos

- Seleccionar los sensores y actuadores necesarios para la recolección y procesamiento de datos.
- Implementar el sistema de control de nivel en tanques acoplados y un autómata programable.
- Desarrollar el sistema de monitoreo de un módulo de nivel de tanques acoplados.



1.5. Hipótesis de la investigación

1.5.1. Hipótesis general

La implementación de un módulo para el monitoreo y control de nivel en tanques acoplados mediante un PLC incrementará notablemente la eficiencia y la exactitud en el control del nivel de líquido control del nivel de líquido en aplicaciones industriales, con un impacto positivo en la seguridad y la reducción de errores operativos.

1.5.2. Hipótesis específicas

- La utilización de sensores y actuadores permitirá una respuesta más rápida a las variaciones en el nivel de líquido, lo que contribuirá a la reducción de desbordamientos y a un mayor control de los procesos.
- La instalación de un sistema para regular el nivel utilizando un autómatas programable permitirá mantener el nivel de líquido en los tanques acoplados dentro de un rango deseado de manera más precisa y constante en comparación con los métodos de control convencionales.
- El desarrollo del sistema de monitoreo permitirá la visualización del control de nivel en tanques acoplados utilizando un HMI.

1.6. Variables de investigación

Variable Independiente: Módulo para el monitoreo y control de nivel.

Variable dependiente: Nivel en los tanques acoplados.



1.7. Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

TIPO DE				
VARIABLE	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES
Variable Independiente	Módulo de monitoreo y control	Precisión del Monitoreo y control	Porcentaje de tiempo que el sistema mantiene el nivel dentro de los parámetros establecidos	Porcentaje (%): Para la tasa de éxito del nivel deseado.
Variable Dependiente	Nivel de líquido en los tanques acoplados	Estabilidad del Nivel de Líquido	Diferencia entre el nivel real y el nivel reportado por el sistema	Segundo s (s) tiempo de respuesta a cambios de nivel.



CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. *A nivel internacional*

Segura, Cáceres, & Vargas, (2017) En este proyecto se utilizan dos tanques que pueden contener de 27 litros cada uno. El primer tanque, situado a una altura superior al segundo, está equipado con un sensor de nivel por ultrasonido. Este sensor detecta tanto el nivel máximo como el mínimo de llenado y envía una señal digital para activar una bomba que llenará automáticamente el segundo tanque, ubicado a una altura inferior. Cuando el sensor del primer tanque detecta que el nivel de líquido ha alcanzado el mínimo, desactiva la bomba para completar el llenado del segundo tanque. Una vez desactivada la bomba, el sensor activa una electroválvula que facilita el flujo de agua desde la fuente de suministro para volver a llenar el primer tanque, repitiendo así el ciclo de llenado. El prototipo se construirá utilizando una maqueta didáctica que



simulará una red de abastecimiento de agua para el hogar. Esta maqueta incluirá un tanque elevado, una bomba, un sensor de nivel por ultrasonido y una electroválvula. Todas las funciones del sistema se desarrollarán y probarán utilizando herramientas de simulación como Proteus 8 Professional y Arduino.

(Jiménez Mayz, 2018) Este proyecto se centra en la en la creación de un módulo didáctico que apoya la realización de prácticas con un manual detallada destinado a alumnos universitarios de pregrado. una guía detallada para realizar prácticas que incluyen el control de nivel en un sistema de tanques interconectados. Para lograr esto, se va programar el PLC ALLEN BRADLEY Logixpro1000, la cual es flexible y permite modificaciones según las diferentes rutinas y necesidades del estudiante o los requisitos de la materia. La propuesta incluye guías instructivas que facilitan el aprendizaje de aspectos particulares como la configuración del PLC y el examen detallado de cada componente de entrada y salida, tanto digital como analógico. La programación de un autómata programable y la creación de una interfaz en InTouch, entre otros elementos relacionados de la automatización, representan una forma creativa de introducir a los estudiantes en los procesos industriales. Esto les permite visualizar la automatización y comprender la integración con el mediante el avance de un sistema SCADA y el control de procesos industriales a escala, aplicando una diversidad de saberes adquiridos en las materias de Automatización y Control. El módulo didáctico incluye un sistema de tanques acoplados que incorpora elementos electromecánicos y electrónicos en su generación. Como entradas, cuenta con sensores de nivel y temperatura, así como medidores luminosos. Como salidas, incluye actuadores, válvulas de control, servoválvulas, entre otros.



(Calero, 2021) La automatización se ha vuelto omnipresente en nuestra vida diaria, desde tareas simples como programar el lavavajillas hasta acciones más complejas como activar la climatización del automóvil o realizar pedidos de comida en restaurantes. Esta revolución tecnológica ha impactado a personas de todas las edades desde adolescentes hasta las personas adultas. Por lo tanto, es crucial desarrollar interfaces intuitivas y fáciles de usar que permitan a cualquier persona, incluso a aquellas menos familiarizadas con la tecnología, interactuar con el mundo digital de manera efectiva. Se trata del concepto conocido como HMI o Interfaz Hombre-Máquina. Estas interfaces han estado en desarrollo durante varias décadas, aunque su origen puede ser debatido. Desde el año de los 60, con la aparición del PLC, estas interfaces adquirieron un rol crucial en la industria, convirtiéndose en una herramienta clave que los operadores deben dominar. A partir de ese momento, han continuado evolucionando y mejorando hasta la actualidad. En este proyecto, se trabajará en la programación de una pantalla HMI para controlar un sistema compuesto por 4 tanques acoplados. El control de este sistema será llevado a cabo por un PLC. Implicará controlar el nivel de agua de los tanques en la consigna establecida en cada tanque. Se permitirá establecer qué tanques se desea realizar el control, pudiendo seleccionar entre un solo tanque, una columna, o ambos tanques inferiores. La programación de la interfaz se realizará tanto en una pantalla SIEMENS con conexión directa al PLC así como en la pantalla de la computadora, lo que posibilitará el control de la planta de manera a distancia. Este proceso se llevará a cabo utilizando el software TIA Portal y los recursos proporcionados por el Laboratorio de la universidad, que facilitarán la conexión de los equipos. Como resultado final, se creará una guía detallada que abarcará



la forma de programar el HMI, abarcando tanto la pantalla táctil de Siemens como la interfaz en la computadora.

(Torres Capuz, 2015) El presente trabajo de investigación brinda a los alumnos de Ingeniería Electrónica la posibilidad de familiarizarse con un entorno industrial. comúnmente utilizado. Esto les otorga la oportunidad de investigar la configuración, el conexionado eléctrico, así como controlar y supervisar las variables. que están integrados en un sistema de control automatizado. Este enfoque contribuye al fortalecimiento de su comprensión sobre sistemas de control reales, preparándolos para su futura labor profesional, donde tendrán que interactuar con esta clase de instrumentación y control. Además, esta tesis complementa la evaluación del proceso mediante experimentación y pruebas, lo que resulta en la creación de un sistema didáctico para los alumnos de la especialidad.

2.1.2. A nivel nacional

(Belupú Amaya, 2017) El objetivo de esta investigación es automatización la gestión de parámetros que se monitorean y controlan los tanques de almacenamiento utilizando un sistema de supervisión y control. Para ello, se realizaron ensayos de experimentación utilizando el módulo industrial Workstation de Festo. Este equipo incluye dos tanques y una bomba que facilita la descarga y recirculación del agua, asegurando la agitación y la homogeneidad de la temperatura del líquido. Además, está equipado con sensor de flujo para medir el agua entrante y saliente, así como sensores de nivel y temperatura. Los procesos sujetos a control incluyen el nivel, el flujo y la temperatura del agua. Se han evaluado diversas estrategias de control para garantizar la estabilidad de



estos sistemas, confirmando su estabilidad mediante los criterios de Bode y Nyquist.

La automatización del control se lleva a cabo mediante aplicaciones desarrolladas en el software LabVIEW, ejecutada en un ordenador. Este software facilita que se comuniquen entre la instrumentación y el autómatas programable, que es responsable de interpretar las señales del proceso. Además, se realiza la modelización de un lazo de control para nivel, flujo y temperatura mediante ensayos específicos, obteniendo resultados coherentes. Se concluyendo que los instrumentos industriales son adecuados para la óptima operación en los procesos de monitoreo y control en el módulo de tanques de almacenamiento. En cuanto a las estrategias de control, se determina que el control PI es el más apropiado para la gestión de flujo y temperatura, mientras que el control PID es más adecuado para el control de nivel. En cuanto al sistema de monitoreo y control, se diseñó de forma gráfica y fácil utilizando la interfaz Control PID. Esta permite al usuario evaluar el control en tiempo real. Asimismo, se realizaron pruebas empleando la interfaz de LabVIEW, que permite al usuario observar la respuesta de la planta.

(Revilla Cusi, 2019) Esta investigación fue desarrollado con el propósito de investigar un sistema de control avanzada que supere el control tradicional. Por ello, se optó por el control predictivo entre las diversas estrategias disponibles, ya que genera las mayores perspectivas en la industria. El control predictivo se enfoca en la automatización del proceso industrial con comportamientos dinámicos complejos, como aquellos que son inestables, tienen retrasos, están sujetos a perturbaciones, o son multivariables. El propósito del



control predictivo utilizado en esta tesis es regular el nivel de llenado del tanque final en un prototipo de tanques interconectados. Se eligió este método debido a la complejidad del sistema, cada tanque recibe caudales distintos de agua: uno proveniente de la bomba que suministra el tanque principal y otro resultante del acoplamiento entre los tanques. Para alcanzar esta premisa, es necesario distinguir un modelo que represente adecuadamente el funcionamiento del proceso sujeto a control, en este sistema de tanques acoplados. Dado que el controlador predictivo usa este modelo para anticipar los valores de las variables de control a través de un período de pronóstico, se determinan las variables manipuladas de manera que las variables con se mantengan en el margen de sus rangos durante ese horizonte. Una vez que el modelo es recibido y validado, la gestión del control aplicado no presenta problemas, dado que los ajustes de coordinación están estrechamente asociados al modelo mediante la función objetivo o de coste, que se ajusta para lograr la señal de control óptima adecuada.

(Rivera Montoya, 2014) Los sistemas de control surgieron de la el deseo humano de prescindir del control manual y disminuir los errores significativos presentes en diversos procesos. La optimización máxima de los procesos se logra a través de su automatización, especialmente cuando se manejan variables como temperatura, presión, caudal, o el nivel de llenado de fluidos en tanques. Mantener estas variables dentro de rangos preestablecidos es crucial para asegurar que sea estable del proceso industrial. El control de nivel en tanques se usa en la aplicación industrial, como en aplicaciones residenciales (como el llenado de tanques de sanitarios y tanques aéreos de almacenamiento). Estos procesos pueden ser operados manual o automáticamente. En industrias de gran escala o en procesos que requieren alta precisión, el control y la automatización



son las herramientas más eficientes para obtener resultados comparables. Teóricamente, se reconoce que la manera más rápida, eficiente e inmediata de controlar un proceso es mediante el control automático. En los procesos donde es crucial controlar un nivel constante en los tanques, prevenir daños durante la fase de succión de motobombas, evitar el desbordamiento de tanques, o simplemente garantizar que los flujos salientes del tanque sean constantes, se utiliza la supervisión del nivel del tanque para regular el flujo de entrada o salida. Esto garantiza que el nivel se mantenga siempre en el valor deseado. En esta investigación, se presenta un sistema de tanques en cascada que emplea un controlador Universal PID como una alternativa para controlar el nivel de llenado en una parte del proceso de calibración de tintes de la empresa Blue Chemicals.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Medición de nivel

En la industria, existen diferentes variables relacionadas con la supervisión de almacenar los insumos primarios, ya sean líquidas o sólidas. Uno de los parámetros más comunes en la industria es el nivel. Basándose en el conocimiento técnico, se prefiere elegir medidores estáticos que no requieran contacto con el fluido y que se coloquen en el exterior del recipiente. Además, se opta por aquellos medidores que necesiten mínimas modificaciones en la configuración del recipiente y sus elementos de apoyo, especialmente una vez que estos han sido construidos.

Por otro lado, en épocas anteriores, cuando la tecnología de semiconductores no estaba disponible, los métodos de medición se basan principalmente en principios mecánicos y/o neumáticos. Hoy en día, hay una gran

diversidad de técnicas de medición, lo que complica la elección de la más adecuada para obtener lecturas precisas y adaptarse a los requisitos particulares de cada instalación.

Considerando el modelo para la investigación de tesis, El procedimiento de medición utilizado es la detección de nivel mediante ultrasonidos, el cual se detalla a continuación:

2.2.1.1. Medición de niveles por ultrasonido.

Consiste en que un sensor emite un impulso sonoro y registra el tiempo que demora en retornar, después de reflejarse en la parte superior del producto. El sensor detecta nuevamente el pulso ultrasónico reflejado, lo que se considera una estimación indirecta de la altura de la parte vacía del tanque. Al restar esta longitud de la altura completa del tanque, se calcula el nivel del contenido. Por último, el tiempo de regreso se transforma en una señal de salida analógica.

