



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA



**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE
PRESIÓN DIDÁCTICO EN TANQUES DE AIRE
COMPRIMIDO**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. MIGUEL ANGEL CHOQUE CASTRO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECATRÓNICO

JULIACA – PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE
PRESIÓN DIDÁCTICO EN TANQUES DE AIRE
COMPRESIDO**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. MIGUEL ANGEL CHOQUE CASTRO

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 CARREON

SEGUNDO MIEMBRO

:

Ing. CARLOS ALEJANDRO CACERES VARGAS

ASESOR DE TESIS

:

M. Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN – P21



NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1690-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 10 de diciembre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025 - CU - 12922 presentado por el (la) Bachiller: **MIGUEL ANGEL CHOQUE CASTRO** 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. **MIGUEL ANGEL CHOQUE CASTRO**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PRESIÓN DIDÁCTICO EN TANQUES DE AIRE COMPRIMIDO**, 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** : Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
- * **1er Miembro** : Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN
- * **2do Miembro** : Ing. CARLOS ALEJANDRO CACERES VARGAS

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

ARTICULO TERCERO. - **APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **MIGUEL ANGEL CHOQUE CASTRO**; del informe final de la investigación (tesis) titulada: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PRESIÓN DIDÁCTICO EN TANQUES DE AIRE COMPRIMIDO** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico**. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : jueves 18 de diciembre del 2025
- * **HORA** : 11:00 horas
- * **LUGAR** : Aula 204 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



cc.
Archivo
interesado (a)

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1066-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 12 de septiembre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU- 7238, presentado por el señor (a) **MIGUEL ANGEL CHOQUE CASTRO** solicitando **CAMBIO DE ASESOR DE INVESTIGACIÓN**, el Proveído del Director de la Unidad de Investigación de la FICP, y la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 1661-2024-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación de la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN RESOLUCIÓN DECANAL N° 293-2025-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación del **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para optar el título profesional de Ingeniero Mecatrónico.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **MIGUEL ANGEL CHOQUE CASTRO** ha presentado cambio de asesor de tesis del tema investigación Titulada: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PRESIÓN DIDÁCTICO EN TANQUES DE AIRE COMPRIMIDO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico.

Que, el Director de la Unidad de Investigación de la FICP a tomado conocimiento que el asesor **Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI** no tiene vínculo laboral en la facultad de ingenierías y ciencias puras y existiendo la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 1661-2024-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación de la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN RESOLUCIÓN DECANAL N° 293-2025-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación del **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**.

Estando, a la solicitud del ejecutante y en cumplimiento al reglamento al Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención Grados Académicos y Títulos Profesionales; el director de la Unidad de Investigación **Dr. Fritz Willy Mamani Apaza** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió el proveído favorable del cambio de asesor de investigación del tema titulada: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PRESIÓN DIDÁCTICO EN TANQUES DE AIRE COMPRIMIDO**.

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 del Director de la Unidad 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, 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:

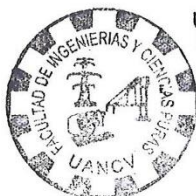
ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **CAMBIO DE ASESOR DE INVESTIGACIÓN**, designado al señor (a): **MIGUEL ANGEL CHOQUE CASTRO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico, con el Tema Titulada: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PRESIÓN DIDÁCTICO EN TANQUES DE AIRE COMPRIMIDO** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN**, se le asigna como:

ASESOR: M.Sc. **JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CS. PURASDr. OSCAR V. VIANONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓNcc.
Archivo 2025
Interesado (a)

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 293-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 13 de mayo del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU - 2041 por el señor (a): **MIGUEL ANGEL CHOQUE CASTRO** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 210 - 2025-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 002- 2025 del integrante del comité de investigación **EPIM** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **MIGUEL ANGEL CHOQUE CASTRO**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PRESIÓN DIDÁCTICO EN TANQUES DE AIRE COMPRIMIDO**, 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° 002- 2025 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PRESIÓN DIDÁCTICO EN TANQUES DE AIRE COMPRIMIDO**, 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 merito 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 señor (a): **MIGUEL ANGEL CHOQUE CASTRO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico, con el Tema Titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PRESIÓN DIDÁCTICO EN TANQUES DE AIRE COMPRIMIDO** 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), **Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI**.

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 C.S. PURASDr. OSCAR V. VIANONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y C.S. PURASDr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓNcc.
Archivo
interesado (a)

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1661-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 05 de diciembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 16714, presentado el señor (a) **MIGUEL ANGEL CHOQUE CASTRO** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el PROVEIDO - N° 1349 -2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 041-2024 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 señor (a): **MIGUEL ANGEL CHOQUE CASTRO** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PRESIÓN DIDÁCTICO EN TANQUES DE AIRE COMPRIMIDO**, 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° 041-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PRESIÓN DIDÁCTICO EN TANQUES DE AIRE COMPRIMIDO**.

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 señor (a): **MIGUEL ANGEL CHOQUE CASTRO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico**, con el Tema Titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PRESIÓN DIDÁCTICO EN TANQUES DE AIRE COMPRIMIDO** 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 **Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI**.

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 Cs. PURAS
Dr. MILTON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



Dr. Efraín Rosillo Caza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



MIGUEL ANGEL CHOQUE CASTRO

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PRESIÓN DIDÁCTICO EN TANQUES DE AIRE COMPRIMIDO

 Trabajos de tesis para ingreso a repositorio

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::13016:591380988

Fecha de entrega

15 may 2026, 22:14 GMT-5

Fecha de descarga

16 may 2026, 0:11 GMT-5

Nombre del archivo

T036_73146507_T.docx

Tamaño del archivo

20.4 MB

107 páginas

14.210 palabras

79.037 caracteres



14% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 11%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 12%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

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

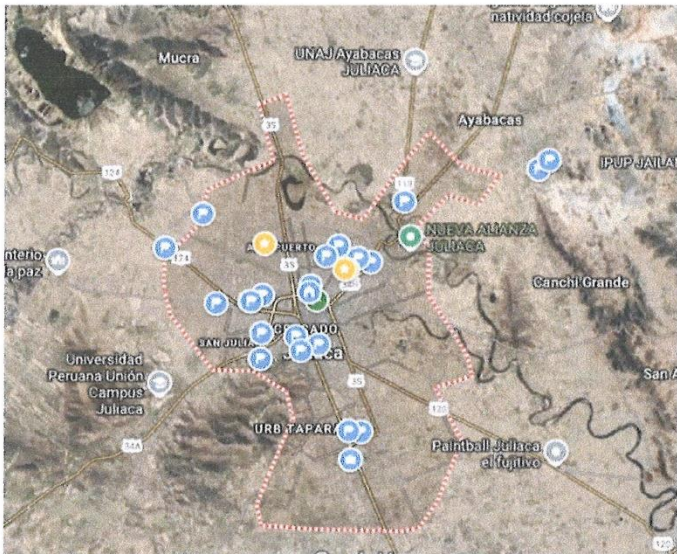
Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Metadatos complementarios - UANCV

Título de la Tesis	
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PRESIÓN DIDÁCTICO EN TANQUES DE AIRE COMPRIMIDO	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	MIGUEL ANGEL CHOQUE CASTRO
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	73146507
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0009-9701-1737
Datos del asesor	
Nombres y apellidos	JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	01323821
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-4595-7589
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02383061
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	ADWAR RANULFO SÁNCHEZ CARREÓN
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02064066
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	CARLOS ALEJANDRO CACERES VARGAS
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	29591476



Datos de investigación	
Línea de investigación	TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN – P21
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	Departamento: PUNO Provincia: SAN ROMAN Distrito: JULIACA Longitud oeste: -15.483488880851368 Latitud sur: , -70.12817121230837  URL: https://maps.app.goo.gl/ZT3G5kmGNS8hZoTCA
Año o rango de años en que se realizó la investigación	AGOSTO 2025 – DICIEMBRE 2025
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería mecánica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.03.00 Mecánica aplicada https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.03.02
- Librería	



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

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo MIGUEL ANGEL CHOQUE CASTRO, identificado con DNI Nro. 73146507, en mi condición de egresado de:

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

INGENIERÍA MECATRÓNICA

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

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PRESIÓN DIDÁCTICO EN TANQUES DE AIRE COMPRIMIDO

Asesorado por: M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

Es un tema original.

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

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

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

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

Juliaca 5 de **ENERO** del 2026


Firma del Asesor
(obligatoria)


Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

Con profundo amor y gratitud, dedico este logro a mis ángeles guardianes.

A la eterna y luminosa memoria de mis padres, Vicente Choque y Epifania Castro, mi hermana Frida luz, y mi sobrina, Naysha Choque. Su amor es la fuerza que me ha sostenido y su orgullo mi mayor recompensa.

A mis invaluableles hermanos Néstor, Marisol y a mis queridas sobrinas Camila y Jennifer. Gracias por su insistencia y su apoyo incondicional, ustedes se convirtieron en mi mayor soporte y mi pilar desde la partida de mis padres. Su cariño me dio la fuerza, el aliento y la perseverancia que necesitaba para culminar este camino. Esto es un logro de todos.



AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a mi familia: a quienes me dieron las raíces, el aliento y la paciencia infinita. Gracias por entender mis ausencias, por la fe inquebrantable en mis capacidades y por la calidez de su hogar, que siempre fue el refugio perfecto para recargar energías. Ustedes son la verdadera razón y la meta de cada esfuerzo.

En segundo lugar, extendiendo mi reconocimiento a la universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez. Esta casa de estudios no solo me formó en una disciplina, sino que me enseñó a pensar de forma crítica y con pasión. Mi agradecimiento se dirige especialmente a todos aquellos que, desde el aula o la mentoría, compartieron su sabiduría y dedicaron su tiempo, inspirándome a buscar siempre la verdad y la excelencia.



ÍNDICE DE GENERAL

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	xii

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1. 1 Descripción del problema.....	1
1. 2 Formulación del problema.....	2
1. 3 Planteamiento del problema	3
1. 3. 1 Problema general.....	3
1. 3. 2 Problemas específicos	3
1. 4 Justificación	3
1. 5 Objetivos de la investigación.....	4
1. 5. 1 Objetivo general.....	4
1. 5. 2 Objetivos específicos	4
1. 6 Importancia	4
1. 7 Limitación de la investigación	5
1. 8 Hipótesis de la investigación.....	6
1. 8. 1 Hipótesis general	6
1. 8. 2 Hipótesis específicas	6



1. 9 Variables de investigación	7
1. 10 Operacionalización de variables	7

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2. 1 Antecedentes de la investigación.....	9
2. 1. 1 Nivel internacional.....	9
2. 1. 2 A nivel nacional.....	12
2. 2 Bases teóricas	14
2. 2. 1 Neumática.....	14
2. 3. 1 La composición de un sistema neumático	15
2. 3. 2 Compresor	16
2. 3. 3 Almacenaje de aire comprimido.....	17
2. 3. 4 Tratamiento final del aire	17
2. 4. 1 Válvulas de control.....	19
2. 4. 2 Válvulas de accionamiento manual.....	20
2. 4. 3 Válvulas de accionamiento eléctrico	20
2. 4. 5 Válvula proporcional reguladora de presión.....	22
2. 4. 6 Componentes de medición y detección de presión neumática	25
2. 4. 7 Sensor de Presión	27
2. 4. 8 Telemida por corriente: bucle 0~20 mA	27
2. 4. 9 Sensor de presión OsiSense XM	29
2. 5. 1 Controlador	30
2. 5. 2 Tipos de controladores	31
2. 5. 3 Simatic S7-1200.....	35
2. 5. 4 Simatic HMI KTP-700	37



2. 5. 5 Elección HMI.....	38
---------------------------	----

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3. 1 Método de investigación	43
3. 2 Tipo de investigación	43
3. 3 Diseño de la investigación	43
3. 4 Ámbito de la Investigación	44
3. 5 Población y muestra.....	44
3. 6 Técnicas e instrumentos de recogida de información	44
3. 7 Recogida de datos	45

CAPITULO IV

ANALISIS DE RESULTADO Y DISCUSION

4. 1 . Presentación	46
4. 2 Pruebas y resultado	57
4. 3 Resultados obtenidos.....	62
4. 4 Discusión de resultados	64
CONCLUSIONES	66
RECOMENDACIONES	67
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68
ANEXOS	75



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Sistema de flujo de señales	16
Figura 2 Principales partes que componen depósito de aire comprimido	17
Figura 3 Unidad de mantenimiento	19
Figura 4 Diferentes Tipos de transmisión Manual	20
Figura 5 Válvula MPYE-5-1/8LF-010-B	21
Figura 6 Curva Presión de Salida vs Señal de mando	22
Figura 7 Diagrama de operación de válvula Proporcional.....	23
Figura 8 Ilustración de una válvula proporcional 5/3 tanto en forma neumática como eléctrica.....	23
Figura 9 Construcción interna de válvula proporcional 5/3 vías	24
Figura 10 Curva de operación de la válvula proporcional 5/3 vías.....	25
Figura 11 Especificaciones de la conexión eléctrica de la válvula proporcional de 5/3 vías	25
Figura 12 Tipos de tubos de Bourdon para la medición de presión	26
Figura 13 Manómetro FESTO y su esquema neumático	27
Figura 14 Telemedida por corriente empleando: a: cuatro hilos; b: tres hilos; c: dos hilos.....	28
Figura 15 Sensor de presión, OsiSense XMLK.....	29
Figura 16 Sistema de control en lazo cerrado.....	30
Figura 17 Esquema del bloque de control encendido/apagado con histéresis.	32
Figura 18 PLC Simatic S7-1200 CPU1215C.....	37
Figura 19 Vista de la pantalla HMI KTP700	40
Figura 20 Implementación del módulo	47
Figura 21 Simulación del módulo implementado en Fluidsim	47
Figura 22 Implementación física del sistema neumático	48
Figura 23 Simulación en Fluidsim de las conexiones eléctricas del sistema....	49
Figura 24 Diagrama de bloques del modulo.....	49



Figura 25	Programación para el sistema de presión.....	50
Figura 26	Bloques de escalamiento de valores.....	50
Figura 27	Escalamiento del sensor de presión	52
Figura 28	Boque de control PID	53
Figura 29	Programación del sistema de control de presión	53
Figura 30	Desarrollamos de la interfaz HMI	54
Figura 31	Elección del HMI	54
Figura 32	Configuración de la conexión	55
Figura 33	Activar el HMI.....	55
Figura 34	Configuración de la pantalla.....	56
Figura 35	Pantalla grafica del HMI	56
Figura 36	Pantalla grafica que indica parámetros de medición.....	57
Figura 37	Prueba del sensor de presión	57
Figura 38	Prueba de presión de 10 PSI	58
Figura 39	Control PID de presión de 10 PSI	58
Figura 40	Medición en manómetro de presión de 10 PSI	59
Figura 41	Prueba de presión de 15 PSI	59
Figura 42	Control PID de presión de 15 PSI	59
Figura 43	Prueba de presión de 20 PSI	60
Figura 44	Control PID de presión de 20 PSI	60
Figura 45	Prueba de presión de 25 PSI	60
Figura 46	Control PID de presión de 25 PSI	61
Figura 47	Monitoreo del peso prueba 01	61
Figura 48	Monitoreo del peso prueba 02	61



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables	7
Tabla 2 Técnicas e instrumentos de recogida de información	44
Tabla 3 Recogida de datos	45
Tabla 4 Datos de escalamiento	52
Tabla 5 Tabla de Datos Analizados	62
Tabla 6 Comparación de parámetros obtenidos	65



RESUMEN

Se describe en esta tesis el desarrollo e implementación de un sistema didáctico para el control de presión mediante aire comprimido. Se centra en la enseñanza práctica de técnicas de control automático en entornos educativos. El objetivo del proyecto es proporcionar una plataforma que sea segura y funcional para que los estudiantes puedan experimentar con la teoría de control y observar en tiempo real cómo las variables afectan la dinámica del sistema.

Comprende el sistema por una válvula neumática tipo MYPE de 5/3 vías, sensores de presión con salida analógica, un tanque de aire presurizado y un PLC que controla el ciclo de control. El PLC mide continuamente la presión interna del tanque, la compara con un valor de referencia predeterminado y utiliza el algoritmo de control incorporado en su entorno de desarrollo para llevar a cabo una operación correctiva. Se activa una de las bobinas de la válvula para permitir la entrada o liberación de aire según el error detectado, manteniendo la presión estable dentro del rango previsto.

El comportamiento del sistema en reacción a los cambios de consigna y perturbaciones externas se evaluó durante la fase de prueba mediante la implementación de varias configuraciones de controladores. Al analizar parámetros como el tiempo de respuesta, el sobrepaso y el error en estado estacionario, se podrían determinar los valores ideales para los coeficientes proporcional, integral y derivativo.

Según los resultados, el sistema es capaz de mantener constante la presión del tanque y reacciona adecuadamente a los cambios en la carga o en el punto de referencia. Además, debido a que permite una representación tangible



de conceptos básicos en automatización industrial y control de procesos, este tipo de plataforma se considera una buena herramienta educativa.

Palabras claves: Sistema de control, Presión neumática, Tanques de aire comprimido.



ABSTRACT

This thesis describes the development and implementation of a didactic system for pressure control using compressed air. It focuses on the practical teaching of automatic control techniques in educational settings. The goal of the project is to provide a safe and functional platform for students to experiment with control theory and observe in real time how variables affect the system's dynamics.

The system consists of a 5/3-way MYPE-type pneumatic valve, pressure sensors with analog output, a pressurized air tank, and a PLC that manages the control cycle. The PLC continuously measures the internal pressure of the tank, compares it with a predetermined setpoint, and uses the built-in control algorithm in its development environment to perform corrective actions. One of the valve's coils is activated to allow air intake or release depending on the detected error, maintaining the pressure within the intended range.