Figura 1

Medición de nivel por ultrasonido



Nota. CREUS. *Ibíd.*

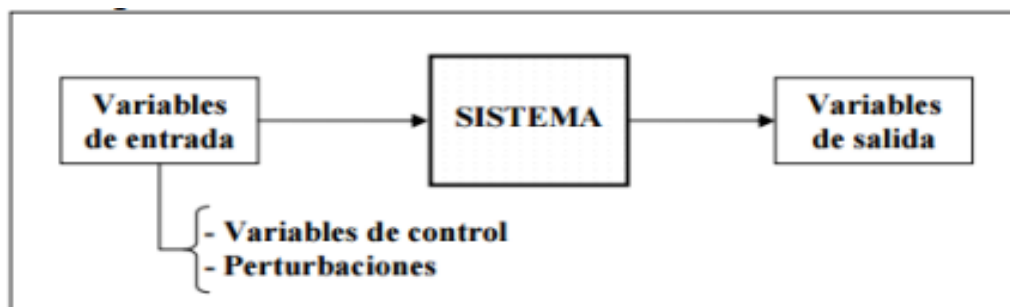
2.2.2. Estructura de un sistema de control

2.2.2.1. Sistema de control.

Un sistema dinámico se describe como aquel que recibe acciones externas, también conocidas como variables de entrada, y genera respuestas, denominadas variables de salida. El propósito es lograr valores establecidos a través de la modificación de variables de control dentro del dominio de las variables de salida. Para lograr esto, se utiliza un sistema de control que integra componentes que afectan su operatividad.

Figura 2

Sistema general de un sistema de control



Nota. Imagen tomad de BROTONS ALVAREZ. (2004)

2.2.2.2. Sistema de control lineal

En general, en un sistema lineal, la salida debe replicar la forma de la entrada, abarcando cualquier cambio o modificación que se presente. No obstante, existen situaciones en las que esto no ocurre, lo que dificulta categorizarlos como sistemas lineales.

Para entender mejor se puede tomar en cuenta el ejemplo de un integrador puro para ilustrar la definición anterior, que también se considera un operador



lineal. Con una entrada escalón, que produce una señal rampa en la salida, se observa que la salida no tiene la misma forma que la entrada. Sin embargo, si la entrada escalón cambia en una constante, la rampa de salida se modificará en la misma proporción.

Es importante resaltar que en el sistema de control lineal se encuentran dos características principales:

Si las entradas se multiplican por una constante, las salidas también se multiplican por esa misma constante. Los sistemas lineales se distinguen porque permiten la aplicación del principio de superposición.

2.2.2.3. Sistemas de control no lineales.

En la vida cotidiana, los sistemas más comunes son los no lineales. Estos sistemas varían constantemente con el tiempo y no siempre producen el mismo resultado en su salida. Sin embargo, cuando se implementan de manera sencilla, ofrecen mayor velocidad y precisión.

La teoría de control se ocupa de analizar el comportamiento de los sistemas dinámicos con entradas y las modificaciones resultantes en las salidas mediante el uso de la retroalimentación. Por ejemplo, es posible diseñar un controlador cuya función es comparar la salida real del sistema con la salida requerida, creando así un lazo de retroalimentación.

2.2.2.4. Sistema de control multivariable.

Se refiere a sistemas que tienen varias variables de entrada o salida. Su objetivo principal es mantener una o más variables en valores específicos de referencia. Estos sistemas exhiben lo siguiente:



- Interacción entre variables: Ejerce influencia sobre la estabilidad y el rendimiento del control.
- La viabilidad del control está determinada por el proceso en sí, no solamente por la relación causa-efecto.
- Son altamente sensibles a los errores de modelado.

2.2.3. Aspectos generales necesarios de un sistema de control

a) Estabilidad: Es el nivel de equilibrio que presenta un sistema de control. Esto implica identificar los límites durante su uso dentro de un período de tiempo determinado o durante la sustitución de algún componente durante el mantenimiento. La respuesta a una señal debe llegar a un valor práctico y mantenerse por un tiempo adecuado. Por lo tanto, Para alcanzar este objetivo, es necesario que un sistema sea estable. Esto se debe a que un sistema de control inestable podría generar oscilaciones continuas o de gran magnitud en la señal, o incluso llevarla a valores extremos. En términos de control, una respuesta inestable se considera una opción no deseada.



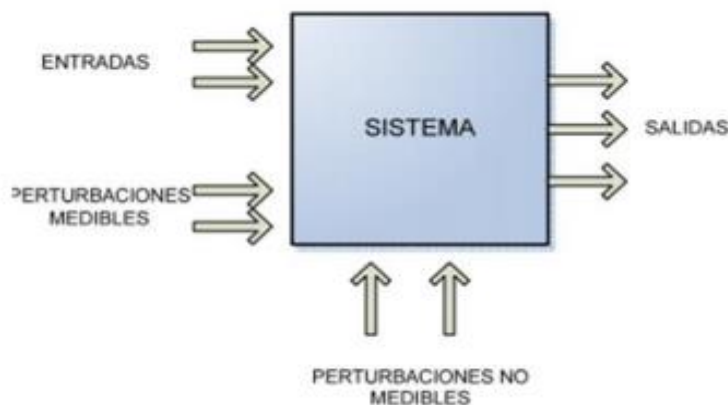
b) Precisión: En aplicaciones de control, no siempre se necesita una precisión extrema. Es fundamental que exista un margen de error para que el sistema pueda iniciar la corrección necesaria. Todos los sistemas de control presentan algún nivel de error, ya que siempre hay imperfecciones inherentes en los componentes del sistema. Aunque matemáticamente se pueda minimizar ese error hasta casi cero, esas imperfecciones seguirán existiendo de manera persistente. No obstante, un sistema de control puede ser preciso dentro de ciertos rangos, donde se logra disminuir cualquier error a un nivel considerablemente bajo.

c) Tiempo de respuesta: Para que un sistema de control opere eficientemente dentro de los intervalos de tiempo apropiados, es crucial que tenga la capacidad de responder rápidamente. Esta capacidad implica completar la reacción a una señal de entrada en un tiempo adecuado. En otras palabras,

aunque el sistema sea estable y preciso, es fundamental que el tiempo de respuesta sea rápido.

Figura 3

Descripción de un sistema de control.



Nota. Sistemas de control básico

2.2.3.1. Sistema de lazo abierto/cerrado.

Cuando un sistema compara la salida con la entrada de referencia y utiliza la diferencia como base para el control, se le llama sistema de lazo cerrado o realimentado. Por otro lado, existen sistemas de lazo abierto en los que la salida no influye en la acción de control.

2.2.3.2. Sistema de lazo abierto.

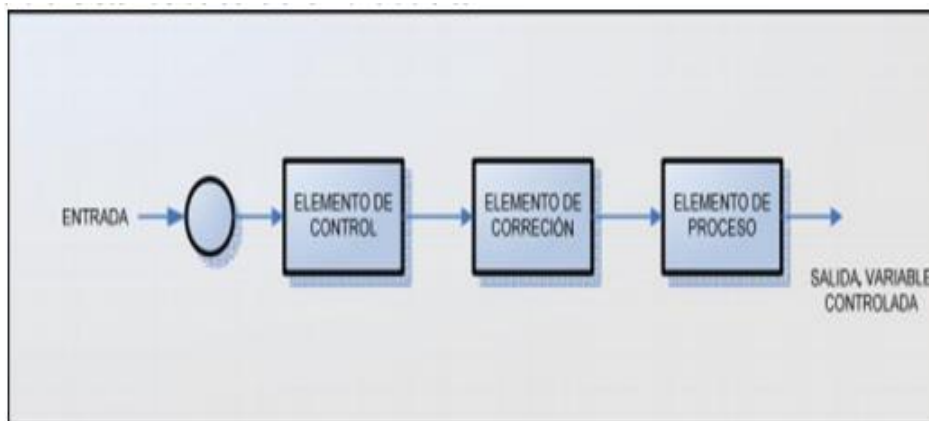
Este sistema se utiliza en la práctica solo cuando se comprende la relación entre la entrada y la salida, y no hay perturbaciones internas o externas, como se ilustra en la imagen. Las características son:

- ✓ La salida no se encuentra bajo medición.
- ✓ No se realiza retroalimentación para compararla con la entrada.

- ✓ A cada señal de entrada de referencia se le asigna una condición operativa constante.
- ✓ La precisión del sistema en el resultado depende de la condición de calibración.

Figura 4

Sistemas de control en lazo abierto



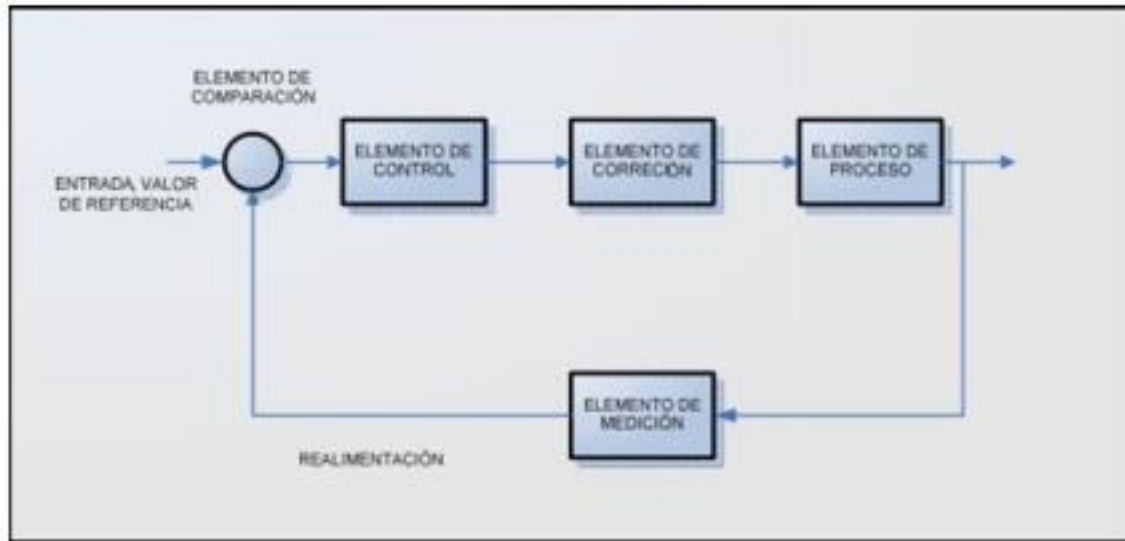
Nota. Requerimiento de un sistema de control lazo abierto

2.2.3.3. Sistema en lazo cerrado.

Este sistema implica emplear una acción de control de retroalimentación para reducir el error del sistema. Esta retroalimentación se realiza al controlador a través de la señal de error de actuación, que resulta de la diferencia entre la señal de entrada y la salida. El propósito es minimizar el error y permitir que la salida del sistema alcance un valor deseado.

Figura 5

Sistema de control en lazo cerrado



Nota. Representación de un control en lazo cerrado

2.2.4. Sistemas de supervisión y monitorización

Colomer et al (2000) Hace referencia a un conjunto de acciones realizadas para garantizar la adecuada operación del proceso, incluso en circunstancias inusuales. La supervisión es una parte integral en los diferentes procesos productivos y se lleva a cabo a través de supervisores y operadores de especialidad, quienes localizan situaciones inusuales y toman medidas adecuadas, como ajustar parámetros, cambiar consignas y activar acciones para prevenir problemas graves o mantener la posibilidad de funcionamiento del proceso.

El objetivo de la supervisión es automatizar estas funciones, aprovechando todos los datos y conocimientos utilizables acerca del proceso. La complejidad de estos sistemas reside en la variedad de procesos disponibles y las diversas modalidades de comprensión relacionadas con ellos. Debido a estos y otros desafíos, en la actualidad aún no es posible prescindir completamente del operador humano en el proceso de supervisión. (pág. 3)



2.2.5. Benéficos de la supervisión

Colomer et al (2000) El principal propósito de la supervisión es asegurar la calidad y uniformidad del proceso, garantizando que el proceso funcione correctamente inclusive en circunstancias anómalas. Esto implica aliviarlo del estrés de la supervisión continua y de tareas repetitivas como la creación de informes regulares, la revisión y cotejo de registros, que son fundamentales para preservar el orden y la organización y la estructuración requerida en las estrategias de calidad.

La correcta utilización del conocimiento y la información disponibles la supervisión del proceso facilita la evaluación automática, continua y en tiempo real de dicho proceso de forma imparcial. Esto asegura la uniformidad en las decisiones y elimina la influencia de apreciaciones subjetivas.

Los sistemas de monitoreo disminuyen los gastos de formación de los trabajadores de planta. Las interfaces visuales simplifican la comprensión inmediata del proceso y permiten localizar e identificar los elementos del proceso, mediante asociaciones gráficas y geográficas entre la visualización y la realidad del proceso. Garantiza una experiencia fácil de usar mediante pantallas táctiles y controles deslizantes los cuales se manejan de manera intuitiva. Otro beneficio de los sistemas de monitoreo contemporáneos es que posibilitan una pronta ajuste por parte del individuo, manteniendo la coherencia en la decisión y reduciendo las desventajas ocasionadas por circunstancias como vacaciones, ausencias o modificaciones en los horarios. (pág. 4)

2.2.6. Supervisión y monitorización



La implementación de un sistema de supervisión requiere pasar por tres fases fundamentales: la identificación de problemas y su análisis. y, por último, la adaptación del sistema, lo cual posibilita su funcionamiento continuo conforme a las especificaciones establecidas. Si no se completan estas tres etapas, el sistema de supervisión es visto como un sistema de observación y apoyo al trabajador, y se denomina sistema de monitoreo.

Estos sistemas notifican al trabajador, quien decide si hay fallos en el proceso, determina su origen y define las decisiones a implementar. En este caso, el sistema de supervisión se compone del entorno de monitorización junto con el operario a cargo, y por lo tanto, es común referirse a estos sistemas como entornos de supervisión. Para distinguir estos sistemas de otros más complejos, aquí se usa el término supervisión experta para describir los contextos que incluyen capacidades de toma de decisiones y análisis además del monitoreo. Esto generalmente se logra mediante el uso de técnicas estadísticas y recursos de Inteligencia Artificial, que posibilitan aplicar automáticamente conocimiento y vivencias en conjunto con los sistemas de supervisión.