The system's behavior in response to setpoint changes and external disturbances was evaluated during the testing phase by implementing various controller configurations. By analyzing parameters such as response time, overshoot, and steady-state error, the ideal values for the proportional, integral, and derivative coefficients could be determined.

According to the results, the system is capable of maintaining constant tank pressure and responds appropriately to changes in load or setpoint. Furthermore, as it provides a tangible representation of basic concepts in industrial automation and process control, this type of platform is considered a valuable educational tool.

Keywords: Control system, Pneumatic pressure, Compressed air tanks.



INTRODUCCIÓN

Una fuente de energía común en la industria es el aire comprimido, particularmente en los sistemas de automatización que requieren un control exacto sobre factores como la presión. Se requiere implementar sistemas de controles automáticos que mantengan la presión entre los rangos de operaciones designados para garantizar la eficiencia y la estabilidad en estos procesos.

Una de las técnicas más populares para esto es que se realice el control que permita la corrección dinámica de las variaciones de presión entre los valores previstos y los reales. Pero su implementación adecuada y ajuste requieren conocimientos técnicos que, en muchas situaciones, los estudiantes no pueden comprender completamente sin acceso a plataformas del mundo real.

Esta tesis crea un sistema educativo para gestionar la presión de los tanques de aire comprimido utilizando una válvula neumática tipo MYPE de 5/3 vías y un PLC con el fin de mejorar el aprendizaje en este campo. La presión es monitoreada en tiempo real por el sistema, el procesamiento mediante un algoritmo de control y la actuación de la válvula para aumentar, mantener o reducir la presión.

Este proyecto proporciona una solución útil para el control de presión, así como una herramienta educativa que permite a los estudiantes interactuar con un sistema de automatización real y obtener una comprensión práctica del control.



CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1. 1 Descripción del problema

En la industria que involucran procesos automatizados, equipos precisos y actuadores neumáticos, siempre se requiere la gestión de la presión en los sistemas de aire comprimido. Para evitar problemas operativos, pérdidas de energía o desgaste prematuro del equipo, esta presión debe permanecer estable. Por lo tanto, es necesario utilizar controladores PID y otros métodos de control automático para garantizar un funcionamiento seguro y efectivo.

Sin embargo, los estudiantes que siguen carreras técnicas y de ingeniería con frecuencia se enfrentan a obstáculos al poner estas ideas en práctica en el campo de la formación educativa y la técnica. Es un desafío comprender cómo interactúan los sensores, actuadores, controladores y procesos que conforman un control en lazo cerrado cuando hay una escasez de herramientas de enseñanza útiles que reproduzcan condiciones operativas reales. El desarrollo de habilidades en el control de procesos se ve obstaculizado por esta desconexión entre la teoría y la práctica y la automatización industrial.



Además, muchos laboratorios evitan la experimentación directa con factores físicos como la presión neumática utilizando sistemas genéricos o modelos de software. Debido a esto, los estudiantes no pueden observar fenómenos reales como la latencia de respuesta, el sobreimpulso o el comportamiento en presencia de interrupciones.

Para implementar un controlador PID real, observar su comportamiento en tiempo real y permitir un aprendizaje práctico de conceptos importantes en la automatización industrial, se hace necesario diseñar un sistema educativo funcional que permita controlar la presión en un tanque de aire comprimido utilizando un PLC y una válvula neumática 5/3.

1. 2 Formulación del problema

El control de presión en los sistemas de aire comprimido es un componente crucial de la automatización industrial, especialmente en operaciones donde la precisión, la estabilidad y la seguridad operativa son esenciales. El proceso de enseñar y aprender se ve obstaculizado por la escasez de herramientas educativas que permitan probar este tipo de sistema en entornos auténticos, a pesar de su importancia.

Sin una plataforma tangible donde puedan observar los algoritmos en acción y modificar prácticamente sus parámetros, los estudiantes de ingeniería y técnicos suelen tener dificultades para comprender y aplicar algoritmos de control como el PID. El desarrollo de habilidades técnicas relacionadas con el control de procesos se ve limitado debido a esta situación, lo que genera una brecha entre la teoría enseñada en clase y su implementación práctica.

En vista de esto, se debe proponer un método que permita a los laboratorios educativos controlar la presión de un tanque de aire comprimido de



manera didáctica, fácilmente accesible y reproducible. Para monitorear, cambiar y gestionar automáticamente la presión mediante un algoritmo PID, este sistema necesita incorporar sensores, actuadores y un controlador lógico programable (PLC).

Por lo tanto, el problema que este estudio pretende solucionar la falta de una plataforma de aprendizaje útil que ayude a los estudiantes utilizar un PLC y una válvula neumática de 5/3 vías del tipo MYPE para implementar y observar en tiempo real el comportamiento de un sistema de control de presión, promoviendo así la comprensión práctica de los principios del control automático.

1. 3 Planteamiento del problema

1. 3. 1 Problema general

¿Como implementar un sistema de control de presión didáctico en tanques de aire comprimido?

1. 3. 2 Problemas específicos

¿Como seleccionar los sensores y actuadores requeridos para el sistema de control de presión didáctico en tanques de aire comprimido?

¿De qué manera se implementa un algoritmo de control para regular la presión dentro del tanque de acuerdo con un valor de consigna definido?

¿Como desarrollar el monitoreo en tiempo real del sistema de control de presión didáctico en tanques de aire comprimido?

1. 4 Justificación

Un componente vital de muchas operaciones industriales que requieren precisión y estabilidad es el control de presión en sistemas neumáticos. A pesar de su importancia, los recursos didácticos que permiten la implementación real de conceptos de control automatizado—particularmente el control PID—son escasos en el sector educativo.



Debido a esta circunstancia, a los estudiantes les resulta difícil comprender cómo los sensores, los controladores y los actuadores trabajan juntos en un sistema real. Por lo tanto, tiene sentido crear un sistema educativo que utilice un PLC y una válvula neumática de tipo MYPE 5-3/-vías para controlar la presión de un tanque de aire comprimido.

Esta tecnología permitirá observar cómo se comporta un lazo de control PID en tiempo real, lo que ayudará en el aprendizaje práctico y mejorará las habilidades en automatización industrial. Su diseño también puede escalarse para aplicaciones prácticas en la industria y duplicarse o modificarse para su uso en diferentes entornos educativos.

1. 5 Objetivos de la investigación

1. 5. 1 *Objetivo general*

Implementar un sistema de control de presión didáctico en tanques de aire comprimido.

1. 5. 2 *Objetivos específicos*

OE1. Seleccionar los sensores y actuadores requeridos para el sistema de control de presión didáctico en tanques de aire comprimido.

OE2. Implementar un algoritmo de control para regular la presión dentro del tanque de acuerdo con un valor de consigna definido.

OE3. Desarrollar el monitoreo en tiempo real del sistema de control de presión didáctico en tanques de aire comprimido.

1. 6 Importancia

Tanto en los ámbitos técnico como educativo, es notable la creación de un sistema didáctico para el control de presión en tanques de aire comprimido. Es crucial porque permite a los estudiantes comprender cómo funciona un lazo de



control automático que integra sensores, actuadores y un (PLC) en un entorno real.

Este tipo de experiencia práctica fomenta el desarrollo de habilidades críticas en automatización industrial, como la modificación de parámetros PID, la programación de controladores y el análisis del comportamiento dinámico de un sistema físico. A diferencia de las simulaciones teóricas, esta investigación muestra cómo variables reales, como la presión, reaccionan ante diversas situaciones operativas y proporciona contacto directo con ellas.

Una válvula neumática de 5/3 vías del tipo MYPE y un PLC son dos componentes fácilmente accesibles que permiten a otras instituciones educativas adoptar o modificar la idea para mejorar sus propios programas de formación técnica e ingeniería. Esto se suma al hecho de que el sistema es funcional y reproducible.

Técnicamente, el experimento también muestra cómo se puede utilizar un esquema de control básico para regular adecuadamente una variable vital, como la presión. Esto abre la posibilidad de usar el esquema en prototipos de automatización o en pequeñas operaciones industriales.

1. 7 Limitación de la investigación

Mientras se lleva a cabo esta investigación, se descubrió un número de restricciones que afectaron el alcance y la ejecución práctica del proyecto. Uno de los principales obstáculos fue la imposibilidad de obtener componentes industriales clave, incluidos válvulas proporcionales o sensores de alta precisión, lo que obligó al uso de herramientas más simples como sensores analógicos de rango estándar y una válvula neumática tipo MYPE 5/3. Aunque estos componentes fueron suficientes para alcanzar los objetivos de aprendizaje,



limitaron la capacidad del sistema para responder con precisión a cambios súbitos o exactos.

Otra limitación significativa fue el entorno de prueba. Debido al diseño educativo del sistema, las pruebas se realizaron en un laboratorio controlado sin simular con precisión todas las variables que podrían surgir en un entorno industrial real, como fluctuaciones de temperatura, variaciones en el suministro de aire comprimido o perturbaciones mecánicas externas.

Además, la limitada velocidad de muestreo y los recursos del controlador PLC para optimizar el algoritmo PID dificultaron la investigación de varias variables del sistema dinámico, como el tiempo muerto del proceso o las oscilaciones de alta frecuencia.

Por último, pero no menos importante, el alcance del proyecto se centró en crear un prototipo funcional en lugar de su producción industrial general o implementación, ya que se trata de un proyecto de investigación aplicada académica.

1. 8 Hipótesis de la investigación

1. 8. 1 Hipótesis general

La implementación de un sistema de control de presión usando un PLC, un sensor de presión y una válvula neumática 5/3 vías tipo MYPE, permitirá regular eficazmente la presión en un tanque de aire comprimido y funcionará como una herramienta didáctica útil para la enseñanza práctica del control automático.

1. 8. 2 Hipótesis específicas

HE1: La selección adecuada de sensores de presión analógicos y actuadores neumáticos, como la válvula 5/3 vías tipo MYPE, permitirá obtener

mediciones y acciones de control precisas y confiables, permitiendo que el sistema de control de presión educativa funcione como se espera.

HE2: La implementación de un algoritmo de control en el PLC permitirá mantener la presión dentro del tanque estable y cercana al valor de consigna establecido, compensando adecuadamente las variaciones y perturbaciones del sistema.

HE3: El desarrollo de un sistema que monitoree en tiempo real permitirá visualizar de manera continua y precisa la presión del tanque y las acciones de control del sistema, facilita la detección de fallas y el ajuste oportuno del algoritmo de control para mejorar el desempeño del sistema.

1. 9 Variables de investigación

Variable Independiente: Sistema de control de presión.

Variable dependiente: Presión en el tanque de aire comprimido.

1. 10 Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

TIPO DE					
VARIABLE	VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD
Variable Independiente	Sistema	de	Exactitud y	Precisión para mantener la	Psi, bar, Pa
	control	de	estabilidad del	presión objetivo	
	presión		control	Variación o fluctuación de	± psi, ± bar, ±
				presión	
			Capacidad	Rango de presión controlable	Psi, bar, Pa
			operativa del		
			sistema	Capacidad del	
				regulador/actuador	Psi, bar
				Sensibilidad del sensor de	mV/V, mA, V



			presión	
			Exactitud del transductor	% de error
	Automatización y	Sensibilidad del sensor de		mV/V, mA, V
	sensorización	presión		
			Presión actual dentro del	psi, bar, Pa
Variable	Presión en el	Nivel de presión	tanque	
Dependent	tanque de aire		Presión máxima alcanzada	psi, bar, Pa
e	comprimido.		Presión mínima registrada	psi, bar, Pa
			Fluctuaciones o variaciones	± psi, ± bar, ± Pa
		Estabilidad de la	de presión	
		presión	Incremento de presión por	psi/s, bar/s
		Tasa de cambio	unidad de tiempo	
		de presión	Pérdida de presión por	psi/min, bar/min
			fugas	

Nota: Elaboración propia



CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2. 1 Antecedentes de la investigación

2. 1. 1 Nivel internacional

(Ávila, 2021) A través del uso de un controlador lógico programable, en este proyecto se construye un circuito de control y potencia para automatizar la red de compresores de aire de una planta: i) Aumentar la producción de la planta reduciendo los gastos de electricidad; ii) evitar el tiempo de inactividad causado por fallas en los circuitos del sistema de distribución de aire comprimido; iii) crear el arranque automático del sistema de compresores; y, iv) decidir qué sensor es el mejor para el proyecto. Para lograr esto, se creó un servidor web, lo que permite que cualquier dispositivo con conectividad de red pueda conectarse, pudiera operar la automatización; Se incorporaron en el diseño del circuito un con componentes de automatización, así como relés térmicos y un sensor de presión. También Se logró una simulación más realista y precisa de la programación del sistema mediante el uso del software de programación PLC LOGO. En caso de un problema en la distribución de aire comprimido, el diseño se aseguró de que la presión del circuito se ajustara continuamente según las lecturas de los



sensores, previniendo fallos en la maquinaria. También logró reducir los tiempos de arranque individuales de los compresores y automatizar su operación para aumentar la productividad de los trabajadores. La construcción en acero inoxidable del sensor elegido y su capacidad para leer la presión manométrica lo convirtieron en la herramienta ideal para un sistema de aire comprimido. Según los cálculos realizados en este artículo, las necesidades de las máquinas fueron satisfechas por el aire comprimido suministrado por los compresores del circuito. Todo esto se dio como resultado de analizar las necesidades de la instalación y determinar si el sistema diseñado era factible.

(Villegas, 2015) Consiste en dar una propuesta de solución de ingeniería para el problema actual de una empresa alimentaria relacionado con la producción de aire comprimido y presión de vacío, que son necesarias para la operación correcta de la planta. Sobre la base de esta suposición, el objetivo general es crear un sistema eléctrico que se utilice para regular las variables involucradas en la producción de aire comprimido y presión de vacío. Se evalúan tres opciones potenciales para este objetivo, y se considera que la adopción de un sistema de control integral con monitoreo remoto es la mejor opción.

Para eliminar la necesidad de que el técnico esté físicamente presente en el sitio para monitorear el proceso y realizar el control manual, la solución consiste en instalar una variedad de sensores en el campo que transmiten sus mediciones a un PLC que controla varios elementos del proceso. El PLC luego muestra las mediciones y los estados de las variables detectadas mediante un dispositivo móvil, de forma remota.

El Capítulo 1 Un análisis de los datos cuantitativos, los departamentos involucrados y los requisitos que debe cumplir la solución elegida forman parte



del proceso de "identificación del problema", que también describe la empresa y el problema que enfrenta. Se comparan diversas soluciones, con énfasis en sus propuestas de valor, beneficios esperados y viabilidad.

El Capítulo 2 En la sección, se muestran los detalles de la solución seleccionada. "Desarrollo de la Solución". Esta ilustra la instalación, configuración y programación de sensores, PLC, dispositivos de adquisición de datos, teléfonos celulares y bases de datos mediante una variedad de diagramas de flujo y diagramas de bloques. También abarca la selección de cada componente y sus propiedades.

El Capítulo 3 Basado en las cotizaciones del equipo y la mano de obra necesarios para completar el proyecto, así como en los ahorros realizados, un "estudio de costos" examina y describe los gastos relacionados con la ejecución del proyecto.

(Rodríguez & Salazar, 2009) El objetivo de este proyecto es proporcionar un módulo de control de presión para el laboratorio de instrumentación, de manera que los estudiantes puedan practicar la medición, el seguimiento y la gestión de la presión del aire comprimido.

Mediante el actuador (válvula proporcional), el módulo permite el control de la presión del aire comprimido, mientras que un compresor se encarga del suministro de aire comprimido. Los canales de circulación del aire comprimido se proporcionan mediante conexiones externas con mangueras de conexión. Utilizando niveles de corriente normalizados entre 4 y 20 mA, se controla la apertura de la válvula proporcional comercial, o más específicamente, la posición del vástago.



Se usa un PLC, que se encarga de recopilar datos del sensor de presión, procesarlos y establezca los controles necesarios para ejecutar el control.

El módulo de expansión de entrada/salida analógica del PLC se utiliza para adquirir datos analógicos, incluyendo el sensor de presión (señal de voltaje normalizada de 0–10 VCC), el punto de consigna local (control en modo local, señal de voltaje variable de 0–10 VCC) y la señal de control normalizada de 4–20 mA de la válvula proporcional.

Es posible el control local o remoto, y debido a que el sistema es modular, es sencillo conectar y desconectar los diversos componentes, lo que permite a los estudiantes trabajar con los sensores, actuadores y controladores de manera conjunta o independiente.

2. 1. 2 A nivel nacional

(Díaz, 2023) En la fábrica de envasado de gas de Repsol en el distrito de Ventanilla-Callao, un nuevo sistema de control neumático para la máquina de pintura de cilindros de gas es la base de este proyecto de investigación. El propósito de esta investigación es mantener la máquina de pintura funcionando de manera continua, o sin interrupciones. Para ello, se explican el método, los cálculos y el software para simular el sistema de control neumático, Todo esto garantiza que una sola bola ingresará al proceso, que la pintura continuará sin interrupciones y que ningún componente neumático o sistema de control se atascará y fallará. Utilizando el manual PMBOOK como base, la técnica de estudio se centra principalmente en dos fases, que son: las fases de diseño e implementación, con el resultado del diseño e implementación siendo satisfactorio y previamente verificado con cada prueba de campo y utilizando software para simulación analógica.



(Espejo & Villena, 2020) La variable de presión está presente en muchos tipos diferentes de procesos en la mayoría de las empresas en forma independiente. Como resultado, es necesario regularla y controlarla se convierte en un componente del desarrollo continuo.