2.2.7. Monitorización

La industria moderna ha dejado atrás los procedimientos inflexibles y estáticos, reemplazándolos por sistemas flexibles y pueden adaptarse que pueden responder continuamente a las demandas en la industria. Sin embargo, La dificultad de los procesos y las conexiones entre las diversas etapas de producción no solo obstaculizan la adaptabilidad del proceso de fabricación, sino también la administración de los mismos. Este inconveniente se agrava con los nuevos requerimientos de calidad total del producto, eliminación de inventarios y



reducción de errores potenciales. La rivalidad por ofrecer precios competitivos en el suministro choca con la necesidad de mantener la consistencia, siendo el proceso el encargado de gestionar las tolerancias del producto, entrante dentro de los límites definidos, garantizando la homogeneidad en la producción final.

El monitoreo constante del proceso y la evolución del producto permite identificar si está funcionando correctamente o no, además de definir criterios para ajustar y modificar el proceso. La MONITORIZACIÓN hace referencia a la automatización de este proceso de monitoreo, proporcionando al operario los medios necesarios para alertarlo, una interacción intuitiva con el proceso y el registro de su progreso (históricos). Su objetivo es consiste en hacer más fácil la identificación de situaciones inusuales y su análisis. permite la identificación de situaciones inusuales y su análisis mediante el monitoreo continuo de las variables del proceso. (pág. 12)

2.2.8 Adquisición y registro de datos

Colomer et al (2000) La progresión de las computadoras hacia sistemas más flexibles y adaptables a través de la inclusión de buses de expansión y dispositivos funcionales, que posibilita la captura de representaciones eléctricas de las variables del proceso, se ha fomentado la conexión entre el proceso y los sistemas de monitorización. Los autómatas programables, los sistemas distribuidos de control y los ordenadores industriales han surgido en el control de procesos no solo como componentes de control, además de ser elementos de control, ahora también funcionan como verdaderas interfaces de acceso al proceso. Al mismo tiempo, las comunicaciones industriales han progresado para



simplificar su interconexión, mientras que los sensores y actuadores han mejorado para posibilitar un conexionado directo.

Desde la posición de la monitorización, el propósito es reunir la totalidad de la información del proceso en un computador (o una red de computadores); Por consiguiente, la selección de estos componentes debe realizarse de acuerdo con el programa (o programas) de seguimiento. En otras palabras, es importante garantizar la interoperabilidad entre el programa del monitoreo los equipos de medición mediante los controladores adecuados (pág. 13)

2.2.9. Dispositivos para la adquisición de datos

Colomer (2000) Se enumeran las alternativas de tecnologías más comúnmente usadas para adquirir los datos con el propósito de supervisión. Es importante tener en cuenta que estas soluciones no son necesariamente alternativas equivalentes; Varias de ellas pueden trabajar juntas en un solo proyecto de automatización o pueden ser excluyentes según las especificaciones del proyecto.

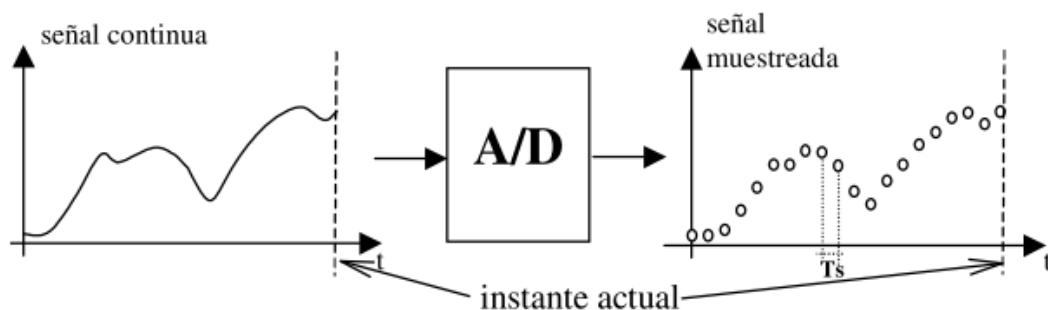
La opción más económica, al no requerir alimentación propia, Las tarjetas de adquisición de datos y las tarjetas de instrumentación no proporcionan el chasis ni la pantalla de visualización. son dispositivos que se enlazan directamente al bus de la computadora, requiriendo un software particular para su gestión y ajuste, o pueden utilizar los controladores proporcionados por el fabricante para para ser empleadas con un paquete estándar de adquisición o control. (pág. 13)

2.2.10. Registro de datos

Independientemente del sistema de adquisición utilizado para equipar el sistema de monitorización, en todos se lleva a cabo una digitalización de la señal. Esto implica establecer un proceso de conversión de la señal analógica a digital, lo que produce tomar una serie de puntos de la señal original (muestra de la señal) y convertirla en una forma numérica.

Figura 6

Muestreo de una señal analógica



Nota. Imagen de muestreo T_s : periodo de muestreo

2.2.11. HMI KTP 700

(Franco & Ronald, 2023) El (HMI) una plataforma o interfaz que simplifica la interacción entre una persona y una máquina, sistema o dispositivo. Aunque en un sentido técnico, este concepto puede referirse a cualquier pantalla que posibilite la interacción de un usuario con un dispositivo, su utilización es común en el contexto de procesos industriales. (pág. 09)

Figura 7*HMI*

Nota. Imagen tomada de (Franco & Ronald, 2023)

Aunque "HMI" Es la expresión más frecuentemente empleada para describir esta tecnología, en ocasiones también se le nombra como "interfaz hombre-máquina", "terminal interfaz de operador" (OIT), "interfaz de operador local" (LOI) o "terminal de operador" (OT).

En el ámbito industrial, las HMI desempeñan diversas funciones, tales como:

- Visualizar datos de manera gráfica.
- Supervisar el periodo de fabricación, las corrientes actuales y las categorizaciones.
- Monitorear los indicadores clave de rendimiento (KPI).
- Supervisar las entradas y salidas de la máquina.

2.2.12. PLC S7 1200

(Automación Micromecánica s.a.i.c, 2020) Es un dispositivo electrónico digital que incluye una memoria programable que le permite almacenar instrucciones, lo que facilita la ejecución de varias funciones específicas, tales como lógicas, secuenciales, temporizadas, de conteo y aritméticas. Su objetivo principal es controlar máquinas y procesos.

Además, se puede definir como un dispositivo electrónico que lleva a cabo la ejecución de un programa de manera repetitiva. La implementación del programa podría ser Puede ser pausada para abordar otras tareas que tienen mayor prioridad, lo fundamental es garantizar la finalización total del programa principal. Estos controladores son comunes en entornos industriales donde las decisiones y acciones deben tomarse rápidamente para responder de manera rápida en tiempo real. Los controladores lógicos programables se utilizan en situaciones que requieren tanto controles lógicos como secuenciales, o una combinación de ambos. (pág. 1)

Figura 8

Controlador Lógico Programable



Nota. Imagen tomada de (Franco & Ronald, 2023)



2.2.13. Ventajas e inconvenientes

a) Ventajas

- ✓ Se reduce el tiempo invertido en la creación de proyectos no requiere la elaboración de un esquema de contactos. Además, se simplifica la formulación de ecuaciones lógicas, dado que la capacidad de almacenamiento de la memoria del módulo suele ser adecuada para este propósito.
- ✓ La lista de materiales se reduce considerablemente, esto simplifica la creación del presupuesto y elimina ciertos problemas relacionados con la coordinación de múltiples proveedores y diferentes plazos de entrega.
- ✓ Es posible realizar reformas que no alteren la instalación eléctrica ni requieran la incorporación de nuevos aparatos.
- ✓ Se requiere un espacio mínimo en el tablero para instalar el PLC.
- ✓ El costo de mano de obra para la instalación es menor.
- ✓ El mantenimiento resulta más rentable. Además de aumentar la fiabilidad del sistema al eliminar los contactos móviles, los autómatas pueden detectar y señalar fallos.
- ✓ Un mismo autómata puede controlar varias máquinas.
- ✓ El tiempo necesario para poner en funcionamiento el proceso se reduce debido a la disminución del tiempo de cableado.
- ✓ Si una máquina deja de funcionar, el autómata puede reutilizarse en otra máquina o sistema de producción.

b) Desventajas

- ✓ Como inconveniente principal, se requiere la presencia de un técnico necesita recibir capacitación en programación para cubrir esta necesidad. Esta formación se puede adquirir mediante una variedad de cursos, incluyendo aquellos ofrecidos por universidades.
- ✓ El costo inicial. (pág. 4)

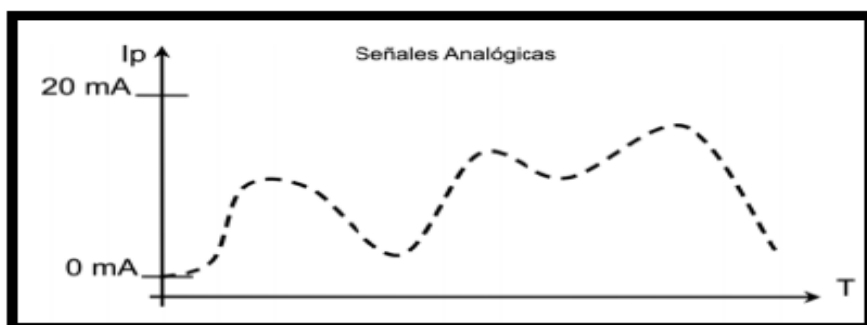
2.2.14. Modulo analógico para PLC S7 1200

(Automación Micromecánica s.a.i.c, 2020) Los PLC reciben entradas en forma de señales analógicas que funcionan dentro de un rango específico de valores de voltaje o corriente, donde los niveles de voltaje pueden fluctuar de manera continua, permitiendo señales desde 0 a 5 VDC, de 0 a 10 VDC, y de 0 a 20mA o de 4 a 20mA.

Para que estas señales puedan ser procesadas por En el PLC se emplean módulos analógicos que transforman las señales de los sensores en señales eléctricas continuas, adecuadas para ser interpretadas por el PLC. (pág. 20)

Figura 9

Señales analógicas



Nota. Generación de una señal analógica de corriente



Salida a Relé: Es una de las más comunes y puede soportar hasta 2 A.

2.2.15. Dispositivos o unidades de programación

Para programar un controlador lógico programable, se emplean dos tipos de unidades de programación:

✓ **Ordenador Personal (PC)**

Es un equipo de procesamiento de datos que incluye un microprocesador (CPU) y es capaz de almacenar grandes volúmenes de información, imprimir archivos, conectarse con el PLC para establecer una interfaz de comunicación y usar herramientas gráficas para mejorar la programación

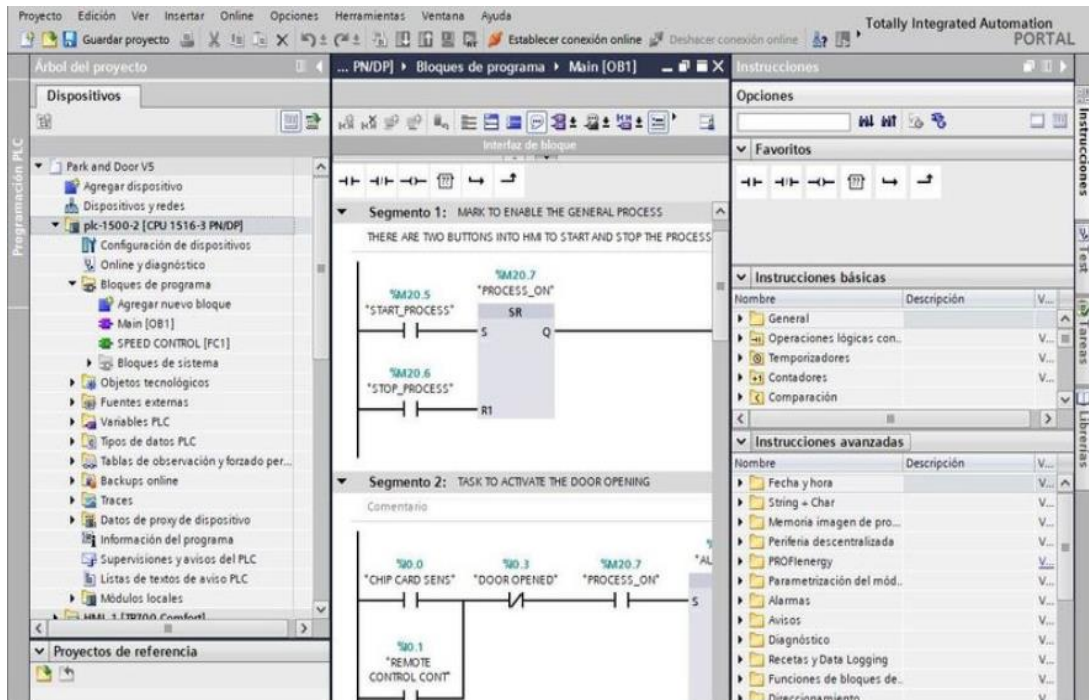
✓ **Programación de los controladores lógicos programables**

El propósito principal del lenguaje de programación es facilitar la comunicación entre la unidad de programación y el (PLC).

Estos lenguajes de programación se dividen en dos categorías: los visuales, que utilizan gráficos, y los escritos, que se basan en conjuntos de instrucciones, para crear un programa.