La variable de presión de una planta neumática se controla en esta tesis determinando los parámetros del controlador PID mediante la técnica de optimización por colonia de hormigas (ACO), que fue diseñada y puesta en funcionamiento en el Laboratorio de Hidráulica y Neumática de la Universidad Católica de Santa María. Se utilizó la herramienta ident de MATLAB para determinar la función de transferencia de la planta. Luego se desarrolló un controlador PID, con parámetros obtenidos de tres fuentes distintas: el algoritmo ACO, Sisotool de MATLAB y la herramienta PID Compact de TIA PORTAL. El código utilizado para determinar los ajustes del PID mediante el método ACO fue modificado para la planta implementada y se basa en varios estudios previos, El índice de desempeño ITAE se utiliza para evaluar su eficacia.

(Coronel, 2012) Este tema se está estudiando en la Planta Industrial Masprod SRL. Desde 1985, Masprod, una empresa industrial metal-mecánica, ha estado ofreciendo soluciones para para operaciones eficientes utilizando la ingeniería, fabricación, logística, puesta en marcha de sistemas y equipos en el sitio, y montaje.

Siguiendo estrictamente los requisitos de la Sección VIII de la División del Código ASME, este trabajo se centra en este equipo y describe todo el proceso de producción, enfatizando los pasos importantes desde la obtención de materias primas hasta el envío del producto terminado, incluidos los procedimientos de conformado, ensamblaje, soldadura, pintura y otros procesos, 1. Un elemento de



control de calidad que garantiza el cumplimiento de las especificaciones de diseño es la prueba no destructiva. La información presentada aquí debe compararse con las ediciones más recientes de las normas actualizadas. Para reflejar la información más reciente disponible, estos códigos se actualizan y modifican constantemente.

2. 2 Bases teóricas

2. 2. 1 Neumática

(Creus, 2007) En herramientas, válvulas de control y posicionadores, martillos neumáticos, pistolas de pintura, sistemas de envasado, elevadores, herramientas de impacto, prensas neumáticas, robots industriales, vibradores, frenos neumáticos y más, los sistemas de aire comprimido permiten un movimiento controlado mediante el uso de cilindros y motores neumáticos.

Las piezas económicas, la simplicidad del diseño y la implementación, y la fuerza limitada o el bajo par que los neumáticos pueden generar a las bajas presiones de funcionamiento (generalmente 6 bar) son los beneficios de emplearlos. Esto contribuye al elemento de seguridad. Transmisión de energía a larga distancia, facilidad de conversión tanto a movimiento rotacional como lineal, bajo riesgo de explosión y simplicidad en la construcción y el mantenimiento, y la operación rentable en las aplicaciones son características adicionales ventajosas.

Algunas de las desventajas son el alto precio de la energía neumática, la incapacidad de mantener velocidades constantes porque el aire es compresible y puede escapar, lo que podría afectar el rendimiento.

2. 3 Aire comprimido

El aire que ha sido comprimido mecánicamente y almacenado a una presión específica en un reservorio se conoce como aire comprimido. El aire



puede ser contenido en recipientes relativamente pequeños y es fácilmente comprimible, a diferencia de los líquidos, que son casi incomprensibles. La presión aumenta a medida que el aire se comprime; cuanto más fuerte es el recipiente, mayor es la presión.

Entre los beneficios del aire comprimido se encuentran su generación de energía sin restricciones, su fácil transporte y la ausencia de requisitos de recuperación debido a su materia prima gratuita. Además, no interfiere ni daña el medio ambiente, puede utilizarse en condiciones extremadamente explosivas o inflamables, y es conveniente para almacenar en tanques o contenedores. Los costos asociados con el aire comprimido son bajos y fácilmente accesibles. (Moreno, 2011).

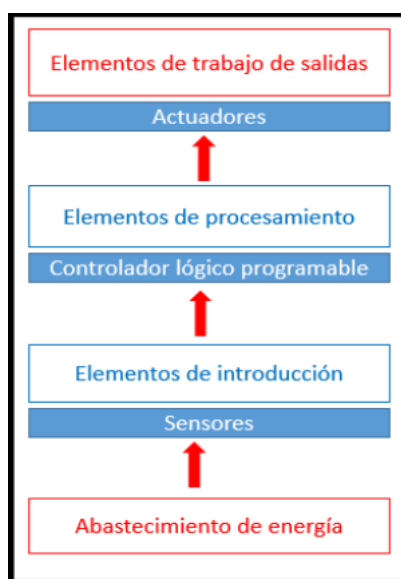
A pesar de la importancia de todos estos beneficios, debemos recordar que toda tecnología tiene aspectos negativos, siendo los más significativos:

- Existen pérdidas de energía significativas en los procesos en circuitos largos o extensos.
- Las presiones bajo las que operan impiden la aplicación de fuerzas fuertes.

Debido a los altos niveles de ruido causados por la liberación de aire en la atmósfera, los procedimientos operativos deben incorporar precauciones de seguridad. (Vega, 2010).

2. 3. 1 La composición de un sistema neumático

Varios conjuntos diferentes de componentes conforman los sistemas neumáticos. Las señales de control se transmiten desde el lado emisor de la señal (entrada) al lado que ejecuta el trabajo (salida) a través de estos conjuntos de elementos. (Moreno, 2011)

Figura 1*Sistema de flujo de señales**Nota.* Obtenido de Moreno (2011)

2. 3. 2 Compresor

Como se mencionó anteriormente, estos son los elementos clave en toda la cadena de producción de aire comprimido. Aunque algunas unidades generadoras portátiles pequeñas o medianas se transportan al lugar de consumo, los generadores industriales generalmente se ubican en una sala adecuadamente acondicionada. Dado que las instalaciones fijas son las más comunes en las fábricas, son el caso de principal interés aquí. Ambos suelen ser impulsados por motores eléctricos, aunque los motores de combustión interna, especialmente los portátiles, también pueden alimentarlos. Históricamente, los compresores siempre se han colocado en espacios designados, en la zona más remota de la fábrica o en edificios pequeños alejados pero adyacentes. La elección se hizo por dos razones principales: primero, el ruido molesto producido por los compresores de pistón; segundo, el aire supuestamente más limpio fuera del sitio industrial que el aire en el interior. Además, su ubicación proporciona una mejor refrigeración mediante ventilación natural.

Hay más flexibilidad de instalación debido al creciente uso de compresores silenciosos y avanzados. Además, la propia unidad del compresor cuenta con enfriadores para el circuito de aceite de enfriamiento de la cámara de compresión y el circuito de aire comprimido, eliminando el ruido. (Serrano, 2009)

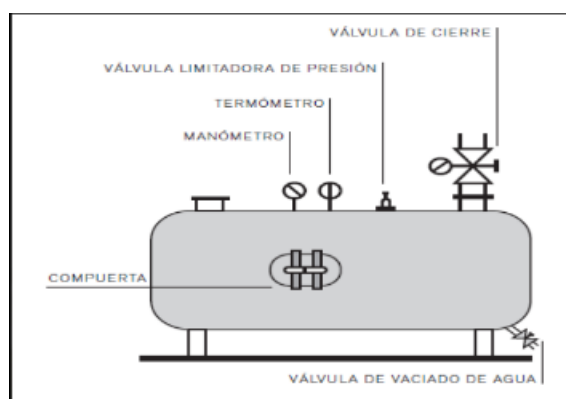
2. 3. 3 Almacenaje de aire comprimido

La función del tanque o acumulador es estabilizar el suministro de aire comprimido. Modifica las fluctuaciones de presión en el sistema de tuberías a medida que se utiliza el aire comprimido.

El aire también podría entrar debido a la gran superficie del acumulador. Debido a esto, una parte de la humedad del aire se descarga directamente como agua en el tanque de acumulación. (Moreno, 2011).

Figura 2

Principales partes que componen depósito de aire comprimido



Nota. Buenache (2010)

2. 3. 4 Tratamiento final del aire

A través de los acoplamientos rápidos, viaja desde la entrada del compresor hasta la salida final. La entrada del compresor lo ha filtrado, ha segregado el aceite que incluía residuos de lubricante y ha utilizado enfriadores o intercambiadores de calor para reducir la temperatura. Además, durante varias



fases, el compresor ha aspirado y separado el agua que es un componente del aire atmosférico. Ahora se puede obtener aire de distintos grados de pureza en las entradas de presión gracias a un proceso prolongado.

Además, durante varias fases, el compresor ha aspirado y separado el agua que es un componente del aire atmosférico. Ahora se puede obtener aire de distintos grados de pureza en las entradas de presión gracias a un proceso prolongado. Con una pequeña cantidad de lubricante para facilitar los movimientos internos de las correderas de válvula, los pistones y las bielas del cilindro, el aire ideal en esta situación estaría totalmente libre de agua y contaminantes.

El aire contiene algunos contaminantes menores que no han sido filtrados en la fuente, por lo que esto no es totalmente factible en una instalación típica como la que se discute en este capítulo: Fragmentos de metal que se liberaron durante el ensamblaje de las válvulas de cierre y los accesorios de unión, residuos de oxidación interna de las tuberías y trazas de aceite lubricante que no se eliminaron por completo durante el procedimiento de decantación cerca del compresor. El agua permanece presente a lo largo de múltiples decantaciones, aunque en cantidades menores.