Figura 10

Lenguaje de programación



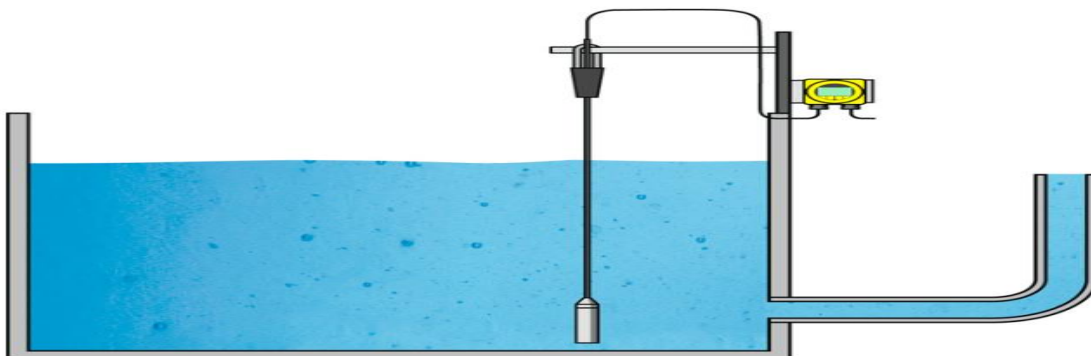
Nota. Generación de la programación software TIA PORTAL

2.2.16. Sensor de nivel por presión

A. Sensores de presión. Considerando su ámbito de aplicación y su categorización, estos pueden ser clasificados según tres atributos.

Figura 11

Nivel por sensor de presión



Nota. Funcionamiento para medir un sensor de presión

- ✓ Mecánicos.
- ✓ Neumáticos.
- ✓ Electromecánicos.

B. Sensor en tubo Bourdon. (Bohórquez-Valderrama, 2017) Se trata de un tubo con una forma elíptica que configura un anillo casi completo y se encuentra cerrado en un extremo, al incrementarse la presión dentro del tubo, tiende a alinearse, y este movimiento se comunica a la aguja indicadora mediante un sistema de engranajes. (pág. 36)

Figura 12

Sensor en tubo Bourdon



Nota, Imagen extraída de (Bohórquez-Valderrama, 2017)

C. Sensor con diafragma. (Bohórquez-Valderrama, 2017) En estos dispositivos, al aplicar presión, el movimiento mantiene una relación casi lineal dentro del mayor rango de medida posible, con mínima histéresis. Se utilizan para medir presiones bajas. (pág. 37)



- D. Sensor de fuelle.** (Bohórquez-Valderrama, 2017) Similar al anterior, pero consiste en una única pieza flexible axialmente, capaz de expandirse o contraerse significativamente. Se emplea para medir presiones bajas. (pág. 37)
- E. Sensor en sistema tipo Paleta o Tobera.** (Bohórquez-Valderrama, 2017) Una tobera es un dispositivo que transforma la energía potencial de un fluido (en forma de calor y presión) en energía cinética. Se utiliza en turbomáquinas y otros equipos, como eyectores, donde se busca acelerar un fluido para una aplicación específica. A medida que el fluido se acelera a lo largo de la tobera, su velocidad aumenta mientras que su presión y temperatura disminuyen, conservándose la energía. (pág. 38)
- F. Sensores electromecánicos.** (Bohórquez-Valderrama, 2017) Consisten en la combinación de dos componentes: Uno de ellos es un componente mecánico flexible, mientras que el otro es un transductor eléctrico, que puede tomar forma de resistencia, inductancia, reluctancia variable o capacidad. (pág. 39)
- G. Sensores de inductancia variable.** (Bohórquez-Valderrama, 2017) El movimiento de un núcleo móvil dentro de una bobina incrementa su inductancia de manera casi proporcional a la cantidad de núcleo metálico que se encuentra dentro de la bobina, lo cual eleva la tensión inducida en el bobinado. (pág. 39)
- H. Sensor de reluctancia variable.** (Bohórquez-Valderrama, 2017) Se componen de un imán permanente o un electroimán que



produce un campo magnético, en el cual se mueve una armadura fabricada con material magnético. El flujo magnético varía al cambiar la posición de la armadura debido a una reluctancia variable, manteniendo el circuito magnético con una fuerza magnetomotriz constante. Esta variación en el flujo magnético induce una corriente en la bobina, la cual es proporcional al movimiento de la armadura móvil. (pág. 40)

I. Sensores Capacitivos. (Bohórquez-Valderrama, 2017) Se fundamentan en la variación de la capacidad de un condensador cuando una de sus placas se mueve como resultado de la aplicación de presión. Este sistema consta de dos condensadores: uno con capacidad fija, que actúa como referencia, y otro con capacidad variable, que proporciona la medición. (pág. 40)

J. Sensores resistivos. (Bohórquez-Valderrama, 2017) El método de medición de los sensores resistivos se fundamenta en detectar la variación de resistencia causada por la deformación del material en respuesta a la presión. La resistencia de un conductor eléctrico se determina según la siguiente ecuación.

$$R = \rho l/A$$

Dónde:

- R = Resistencia eléctrica (ohmios).
- ρ = Resistencia específica (ohmios).
- l = Longitud (m).

- A = Área o superficie de la sección (m^2).

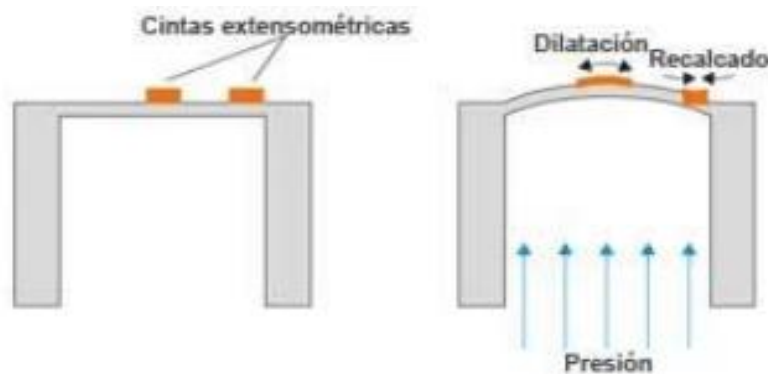
Cuando un conductor se somete a tracción, su longitud aumenta y su área de sección transversal disminuye, lo que resulta en un incremento de la resistencia eléctrica, dado que la resistividad específica permanece constante. Una deformación por compresión produciría el efecto opuesto.

Para aplicar este principio, se utiliza un cuerpo base que se deforma de manera controlada cuando se le aplica presión. A menudo, este cuerpo consiste en una membrana con una sección delgada. La deformación resultante de la presión se mide mediante una galga extensiométrica. Generalmente, se emplean cuatro galgas extensiométricas.

En una membrana, algunas galgas extensiométricas están ubicadas en la zona de dilatación y otras en la zona de compresión. La deformación de la membrana causa que las galgas se deformen, lo que provoca un aumento proporcional de la resistencia en las zonas de dilatación y una disminución en las zonas de compresión. Para lograr una medición precisa, las galgas se conectan a un puente de Wheatstone. (pág. 41)

Figura 13

Sensores resistivos

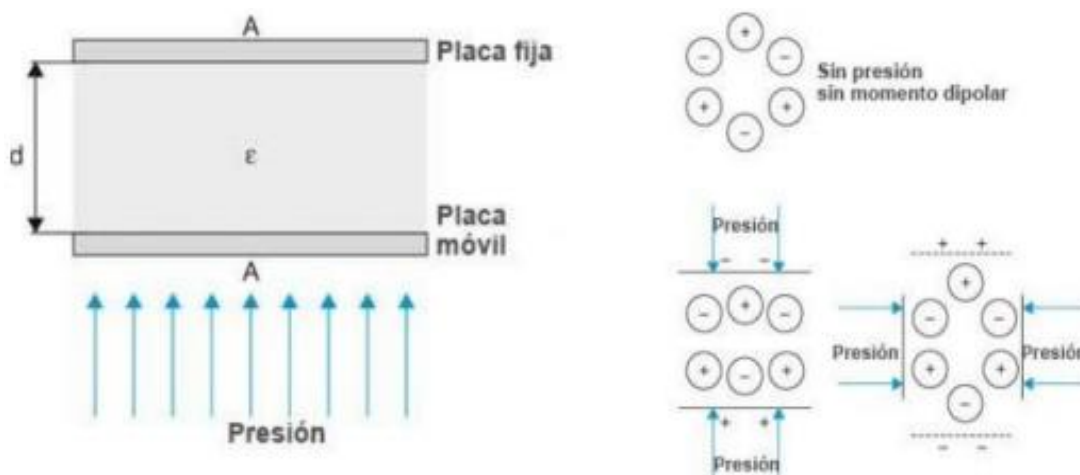


Nota. Imagen extraída de (Bohórquez-Valderrama, 2017)

H. Sensores piezoresistivos. (Bohórquez-Valderrama, 2017) El método de medición con sensores piezoresistivos es análogo al de los sensores resistivos, pero con la distinción de que emplea semiconductores en lugar de metal como elementos extensométricos. En este caso, la deformación produce un cambio en la resistividad debido a efectos en la orientación atómica.

Figura 14

Sensores piezoresistivos



Nota. Principio de medición con sensores piezoresistivos

Las cintas metálicas son versátiles y pueden ser instaladas en diversos materiales, mientras que las cintas semiconductoras se integran como microestructuras en la membrana, la cual puede estar compuesta de silicio. Este enfoque permite detectar los efectos de la presión tanto en la placa fija como en la placa móvil. Sin embargo, debido a que las microestructuras no son lo suficientemente resistentes frente a diversos entornos de procesamiento, en la mayoría de las aplicaciones, se encapsula el chip.

En este caso, de forma indirecta, por ejemplo, mediante una membrana metálica o utilizando aceite como medio de transferencia. La notable sensibilidad piezorresistiva de estos sensores permite su uso incluso en aplicaciones que implican presiones muy bajas. Sin embargo, debido a su alta susceptibilidad a los cambios de temperatura, es necesario realizar una compensación térmica individualizada para cada sensor (pág. 42)

2.2.17. *Flujómetro*

(Gutiérrez-Puertas, 2017) El fluido se caracteriza como un grupo de partículas que están unidas por energías cohesivas débiles y están contenidas por las paredes de un recipiente. Posee la capacidad de moverse, superando las fuerzas de atracción entre las moléculas, que resultan en una resistencia interna al desplazamiento relativo.

Figura 15

Flujómetro



Nota. Imagen extraída de (Gutiérrez-Puertas, 2017)

El flujo indica la rapidez con la que se desplaza una sustancia, y para medirlo se emplean diversos sistemas de flujo, que incluyen:



✓ tubería cerrada.

✓ Semiserrados.

✓ Abiertos.

a) Fluidos ideales. Las rápidas corrientes de gases están vinculadas a considerables cambios en presión, temperatura y densidad, pero estas alteraciones son mínimas en flujos más lentos, los cuales pueden analizarse como fluidos incompresibles ideales. Los fluidos se categorizan en:

✓ Fluidos compresibles.

✓ Fluidos incompresibles: estos fluidos se caracterizan por tener una densidad constante o variaciones mínimas en presión y temperatura.

b) Fluidos reales. La oposición al movimiento generado por la fricción, se produce una pérdida de energía, lo que define a los fluidos con estas propiedades como fluidos reales. La viscosidad se define como una propiedad física que determina la resistencia al flujo de los fluidos. Por tanto, se argumenta que, según la viscosidad del fluido, este puede clasificarse en:

✓ Fluidos con comportamiento newtoniano: aquellos que mantienen una viscosidad constante dentro de un rango de temperatura apropiado. Ejemplos de estos son el agua y el aceite.

- ✓ Fluidos con comportamiento no newtoniano: aquellos cuya viscosidad varía según el esfuerzo cortante, la temperatura y la presión. (pág. 33)

2.2.18. Boma hidráulica de medio HP trifásico 220V

(Fonseca-Sanabria, 2017) Se trata de una bomba de agua adaptable y completamente sumergible, diseñada tanto para agua dulce como salada, como se ilustra. (pág. 2017)

Figura 16

Bomba hidráulica



Nota. Bomba hidráulica de hp trifásico

2.2.19. Sistemas de depósitos acoplados

El manejo del nivel de líquido en depósitos y la gestión del flujo entre ellos representan un desafío fundamental en los procesos industriales. Estos procesos implican que los líquidos sean bombeados, almacenados en tanques y posteriormente transferidos a otros tanques. En muchas ocasiones, los líquidos



son sometidos a tratamientos químicos dentro de los tanques, por lo que es crucial controlar el nivel de fluido en ellos y regular el flujo entre ellos. A menudo, los tanques están ubicados tan cerca uno del otro que los niveles interactúan, lo que también debe ser controlado. Varios sectores industriales dependen en gran medida del control preciso del nivel y el flujo en sus procesos.

- ✓ Las industrias petroquímicas.
- ✓ La fabricación de papel
- ✓ Tratamiento de agua

Son ejemplos fundamentales donde los sistemas de control de nivel y flujo tienen una importancia fundamental. Estos sistemas son una parte integral de nuestras vidas, extendiéndose incluso a campos como la psicología médica, que involucra sistemas de biocontrol de fluidos. En nuestro cuerpo, los biosistemas regulan el flujo sanguíneo y los niveles de sustancias químicas. Incluso el inodoro de nuestras casas es un sistema de control de nivel de líquido. La palanca conectada a la válvula del tanque de la taza permite que el agua fluya dentro del tanque hasta que un flotador sube y cierra la válvula. Este sistema, aunque simple, es efectivo para controlar el nivel de agua en los tanques. Aunque los inodoros son ahora comunes, el primer inodoro en la villa de mi casa estaba en el Herrenhaus. Era una maravilla tecnológica que los visitantes admiraban más que la belleza de la casa y de nuestra encantadora comunidad.

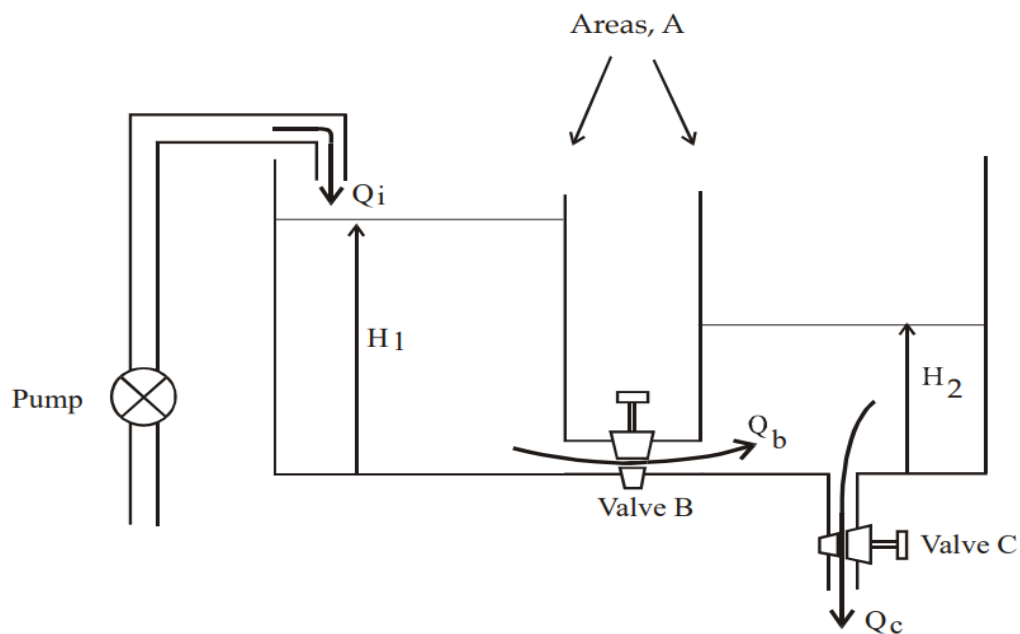
2.2.20. Tanques acoplados

Cuando dos recipientes están próximos, se crea lo que se denomina un sistema de tanques enlazados. el propósito del control en los tanques acoplados

es la interconexión entre estos depósitos interconectados, los estados del sistema son representados por el nivel H_1 en el tanque 1 y el nivel H_2 en el tanque 2. Esto puede verse afectado por perturbaciones causadas por variaciones en el flujo del sistema a través de la válvula B o por cambios en la válvula C.

Figura 17

Sistema de tanques acoplados



Nota. Modelado del sistema de tanques acoplados



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Método de investigación

3.1.1. *Tipo de investigación*

Este proyecto de investigación se clasifica como investigación experimental, donde se desarrolla y evalúa un módulo de monitoreo y control de nivel en tanques conectados. Los datos se recopilaron durante pruebas utilizando sensores, y el control del nivel del módulo se logra mediante la programación de un autómata programable.

Siguiendo la propuesta de Monje Álvarez (2011), se implementará un método experimental, dado que conlleva la manipulación de la variable independiente, que en esta situación sería la estrategia de control de proporción con algoritmo, para observar los efectos resultantes en la variable dependiente.

3.1.2. *Diseño de investigación*



(Arias, 2012) Se caracteriza por ser aplicativo, dado que implica la implementación de un módulo destinado al monitoreo y control de nivel en tanques conectados, utilizando un autómata programable. Este enfoque busca mejorar el proceso de control en el fenómeno investigado.

3.2. Ámbito de la investigación

Dimensión espacial: El proyecto se llevará a cabo en un entorno específico, ya sea en un laboratorio o en un centro educativo designado, que podría ubicarse dentro de una institución educativa o un centro de investigación. La extensión geográfica se limita a esta localización física.

Dimensión Temporal: La duración requerida para implementar y El sistema de automatización será integrado en el plan del proyecto, ajustándose según los objetivos y los recursos disponibles.

3.3. Población y muestra

En esta investigación, la población estará representada por el módulo diseñado para el monitoreo y control de nivel en tanques conectados, utilizando un autómata programable. La muestra, en este caso, consistirá en el mismo conjunto de tanques conectados que se emplean en el sistema de nivel mencionado.

3.4. Técnicas e instrumentos de recogida de información

Estas son las técnicas y herramientas empleadas para la recolección de datos durante el estudio. Se incluyeron métodos como la observación directa, la medición de variables específicas (como el nivel de líquido en los tanques



conectados) y la recopilación de datos mediante sensores conectados al autómata programable.

Tabla 2

Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

TÉCNICAS	INSTRUMENTO	VALIDACIÓN
Observación: Se usó las herramientas para el control de nivel usando sensores ultrasónicos y de presión mediante un PLC para la toma de tiempos se realizó con una interfaz gráfica para el monitoreo y control.	Ficha de observación	Por asesor especialista

Nota. Se utilizaron las técnicas e instrumentos en la recolección de datos.

3.5. Recogida de datos

Se obtuvieron datos relativos al desempeño del módulo diseñado para monitorear y controlar el nivel en tanques conectados. Esto implicó la medición del nivel de líquido en los tanques en diversas condiciones operativas, o la valoración del desempeño del sistema de control automatizado. Se recopilan datos a lo largo del tiempo durante las pruebas llevadas a cabo mediante el control del nivel en tanques conectados, utilizando tanto el sensor ultrasónico como el sensor de nivel de presión. Estos sensores proporcionan datos en tiempo real durante el funcionamiento del sistema, permitiendo así llevar a cabo un análisis de los tanques acoplados.

Se empleó el TIA Portal para programar el PLC S7 1200 y el HMI KTP700, los cuales posibilitan establecer la frecuencia de muestreo y la lógica de control requerida. El software se utilizará para procesar las mediciones adquiridas por



los sensores durante las pruebas de control, con el fin de evaluar tanto el nivel de los tanques conectados como la velocidad de respuesta.

Se registraron los resultados de estas pruebas con el fin de compararlos con los objetivos establecidos. Se llevó a cabo el control PID mediante el PLC S7-1200 y la pantalla gráfica, permitiendo así representar de manera visual y efectiva los datos del control de nivel de los tanques.



CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADO Y DISCUSIÓN

4.1. Presentación

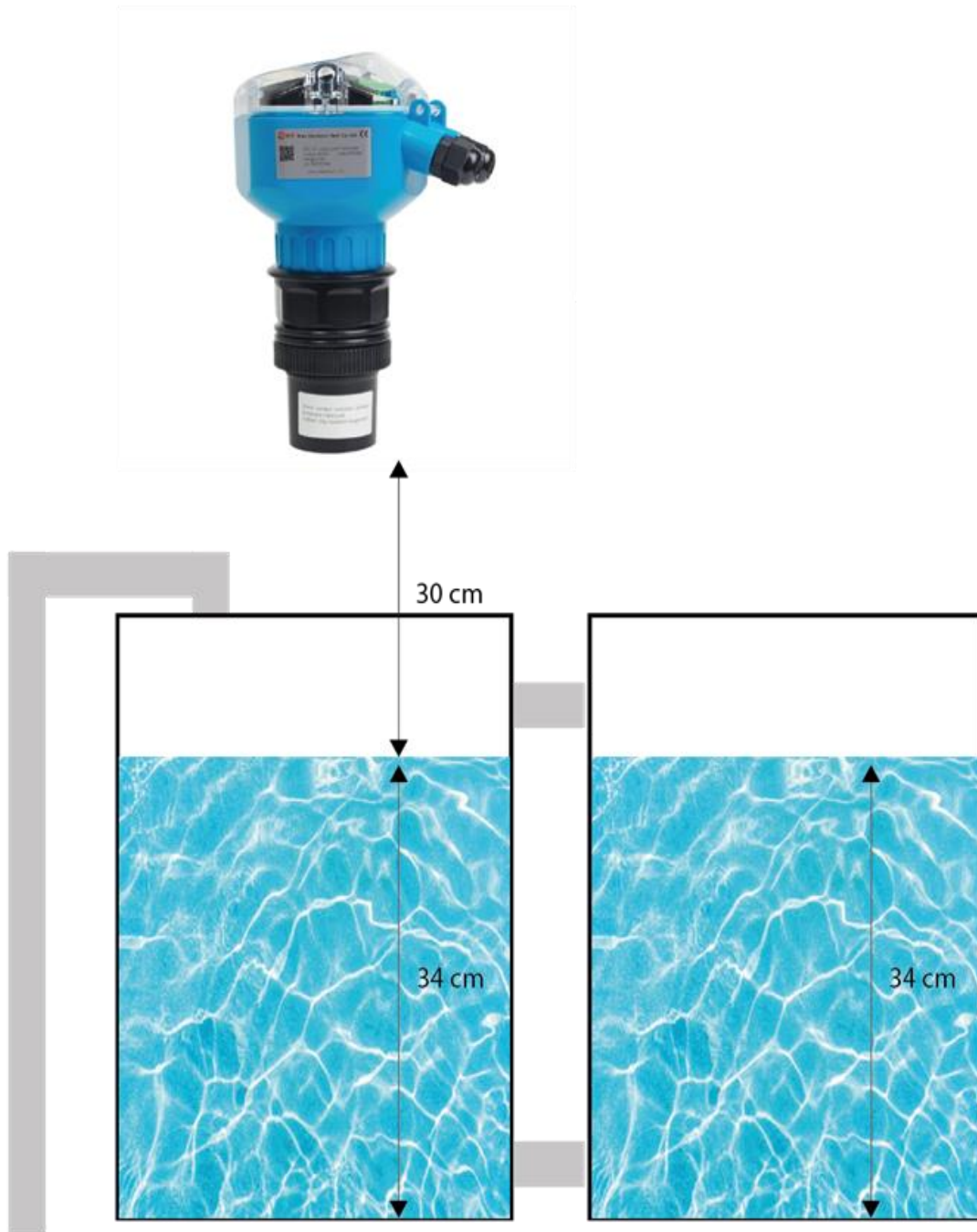
En este apartado se hará el tratamiento de las señales analógicas del sensor de altura y la programación en el software Tía portal v16. Para poder controlar el nivel en el tanque y controlar la velocidad en el variador de velocidad de marca siemens.

4.1.1. Escalamiento del sensor ultrasónico de 2 a 20 mA

Escalamiento de un sensor ultrasónico de 4 a 20 mA que lectura de 0 a 5m, para el control en un envase de almacenamiento de 64cm de altura se realiza el escalamiento a 0 a 64 cm.

Figura 18

Parámetro de configuración del Sensor ultrasónico



El sensor de nivel ultrasónico de 0 a 5 metros a 4 -20 mA de salida, pero el módulo está diseñado para una variación de 34 cm. Para ellos se realizará el tratamiento de señal analógico. Para ello buscaremos una función matemática.

Figura 19*Graficas de escalamiento*

Al obtener esta grafica se realizará el escalamiento del sensor ultrasónico en un para metro de 30 a 65 cm de trabajo. Por lo cual se desarrolla el cálculo matemático. Ecuación de la recta dada 2 puntos.

$$y - y_1 = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} (x - x_1)$$

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

En ecuación de la recta se remplazará los 2 puntos se tiene A: (16,30) y B: (0,64), para lo cual se procede a remplazar en la ecuación obteniendo la siguiente ecuación.

$$(y - 64) = \left(\frac{64-30}{0-16}\right)(x - 0)$$

$$y-64=-\frac{17}{8}x$$

$$-y+64=+\frac{17}{8}x$$

$$-8y+512=17x$$

$$\frac{-8y+512}{17} = x$$



Al tener la ecuación de la recta se realiza la los cálculos necesarios en el programa por ejemplo x representa los litros de agua que se necesitan o se requieren.

Tabla 3

Datos según la ecuación.

SET PÓINT (litros)	ALTURA en (cm)
5 litros	53.375 cm
8 litros	47 cm
10 litros	42.75 cm
12 litros	38.5

Se observa cuando más litros se solicita menos centímetros nos da, esto porque el sensor no genera 4 mA cuando existe 0 distancia y 20 mA cuando existe 5 metros. para que nos dé una media ascendente de abajo para arriba realizaremos una resta 64 al resultado. Obtenido un nuevo cuadro.

Tabla 4

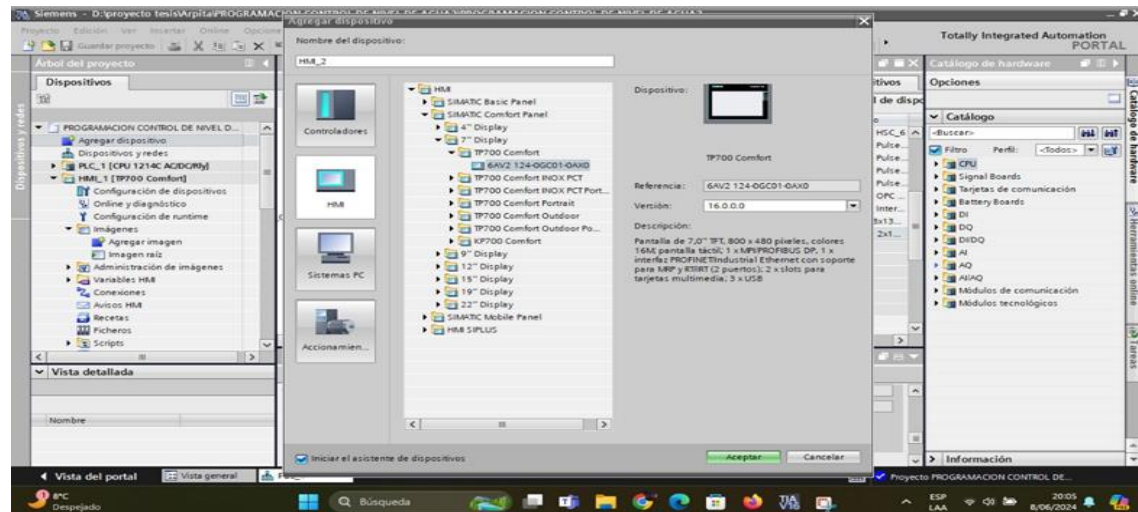
Tratamiento de la señal analógica

SET PÓINT (litros)	ALTURA en (cm)	Descendente (-64)
5 litros	53.375 cm	10.625 cm
8 litros	47 cm	17 cm
10 litros	42.75 cm	21.25 cm
12 litros	38.5	25.5cm

Continuando, se agregará una pantalla HMI TP 700 Confort 6AV2124-0GC01-0AX0 confort versión 16.0.0.0 una pantalla de 7 pulgadas. Para controlar y visualizar nuestros parámetros y el PID.