Para que el aire sea apto para el consumo humano, debe aplicarse un tratamiento final. En su entrada hay pequeñas unidades específicamente destinadas a esta función, que ya forman parte de la máquina neumática.

Conocidos como unidades de mantenimiento, estos equipos filtran el aire, eliminan la humedad, controlan la presión y lubrican el aire con aceite limpio que ha sido finamente distribuido a lo largo del gas.

Se muestra en la figura una representación esquemática de una de estas unidades, donde diferentes componentes están unidos en un solo ensamblaje para formar un bloque homogéneo. (Serrano, 2009)

Figura 3

Unidad de mantenimiento



Nota. (Cortesía de JOUCOMATIC. España.)

2. 4 Control de la planta

Será importante determinar los componentes principales que se utilizarán con el propósito de controlar la planta neumática que se implementará.

2. 4. 1 Válvulas de control

Ya hemos discutido algunos componentes neumáticos que ayudan a proporcionar y controlar la presión que suministrara a nuestro sistema. Además, es obligatorio reconocer y categorizar componentes neumáticos complementarios específicos, Sin embargo, serán cruciales para el sistema que se discutirá más adelante porque son los componentes encargados de regular el flujo y la presión del fluido.

Se pueden encontrar una variedad de tipos de actuadores en las válvulas, dependiendo de su diseño y uso previsto, como se muestra a continuación. (Serrano Nicolás, 2009).

2. 4. 2 Válvulas de accionamiento manual

Son aquellos cuya operación depende de que el operador realice una acción deliberada.

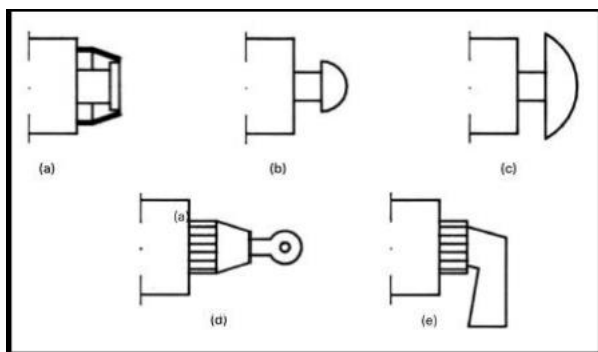
Siempre habrá una válvula operada por humanos en cualquier sistema neumático, sin importar cuán automatizado esté. Esta válvula tendrá diferentes funciones dependiendo del uso previsto del sistema. (Serrano Nicolás, 2009).

Se muestran varios tipos de actuadores manuales en la imagen:

- a) botón empotrado está protegido.
- b) Pulsador tipo seta,
- c) Pulsador tipo seta de mayores dimensiones,
- d) Válvula selectora de llave
- e) Selector de Maneta de 2 o 3 posiciones fijas.

Figura 4

Diferentes Tipos de transmisión Manual



Nota. Serrano Nicolás (2009)

2. 4. 3 Válvulas de accionamiento eléctrico

Este tipo de control convierte la señal eléctrica en una señal neumática que abre o cierra las múltiples ramas de la válvula.

Pueden ser del tipo de actuación directa o indirecta, o ser accionados por servomecanismos. Esta tesis se implementará utilizando una válvula proporcional FESTO 5/3, que se opera eléctricamente mediante un rango de voltaje de 0 a 10 voltios.

2. 4. 4 Válvula proporcional de caudal

Esto cambia la posición de un deslizador en particular en respuesta a una señal eléctrica analógica de entrada. Esta ubicación corresponde a la apertura de un área de paso de aire específica a través de las rutas de salida. (FESTO, 2022)

El émbolo de la válvula bloquea el paso hacia las salidas al estar en una posición intermedia cuando se aplica un voltaje de entrada de 5V. La fuga natural hacia los puertos de escape, que es una característica del diseño de la válvula, resulta en un flujo de aire muy reducido en esta configuración. Al aplicar tensiones de entrada de 10V y 0V, el embolo de la válvula se desplaza a sus posiciones extremas, permitiendo un flujo máximo desde los puertos 1 a 2 en un extremo o desde los puertos 1 a 4 en el otro extremo. De todos modos, los puertos de escape, los puertos 1 a 5 y los puertos 1 a 3, presentan pequeñas fugas. (FESTO, 2022)

Figura 5

Válvula MPYE-5-1/8LF-010-B



Nota. Serrano Nicolás (2009)

Válvula Proporcional FESTO de 5/3 vías accionada eléctricamente

La posición del carrete de la válvula está directamente afectada por un solenoide, que el dispositivo es electromecánico y convierte señales eléctricas en una posición determinada.

Se pueden obtener respuestas efectivas tanto en entornos estáticos como dinámicos gracias a la electrónica que regula la posición del deslizador proporcionando retroalimentación en el control de posición. La baja histéresis, de menos del 0,3%, es el resultado de esto, 5 ms de tiempo de reacción reducido y 100 Hz de frecuencia máxima. Debido a su excepcional idoneidad como último elemento de control, esta válvula puede usarse como controlador de posición para un cilindro neumático. (Festo, 2022)

2. 4. 5 Válvula proporcional reguladora de presión

La electrónica moderna ha hecho posible controlar con precisión del flujo neumático que se suministra a los diferentes actuadores. Esto se logra utilizando válvulas proporcionales, que son componentes que apenas han sido introducidos en la industria de la neumática.

La curva de señal de presión se puede ajustar gracias a estos componentes, que también permiten una gestión precisa de las presiones neumáticas basada en un valor predeterminado por una señal de voltaje eléctrico. (Serrano Nicolás, 2009).

Figura 6

Curva Presión de Salida vs Señal de mando

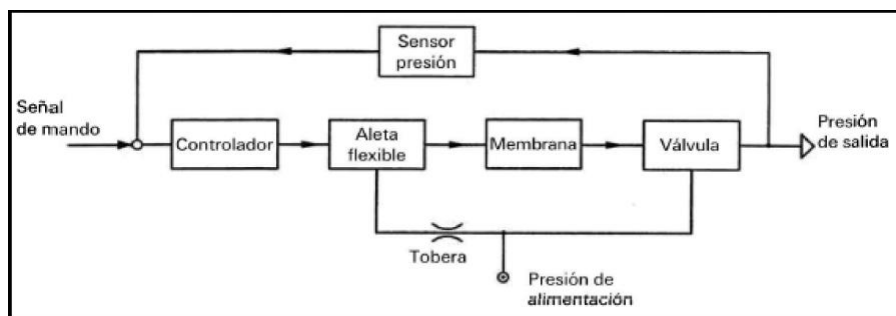


Nota. Serrano Nicolás (2009)

La acción de control de la válvula y los componentes clave que contribuyen a ella se muestran en un diagrama representativo en la Figura 7.

Figura 7

Diagrama de operación de válvula Proporcional

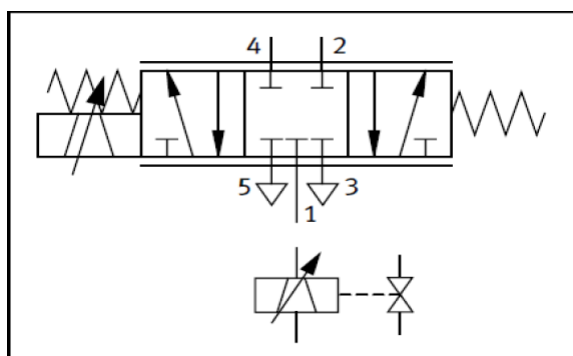


Nota. Serrano Nicolás (2009)

La Figura 7 muestra el diagrama de la válvula proporcional FESTO 5/3 vías. La válvula tendrá un retorno por resorte en un lado y será pilotada eléctricamente en el otro, como se puede observar. Sus salidas están en 2 y 4, y su única entrada de aire está en 1. La salida 2 de la válvula estará bloqueada debido al diseño de la planta, ya que la implementación en la planta solo utiliza la salida 4.

Figura 8

Ilustración de una válvula proporcional 5/3 tanto en forma neumática como eléctrica.

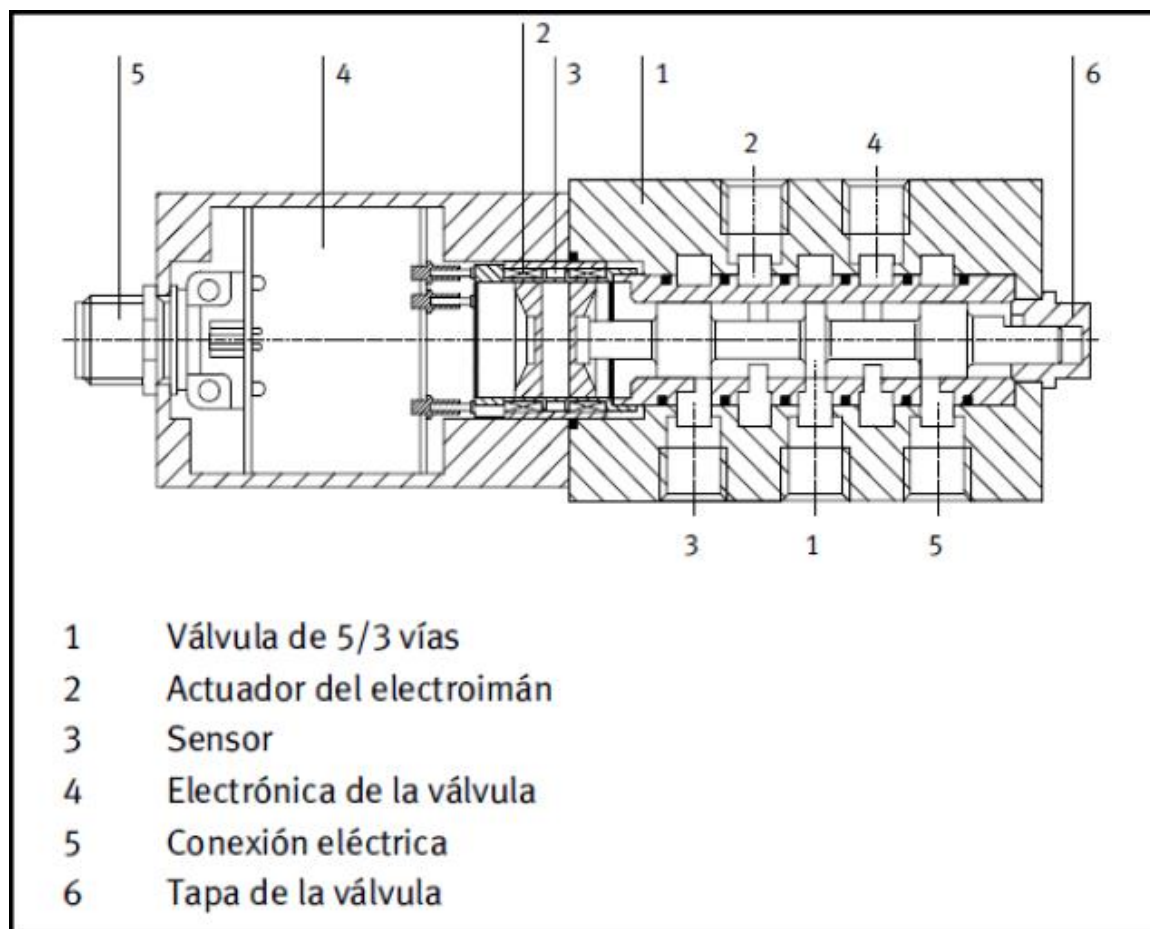


Nota. FESTO (2002)

De manera similar, la Figura 10 enumera los componentes internos de la válvula e ilustra su estructura interna.

Figura 9

Construcción interna de válvula proporcional 5/3 vías



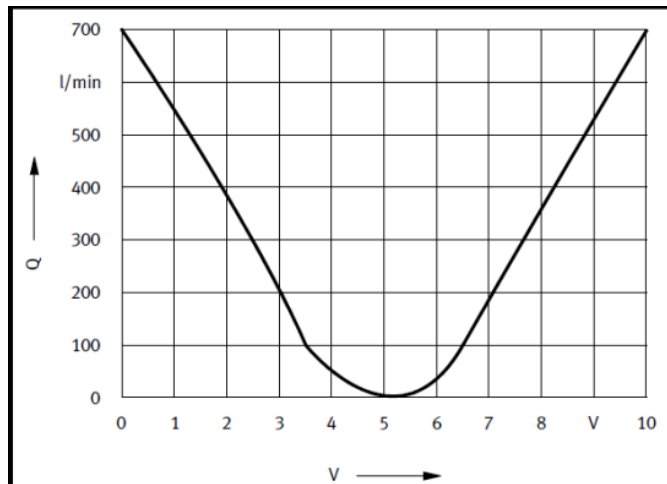
Nota. FESTO (2002)

La posición del carrete se mide mediante un sensor de posición del carrete interno en la válvula, y su posición está controlada por electrónica interna. (FESTO, 2002).

De manera similar, se puede reconocer la curva de funcionamiento de la Figura 10 en función del voltaje proporcionado. Dado que habrá una zona muerta entre 0 y 5 voltios, podemos inferir a partir de la curva que, al utilizar la salida única de la válvula, solo funcionaremos dentro de un rango de voltaje de aproximadamente 5 a 10 voltios.

Figura 10

Curva de operación de la válvula proporcional 5/3 vías

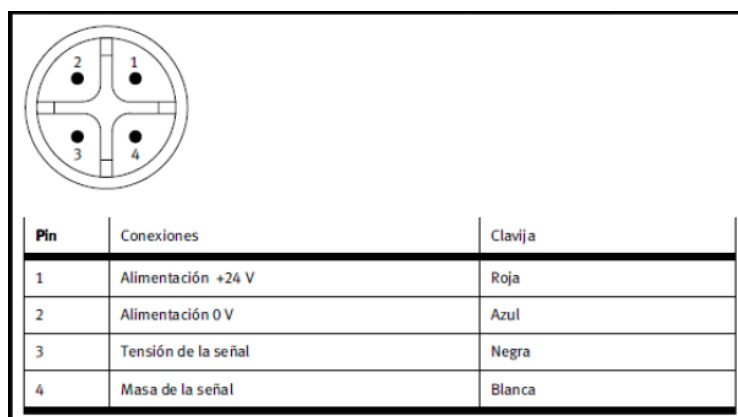


Nota. FESTO (2002)

La Figura 11 utiliza un código de colores para indicar cuál conexión de la válvula proporcional es correcta. Tenga en cuenta que utilizaremos voltaje para estimular la válvula, por lo tanto, la entrada de corriente (negra) no será necesaria.

Figura 11

Especificaciones de la conexión eléctrica de la válvula proporcional de 5/3 vías



Nota. FESTO (2002)

2. 4. 6 Componentes de medición y detección de presión neumática

– Presión

Una definición de presión es una fuerza por unidad de superficie o área.

$$Presión = \frac{Fuerza}{Superficie}$$

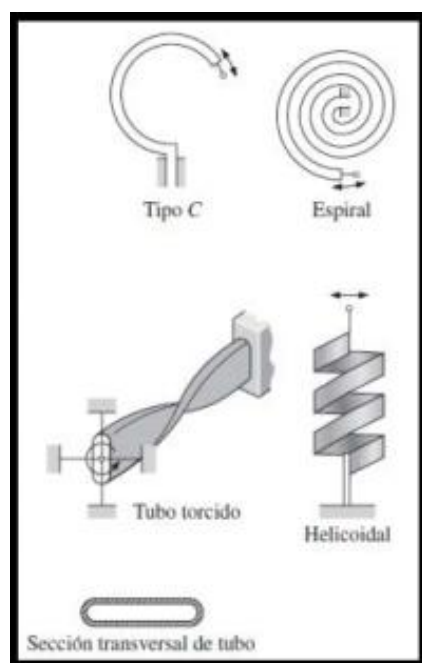
Para encontrar el equilibrio con la presión aplicada por una fuerza conocida, normalmente se mide de manera comparable (a partir de una columna de líquido, un resorte, un pistón con peso, o cualquier otro dispositivo que pueda sufrir una deformación cualitativa cuando se aplica presión).

– Manómetro

Según Cengel (2009), Podemos determinar la presión neumática del sistema mediante el uso de un manómetro, un dispositivo de medición de presión y una técnica de deformación elástica (tubo Bourdon). Esto se debe a que ciertos materiales se doblan como se muestra en la figura, cuando se les aplica presión

Figura 12

Tipos de tubos de Bourdon para la medición de presión



Nota. FESTO (2017)

Figura 13

Manómetro FESTO y su esquema neumático



Nota. FESTO (2017)

2. 4. 7 Sensor de Presión

Es la parte encargada de suministrar eléctricamente el valor de la variable de presión física. Se combina un elemento eléctrico que transforma la presión en una señal y un elemento que cambia la resistencia con la presión para crear un transductor de presión eléctrico, que cumple esta función. (Tecsup, 2018).

Es una práctica común, particularmente en el control de procesos, medir la presión en líquidos o gases. Para medir la presión, que es una fuerza por unidad de área, su efecto sobre el elemento elástico (según lo determinado por la deflexión) debe compararse con otras fuerzas conocidas. (Pallas, 2017, pág. 32)

2. 4. 8 Telemedida por corriente: bucle 0~20 mA

Al convertir la cantidad expresada en corriente continua equivalente, la telemetría contemporánea mide la caída de voltaje a través de una resistencia específica en el extremo receptor después de que la corriente se entrega a través de la línea. Los valores de corriente comunes son 0-5 mA, 0-20 mA y 4-20 mA.

Para evitar que el enlace emita corrientes que causen interferencias, se utilizan cables trenzados.