Figura 22

Agregando una pantalla HMI TP700



4.1.3. Lectura de sensor analógico de Nivel

La lectura del sensor ultrasónico analógico de 4 a 20 mA, se realiza el escalamiento según el rango que viene prediseñado desde la fábrica, esto es 0 a 5 metros de distancia. Para normalizar una señal de 4 a 20 mA se realiza en 0 a 27649 datos enteros.

Figura 23

Escalamiento de sensor analógico



Luego se realiza el tratamiento adecuado según la ecuación que se tiene, se realiza la programación para lograr los datos descendentes necesarios para lograr la configuración de nuestro PID.

Figura 24

Configuración aritmética de la señal analógica.

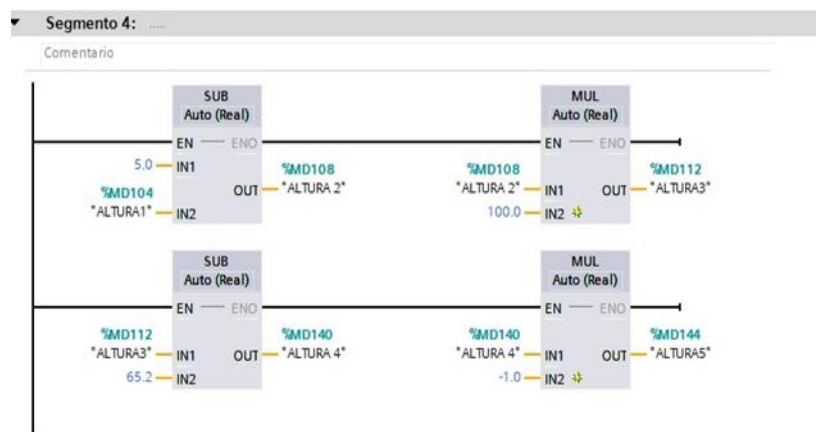
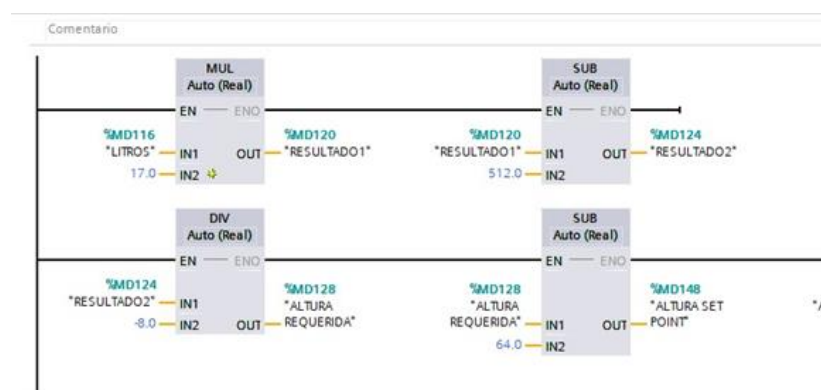


Figura 25

Configuración aritmética del set point.

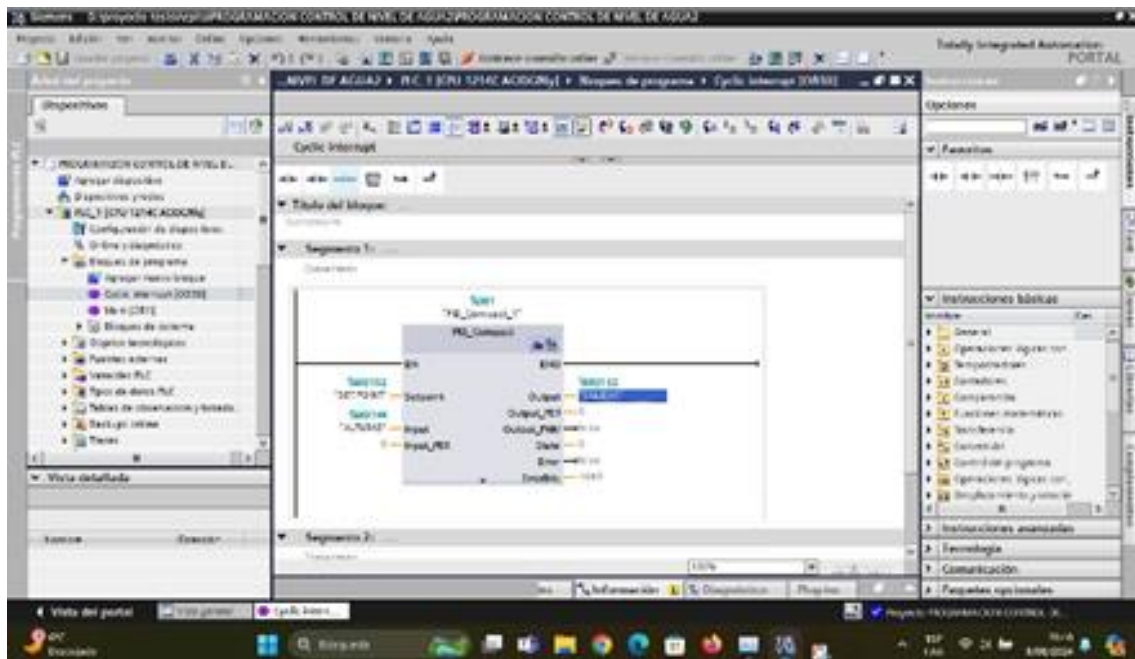


4.1.4. PID Compact TIA PORTAL

Para realizar el control PID se inserta un bloque cyclic interrupt en donde se inserta el controlador PID Compact el cual nos ayuda a controlar y mantener nuestra referencia deseada.

Figura 26

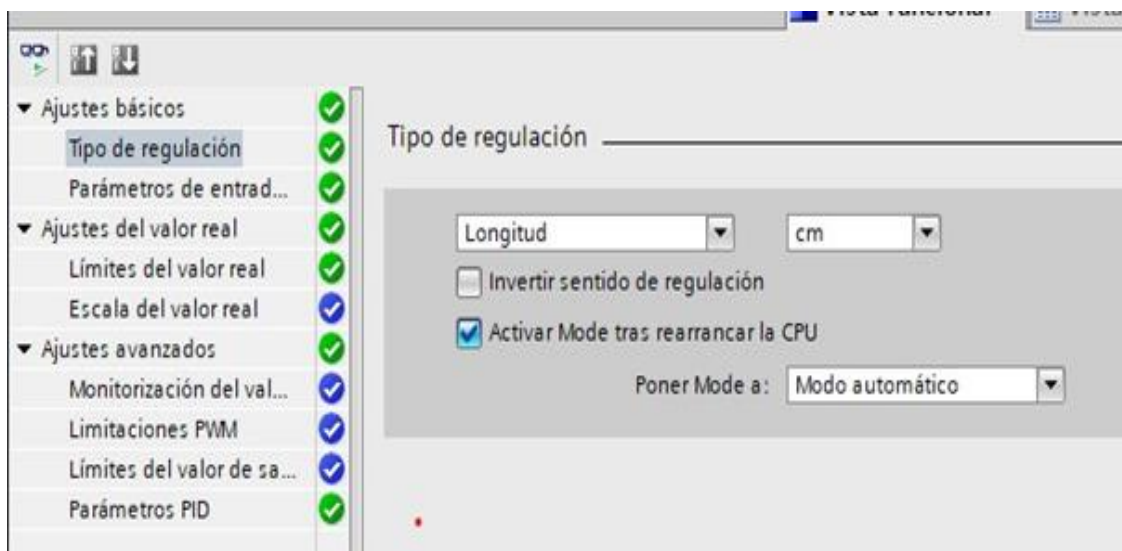
PID Compact Tia Portal



A continuación, se realiza la configuración del PID compact la regulación se realizará en cm y seleccionara en litro el cual es convertido en altura que es proporcional al volumen solicitado.

Figura 27

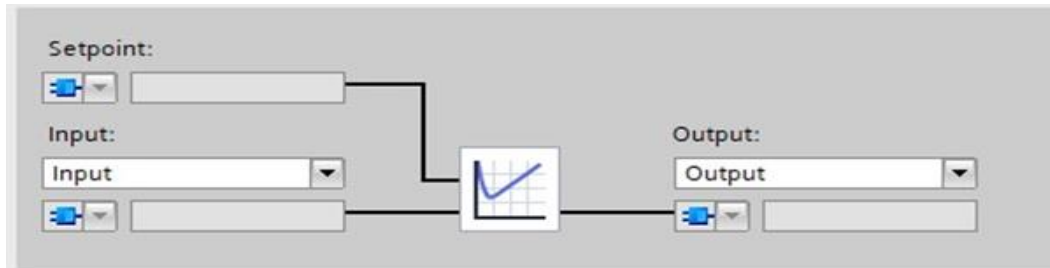
Configuración del tipo de regulación.



Se realiza la configuración del controlador PID compact, esto con parámetros que se va a trabajar, tanto la entrada como en la salida se trabajara con valores reales y para ello se configurar como una entrada real.

Figura 28

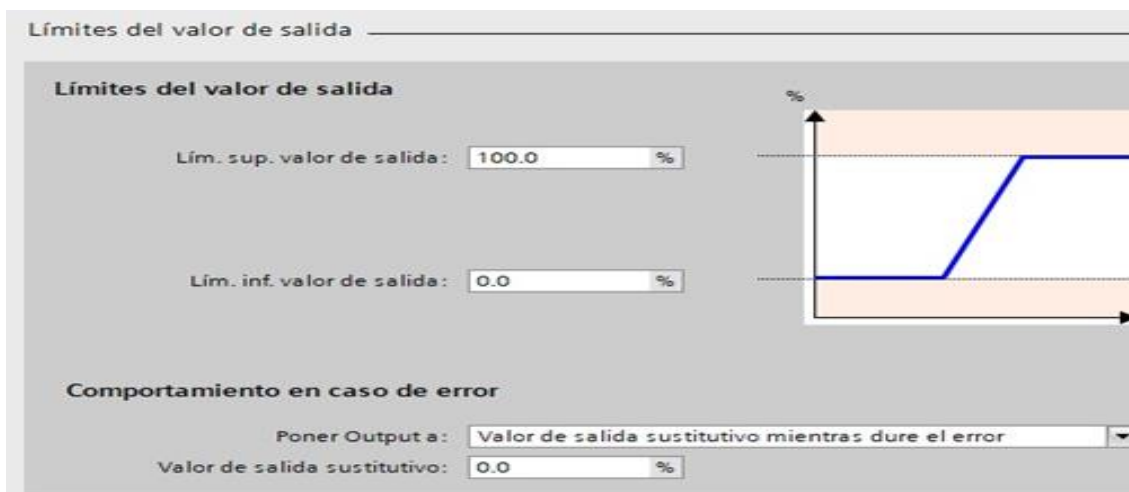
Configuración de la salida y entrada en valores reales



Se puede realizar las limitaciones de salida y poder trabajar en un porcentaje de 50 %, lo que indica que puede tener una salida de 0 a 5 v. pero para nuestro proyecto de investigación se realiza de 0 a 100%.

Figura 29

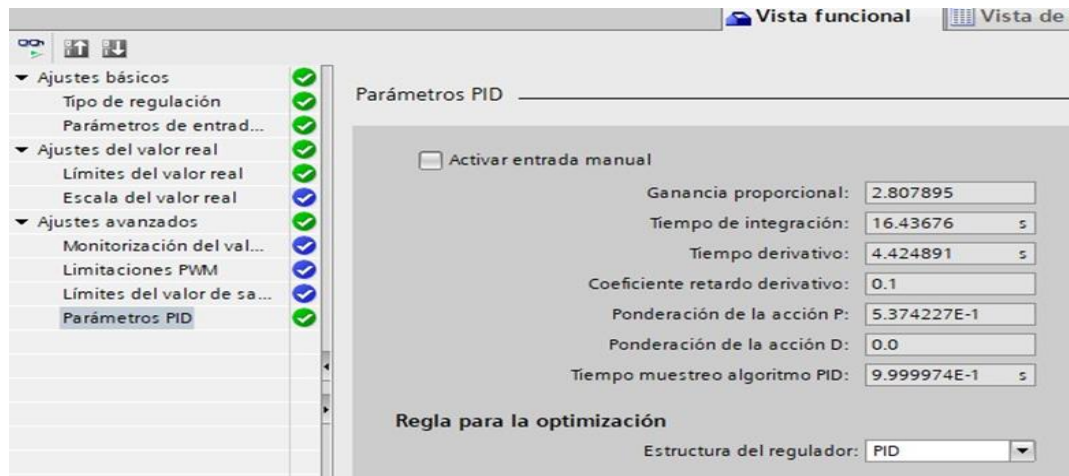
Límite de 0 a 100



Los parámetros de control PID, como son las ganancias proporcionales, integrales y derivativos se realizan mediante el Autotunig de PID compact. Esto demora un tiempo de 2 min para lograr sintonizarse.

Figura 30

Datos de controlador PID

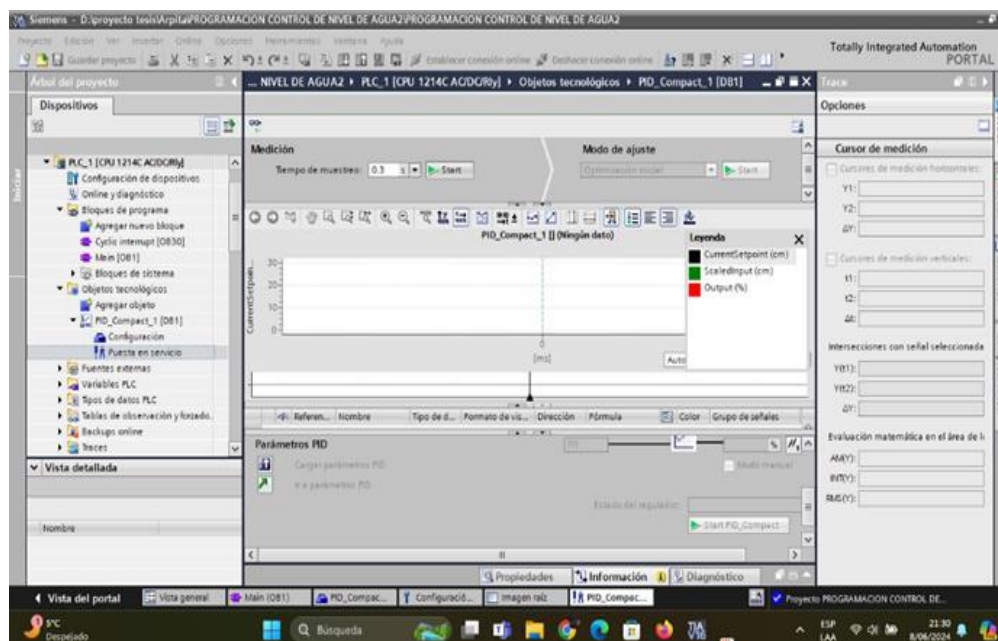


4.1.5. Sintonización del controlador PID

Se realiza en la puesta en servicio de controlador PID en un tiempo determinado se solicita que encuentre una referencia adecuada para la planta. En este caso el módulo de control de nivel.

Figura 31

Puesta en marcha de controlador PID



Primera sintonización de controlador PID con parámetros con mayor tolerancia ya los parámetros iniciales están fuera del rango de control.

Figura 32

Sintonización de control PID

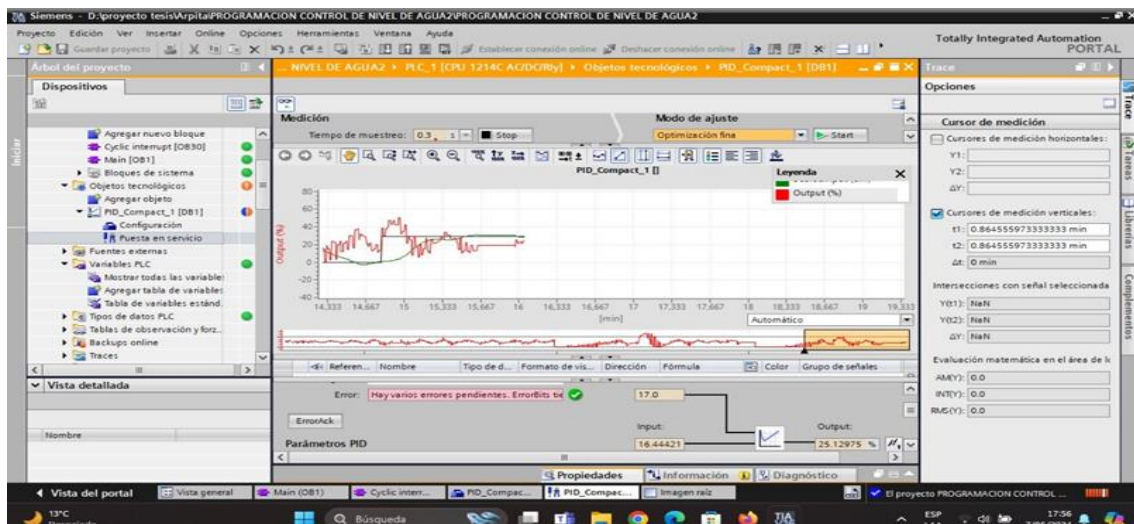


Figura 33

Primera sintonización del controlador

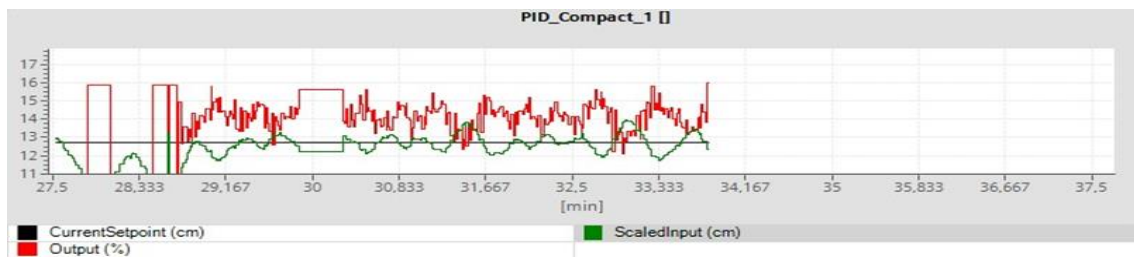
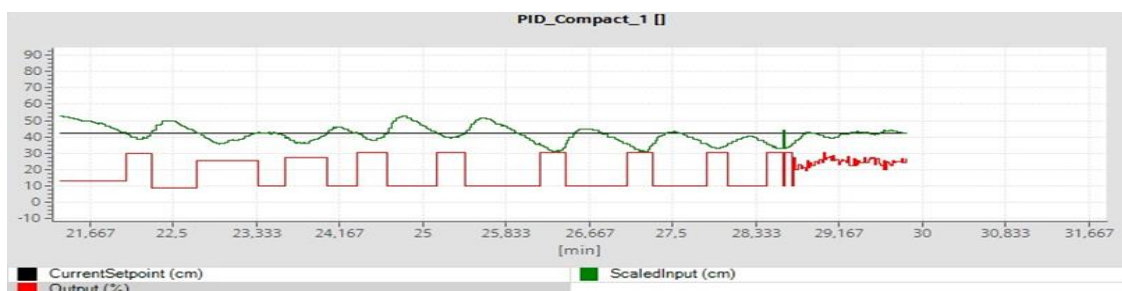


Figura 34

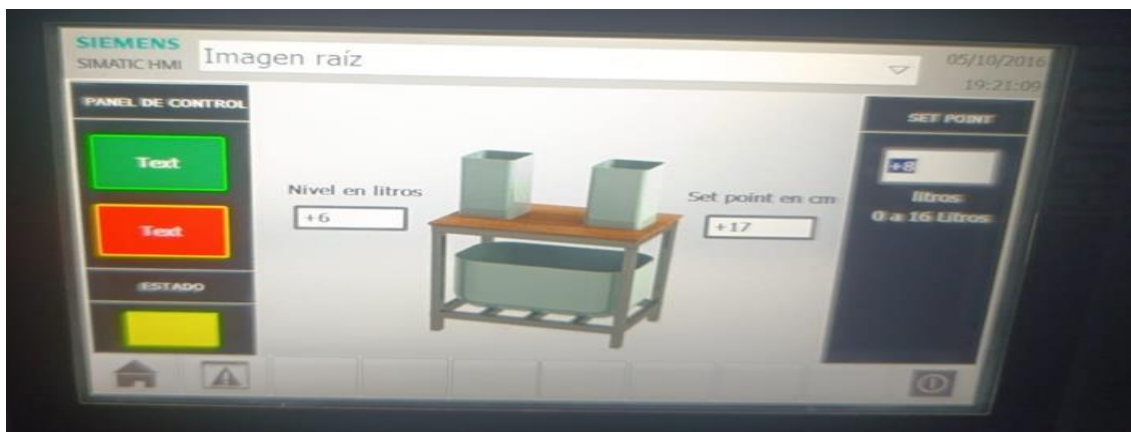
Segunda Sintonización del Controlador



Se realiza el control de mando mediante un pulsador desde el HMI TP 700 confort también se visualiza los para metros como es la distancia en cm y volumen de líquidos en litros, tal como se ilustra en la imagen.

Figura 35

Pantalla HMI TP 700



4.2. Pruebas realizadas

a) Primera prueba

La primera prueba se realiza con un 8 litro en el nivel de agua como se visualiza en la figura de control PID en software de TIA PORTAL. Lo que es equivalente en la altura de 17 cm.

Figura 36

Grafica de PID de control PID 8 litros – 17 cm.

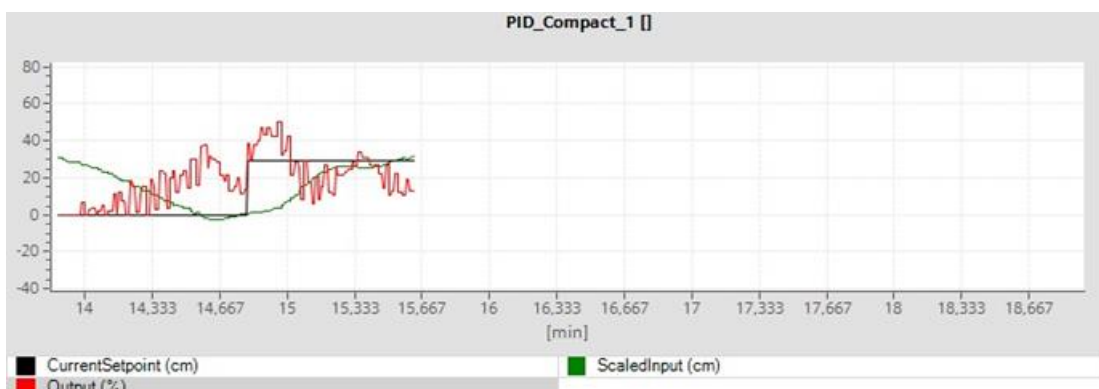


Figura 37

A 8 litros de agua.



b) Segunda prueba

La segunda prueba se realiza con 12 litros de agua en el SET POINT de esta forma en centímetros sería 25.5 cm de altura como muestra en la figura, se puede visualizar tanto en el módulo como en la pantalla de TIA PORTAL la gráfica generada por el controlador PID.

Figura 38

Grafica de control PID 12 litros -25.5 cm.



Figura 39

A 12 litros de agua



c) Tercera prueba

Para la tercera prueba se realizará con SET POINT de 10 litros que es equivalente a 21cm de altura, de la misma forma se visualizará en un diagrama grafica el control y su reacción.

Figura 40

Control PID de 10 litros-21 cm.

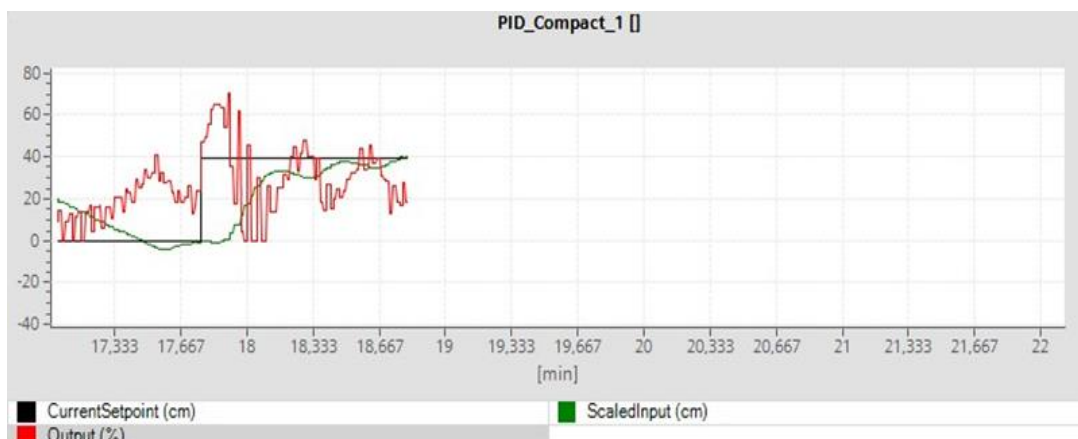


Figura 41

Nivel de agua en 10 L.



d) Cuarta prueba

Para la cuarta prueba se realizará con set Point de 11 litros de agua con esquivarte a 23 cm de altura, como se visualiza las figuras la gráfica tiene el mismo lógico en su estabilización

Figura 42

Control PID de 11 litros - 23 cm.



Figura 43

Nivel de agua en 11 L.



Figura 44

Puesta en marcha del controlador PID



Figura 45

Tablero eléctrico de control del proyecto



4.3. Análisis e interpretación de resultados

Se utilizarán los datos registrados, como el nivel en litros y la distancia en cm en el tanque, para analizar una altura específica cuando el sensor envíe la señal de entrada para que el fluido entre y la descarga esté completamente abierta, permitiendo el vaciado del tanque y llevando a cabo la función de estabilizar el nivel del tanque en diferentes valores de acuerdo a las pruebas realizadas.

En el grafico mostramos los valores adquiridos.



Tabla 5

Pruebas realizadas

Pruebas	Nivel en litros	Altura en centímetros
Prueba N01	8 litros	17 cm.
Prueba N02	12 litros	25.5 cm
Prueba N03	10 litros	21cm
Prueba N04	11 litros	23 cm

4.4. Resultados de las pruebas

Se llevaron a cabo pruebas en diferentes escenarios, incluyendo variaciones en los niveles de los tanques y ajustes en los parámetros del autómatas programable. A continuación, se describen los resultados más relevantes:

a) Prueba de Estabilidad del Nivel

Los niveles de los tanques fueron monitoreados y controlados en condiciones de operación estándar. Se observó que el sistema mantuvo los niveles dentro de los rangos establecidos con una desviación estándar mínima, demostrando una alta precisión en el control del nivel.

b) Prueba de Respuesta a Perturbaciones

Se introdujeron perturbaciones intencionales en el sistema, como cambios abruptos en el flujo de entrada y salida de los tanques. El autómatas programable respondió de manera eficiente, ajustando las válvulas y bombas para restablecer los niveles deseados en un tiempo mínimo.

c) Prueba de Integridad del Sistema



Se evaluó la capacidad del sistema para detectar y reportar fallas, como sensores defectuosos o desconexiones en el sistema de comunicación. El módulo mostró un alto grado de confiabilidad, emitiendo alertas y activando protocolos de seguridad adecuados.

4.4.1. Interpretación de los Resultados

Los resultados obtenidos demuestran que la implementación del módulo de monitoreo y control de nivel utilizando un PLC es efectiva y confiable. La precisión en el mantenimiento de los niveles, la rápida respuesta a perturbaciones y la capacidad para gestionar fallas indican que el sistema es adecuado para aplicaciones industriales donde el control de nivel es crítico.

4.5. Discusión de resultados

En las pruebas realizadas proporciona una visión crítica y detallada sobre el rendimiento y la eficacia del sistema implementado. Esta sección aborda las implicaciones prácticas de los hallazgos, compara los resultados con investigaciones previas, identifica limitaciones y sugiere áreas para futuras mejoras.

Los resultados obtenidos en las pruebas de monitoreo y control de nivel demuestran que el sistema cumple con los objetivos iniciales planteados en esta tesis. La estabilidad en el mantenimiento de los niveles de los tanques y la capacidad de respuesta ante perturbaciones confirman la efectividad del autómatas programable implementado.

Los datos recopilados muestran que el sistema mantiene los niveles de los tanques dentro de los límites establecidos con una desviación mínima. Esta



precisión es crucial para aplicaciones industriales donde la estabilidad del nivel es vital para la seguridad y eficiencia operativa. La rápida respuesta del sistema a perturbaciones, como cambios abruptos en el flujo de entrada y salida, demuestra su capacidad para adaptarse a condiciones variables, minimizando tiempos de respuesta y asegurando la continuidad del proceso.



CONCLUSIONES

- PRIMERA:** Se puede deducir que el módulo diseñado para la supervisión y control del nivel en tanques conectados, utilizando un autómata programable, es efectivo en su objetivo principal de conservar un nivel de líquido óptimo en los tanques, ofreciendo una gestión automatizada y eficiente.
- SEGUNDA:** La selección de componentes se realizó teniendo en cuenta su compatibilidad y adecuación para el propósito específico de monitoreo y control de nivel en tanques acoplados. Los sensores de nivel elegidos demostraron ser precisos y confiables, proporcionando datos en tiempo real que son cruciales para el funcionamiento del sistema.
- TERCERA:** El uso del autómata programable permitió un control preciso de los niveles de líquido en los tanques. La programación lógica del autómata facilitó la modificación de los parámetros de control de forma flexible, adaptándose a las diferentes condiciones operativas.
- CUARTA:** La instalación de un sistema de supervisión en tiempo real permitió una supervisión constante de los niveles de líquido en los tanques. Los datos recopilados fueron precisos y se actualizaron continuamente, proporcionando una visión clara y actualizada del estado del sistema.



RECOMENDACIONES

- PRIMERA:** Se aconseja realizar una optimización constante del sistema de monitoreo y control de nivel para ajustarse a las modificaciones en los procesos industriales, las nuevas tecnologías y los requisitos regulatorios.
- SEGUNDA:** Se recomienda proporcionar formación continua al equipo responsable de mantenimiento y operación del sistema para asegurar que están familiarizados con las últimas actualizaciones y mejoras del autómata programable.
- TERCERA:** Establecer un programa de seguimiento y evaluación periódica para comprobar el desempeño del sistema, asegurando que los niveles de los tanques se mantengan dentro de los rangos óptimos y ajustando parámetros cuando sea necesario.
- CUARTA:** Realizar pruebas y simulaciones periódicas para asegurar que el sistema puede manejar situaciones de emergencia o condiciones fuera de lo común sin fallar, garantizando así la resiliencia y la fiabilidad del sistema.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Argentina, W. .. (2020). Automación Micromecánica s.a.i.c. *Automación Micromecánica s.a.i.c.* Automación Micromecánica s.a.i.c, Buenos Aires. Obtenido de WWW.MICRO.COM.AR
- Automación Micromecánica s.a.i.c. (2020). *CONTROLADOR LÓGICO*. Buenos Aires, Argentina: Automación Micromecánica s.a.i.c.
- Belupú Amaya, C. I. (2017). Implementación de un sistema de monitoreo y control para automatizar la manipulación de las variables de proceso en tanques de almacenamiento. *Pregrado*. Universidad Cesar Vallejo, Piura, Peru. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/16798>
- Bohórquez-Valderrama, K. B. (s.f.).
- Bohórquez-Valderrama, K. B. (2017). SISTEMA DIDÁCTICO PARA EL CONTROL DE NIVEL CON TANQUES. *pregrado*. universidad catolica de colombia, colombia. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10983/15297>
- Bohórquez-Valderrama, K. B. (2017). *Sistema didáctico para el control de nivel con tanques acoplados*.
- Calero, C. (2021). Control de nivel de un sistema de tanques acoplados mediante un autómatas programable y una pantalla HMI. *Pre grado*. Universidad de Sevilla, España. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11441/126752>
- Colomer, J., Meléndez, J., & Ayza, J. (2000). *Sistemas de supervisión*. Barcelona, España: Editores: Barcelona: Cetisa Boixareu. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=120088>
- (s.f.). *Diseño e implementación de un control de llenado de tanques por medio de un ET200S esclavo*.



- Fonseca-Sanabria, D. F. (2017). Sistema didáctico para el control de nivel con tanques acoplados. *pregrado*. universidad de catolica de colombia, colombia. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10983/15297>
- Franco, S., & Ronald, S. (2023). Diseño e implementación de un control de llenado de tanques por medio de un ET200S esclavo. *Pregrado*. Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/25005>
- Gutiérrez-Puertas, S. (2017). Sistema didáctico para el control de nivel con tanques acoplados. *pregrado*. universidad catolica de colombia, colombia. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10983/15297>
- Jiménez Mayz, R. J. (2018). Diseño e implementación de un módulo didáctico, para el control de nivel y temperatura utilizando un autómata programable Allen Bradley. *Pregrado*. Universidad de Pamplona, Norte de Santander. Obtenido de <http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/3996>
- Revilla Cosi, E. J. (2019). Desarrollo de un sistema embebido de control de nivel predictivo basado en modelo aplicado a un módulo de tanques acoplados. *Pregrado*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Peru. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/11252>
- Rivera Montoya, M. Y. (2014). Control PID Aplicado A Un Sistema De Tanques En Cascada, Como Alternativa De Solución Para El Control De Nivel De Llenado, En Una Empresa De Tintes. *Pregrado*. Universidad Nacional



Tecnológica de Lima Sur, Lima. Obtenido de
<http://repositorio.untels.edu.pe/jspui/handle/123456789/510>

Segura, O., Cáceres, F., & Vargas, A. (2017). Automatización del proceso de llenado y control de nivel en un tanque. *Pre grado*. Universidad Cooperativa de Colombia, Colombia. Obtenido de
<https://hdl.handle.net/20.500.12494/36169>

Torres Capuz, J. L. (2015). Diseño e implementación de un sistema de control en una planta de llenado de tanques a escala usando un transmisor de nivel y algoritmo PID para pruebas en el laboratorio de automatización industrial. *Pregrado*. Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/10414>



ANEXOS



ANEXO 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO PARA EL MONITOREO Y CONTROL DE NIVEL EN TANQUES ACOPLADOS UTILIZANDO UN AUTÓMATA PROGRAMABLE						
AUTOR: AMERICO EDSON ARPITA PAYE						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOSTESIS	VARIABLES E INDICADORES			
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVOS GENERAL	HIPOSTESIS GENERAL	Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores	Unidades
¿Como implementar un módulo para el monitoreo y control de nivel en tanques acoplados utilizando un autómata programable?	Implementar un módulo para el monitoreo y control de nivel en tanques acoplados utilizando un autómata programable.	La implementación de un módulo para el monitoreo y control de nivel en tanques acoplados mediante un PLC incrementará notablemente la eficiencia y la exactitud en el control del nivel de líquido control del nivel de líquido en aplicaciones industriales, con un impacto positivo en la seguridad y la reducción de errores operativos.	Módulo para el monitoreo y control de nivel.	Precisión del Monitoreo y control	Porcentaje de tiempo que el sistema mantiene el nivel dentro de los parámetros establecidos	Porcentaje (%): Para la tasa de éxito del nivel deseado
PROBLEMA ESPECIFICO	OBJETIVOS ESPECIFICO	HIPOSTESIS ESPECIFICO	Variable dependiente			
¿Como seleccionar los sensores y actuadores necesarios para la recolección y procesamiento de datos?	Seleccionar los sensores y actuadores necesarios para la recolección y procesamiento de datos.	La utilización de sensores y actuadores permitirá una respuesta más rápida a las variaciones en el nivel de líquido, lo que contribuirá a la reducción de desbordamientos y a un mayor control de los procesos.	Nivel de líquido en los tanques acoplados	Estabilidad del Nivel de Líquido	Diferencia entre el nivel real y el nivel reportado por el sistema	Segundos (s) tiempo de respuesta a cambios de nivel
¿De qué maneta de implementar el sistema de control de nivel en tanques acoplados y un autómata programable?	Implementar el sistema de control de nivel en tanques acoplados y un autómata programable.	La instalación de un sistema para regular el nivel utilizando un autómata programable permitirá mantener el nivel de líquido en los tanques acoplados dentro de un rango deseado de manera más precisa y constante en comparación con los métodos de control convencionales.				
¿Como desarrollar el sistema de monitoreo de un módulo de nivel de tanques acoplados?	Desarrollar el sistema de monitoreo de un módulo de nivel de tanques acoplados.	El desarrollo del sistema de monitoreo permitirá la visualización del control de nivel en tanques acoplados utilizando un HMI.				

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
--------------------------	-----

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	<ul style="list-style-type: none"> Paquete de programación
	STEP 7 V18 o superior
Tensión de alimentación	
Valor nominal (AC)	<ul style="list-style-type: none"> 120 V AC 230 V AC
	Si
	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	<ul style="list-style-type: none"> 24 V
	20,4 a 28,8 V
Pérdidas	
Pérdidas, tip.	14 W
Memoria	
Memoria de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> integrada
	200 kbyte
Memoria de carga	<ul style="list-style-type: none"> integrada enchufable (SIMATIC Memory Card), máx.
	4 Mbyte con SIMATIC Memory Card
Respaldo	<ul style="list-style-type: none"> existente libre de mantenimiento sin pila
	Si Si 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

SIEMENS

Hoja de datos

6ES7232-4HB32-0XB0



SIMATIC S7-1200, Salida analógica, SM 1232, 2 AO, +/-10V, Resolución de 14 bits, o 0-20 mA/4-20 mA, Resolución de 13 bits

Figura similar

Información general	
Designación del tipo de producto	SM 1232, AQ 2x14 bit
Tensión de alimentación	
Valor nominal (DC)	24 V
Intensidad de entrada	
Consumo, tip.	45 mA
de bus de fondo 5 V DC, tip.	80 mA
Pérdidas	
Pérdidas, tip.	1,5 W
Salidas analógicas	
Nº de salidas analógicas	2; Tipo corriente o tensión
Rangos de salida, tensión	
• -10 V a +10 V	Si
Rangos de salida, intensidad	
• 0 a 20 mA	Si
Resistencia de carga (en rango nominal de la salida)	
• con salidas de tensión, mín.	1 000 Ω
• con salidas de intensidad, máx.	600 Ω
Longitud del cable	
• apantallado, máx.	100 m; apantallado, par trenzado
Formación de valor analógico para salidas	
Tiempo de integración y conversión/resolución por canal	
• Resolución con rango de rebase (bits incl. signo), máx.	14 bit; Tensión: 14 bits, Corriente: 13 bits
Error/precisiones	
Error de temperatura (referido al rango de salida), (+/-)	25 °C ±0,3 %, a 55 °C ±0,6 % todo el rango de medida
Límite de error básico (límite de error práctico a 25 °C)	
• Tensión, referida al rango de salida, (+/-)	0,3 %
• Intensidad, referida al rango de salida, (+/-)	0,3 %
Supresión de tensiones perturbadoras para (f1 +/- 1%), f1 = frecuencia perturbadora	
• Tensión en modo común, máx.	12 V
Alarmas/diagnósticos/información de estado	
Alarmas	Si
Función de diagnóstico	Si
Alarmas	
• Alarma de diagnóstico	Si
Diagnósticos	
• Vigilancia de la tensión de alimentación	Si
• Rotura de hilo	Si
• Cortocircuito	Si

SINAMICS V20: datos técnicos

0,12 a 15 kW



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 (I/Os)	4 DI/2 DO/2 AI/1 AO
Tipos de control y regulación	UIF (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

2_09



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 31 - 07 - 2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: AMERICO EDSON ARPITA PAYE

Dirección: URB. SANTA FE LT. 15

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 73209009

Teléfono: 931332669 email: Edson931332629@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO MECATRÓNICO

Asesor: M.Sc. MARIO ALEJANDRO RAMOS HERRERA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO PARA EL MONITOREO Y CONTROL DE NIVEL EN TANQUES ACOPLADOS UTILIZANDO UN AUTÓMATA PROGRAMABLE

Palabras claves, (3 a 5 términos): Monitoreo, Control, Nivel, Tanques Acoplados Automata Programable.

¿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.

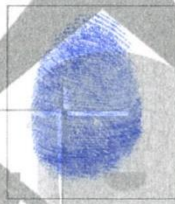
En consecuencia, **la opción "internacional" goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN - P21

Firma de Autor



huella digital

31-07-2024

Fecha