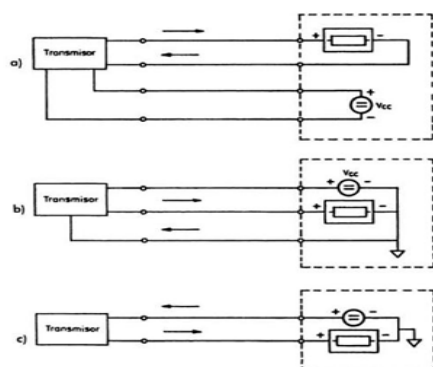
Debido a la baja resistencia del circuito (impedancia de entrada), hay menos ruido capacitivo. Las caídas de tensión en los cables de conexión o los termopares parásitos no tienen efecto sobre él siempre que la fuente pueda determinar el valor de corriente necesario en el circuito. Esto permite el uso de un hilo más delgado, lo que resulta más rentable. El hecho de que un solo receptor pueda escanear con precisión varios canales a diferentes longitudes de cable es un beneficio adicional.

Normalmente, la corriente está entre 4 y 20 mA. Un gran número de transductores ajustables se adhieren a este estándar, que se estableció en 1975. Un beneficio de utilizar 4 mA como valor cero es que puede diferenciarse de un circuito abierto de 0 mA. Con una impedancia de entrada de 250 ohmios, el receptor puede recibir voltajes entre 1 y 5 V.

La capacidad de comunicarse con un transmisor que flota utilizando solo dos cables la fuente de alimentación y el puerto seriales otro beneficio significativo de la telemetría contemporánea.

Figura 14

Telemida por corriente empleando: a: cuatro hilos; b: tres hilos; c: dos hilos.



Nota. (Pallas, 2017)

2. 4. 9 Sensor de presión OsiSense XM

El transmisor de presión OsiSense XM es el Schneider Electric/Telemecanique XMLP400BD71F. Este transmisor de Se produce una señal eléctrica por la presión en proporción a la presión que se aplica. Todo tipo de aplicaciones industriales que requieren monitoreo, control o regulación de presión/vacío pueden beneficiarse de su excelente precisión. Debido a su durabilidad extrema, puede utilizarse en aplicaciones donde se requiere una operación rápida. El tipo de conexión de fluido es G 1/4A (macho) conforme a la norma DIN 3852-E, y tiene una presión de ruptura de 2400 bar, una presión máxima accidental permitida de 1200 bar y un rango de ajuste de presión de 0 a 400 bar. El transmisor ha superado la prueba de inmunidad a descargas electrostáticas EN/IEC 61000-4-2 (nivel de prueba 4 kV al contacto, 8 kV al aire). Los materiales que entran en contacto con el fluido son fluorocarbono FPM y acero inoxidable AISI 316L. (Farnell, 2025)

Figura 15

Sensor de presión. OsiSense XMLK



Nota. <https://discover.kyklo.co/es/products/XMLK016B2D71>

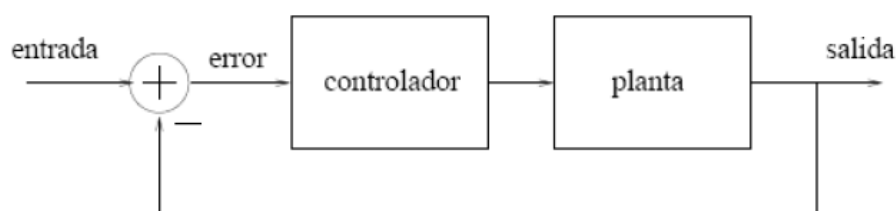
2. 5 Sistemas de control automático

Basado en el principio de retroalimentación, los sistemas de control automático tienen una unidad de medición principal que determina el valor de una variable. El punto de consigna es el valor deseado que se ha establecido previamente y se compara con este valor dentro de un controlador.

Un sistema típico con re-alimentación se muestra en la figura 16.

Figura 16

Sistema de control en lazo cerrado



Nota. (Pallas, 2017)

Para garantizar que el proceso alcance el valor deseado, el controlador señala el elemento de control final siempre que haya una discrepancia entre el valor de la variable de proceso (error) y el punto de consigna.

2. 5. 1 Controlador

El controlador decide qué producir utilizando la señal de error como entrada debe enviarse al actuador para mejorar la funcionalidad del sistema. Es un componente del sistema de lazo cerrado, La acción de control es el término general utilizado para explicar cómo se relacionan entre sí las entradas y salidas del controlador. Defina el valor deseado para la variable controlada estableciendo el punto de consigna del controlador.

– Proceso

Un componente del sistema de lazo cerrado, el controlador utiliza la señal de error como entrada para decidir qué salida debe enviarse al actuador para



mejorar la funcionalidad del sistema. La acción de control es el término general utilizado para explicar cómo se relacionan entre sí las entradas y salidas del controlador. Establecer el punto de consigna del controlador define el valor deseado para la variable controlada.

– **Carga de proceso**

Para mantener el equilibrio, el proceso requiere una cantidad total de agentes de control en cualquier momento determinado. La posición del elemento de control final está directamente correlacionada con la carga del proceso. El último elemento de control se mueve para mantener el valor deseado de la variable controlada en el punto de consigna cada vez que cambia la carga del proceso.

Consideraciones importantes al usar controladores automáticos son el tamaño y el alcance de las variaciones de carga.

2. 5. 2 Tipos de controladores

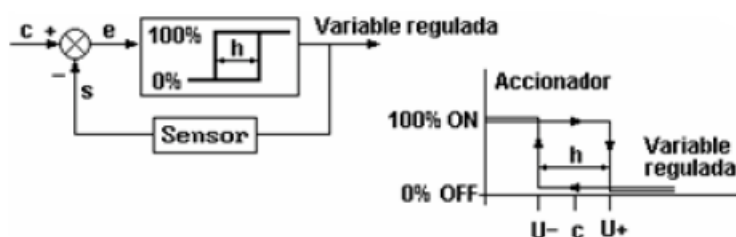
a) Controlador ON/ OFF

Mientras el proceso evolucione lentamente, es la regulación más sencilla y rentable, y se utiliza en situaciones donde se acepta una oscilación constante entre dos límites.

Esta característica fundamental, que también proporciona la máxima velocidad de respuesta, está incorporada en muchos reguladores. Cuando el error es considerable, este tipo de control se emplea ocasionalmente, cambiando automáticamente cuando la inexactitud se acerca a cero, hacia un tipo diferente de regulación.

Figura 17

Esquema del bloque de control encendido/apagado con histéresis



Nota. (Pallas, 2017)

La reacción de este control es del tipo encendido-apagado, lo que significa que solo se apaga cuando la variable regulada está por encima del punto de ajuste "c" y se enciende cuando ha caído por debajo de él. Esto crea una zona de fluctuación donde el actuador mantiene su estado.

b) Control proporcional

La salida y la entrada en el control proporcional son exactamente proporcionales, como se muestra en la fórmula: $Salida = K_p e(t)$, donde K_p se conoce como la ganancia proporcional. K_p es la función de transferencia directa de un control proporcional. Un elemento de ganancia constante es todo lo que es el control proporcional; un error significativo hará que el controlador produzca una salida grande, y viceversa.

Normalmente, la ganancia constante fluctúa dentro de la banda proporcional, que es un rango de errores. Para trasladar el extremo inferior de la banda proporcional al extremo superior de la salida del controlador, se deben seguir los siguientes pasos: La ganancia del controlador puede expresarse como un porcentaje del total potencial de salida del controlador. $100\% / \text{banda proporcional} = K_p$

Es fácil usar el controlador proporcional; básicamente, todo lo que se necesita es un amplificador operacional u otro tipo de amplificador.

Control integral

La salida del controlador cuando se utiliza control integral es proporcional a la integral de la señal de error:

$$\text{Salida} = k_i \int_0^t e(t) dt$$

La relación proporciona la función de transferencia para este controlador.

$$G_c = \frac{K_i}{s}$$

En este caso, K_i representa la ganancia integral. La salida del controlador aumenta gradualmente cuando el error se mantiene constante, incrementando el área bajo la curva.

En este caso, K_i representa la ganancia integral. La salida del controlador aumenta gradualmente cuando el error se mantiene constante, incrementando el área bajo la curva.

c) Control derivativo

La salida de un controlador derivativo es proporcional a la tasa de cambio del error cuando se utiliza, lo que significa:

$$\text{Salida} = K_d \frac{d}{dt} e(t)$$

Cuál sería la función de transferencia:

$$G_c(s) = K_d s$$

- Una señal de corrección muy grande es producida por el controlador porque la ganancia derivativa, K_d , es proporcional a la tasa de cambio más que a su magnitud cuando el error está cambiando, como en un rampa. En contraste, cuando el error es constante, no se toma ninguna acción de control. Dado que un control meramente derivativo no puede ponerse en práctica, debe tomarse otra acción de control además de él.
- Control proporcional integral (PI)

Al combinar acciones de control proporcional e integral, se puede corregir la pérdida de estabilidad relativa causada por un controlador integral. Al usar control PI, la salida es proporcionada por:

$$Salida = K_p e(t) + k_i \int_0^t e(t) dt$$

La siguiente es la función de transferencia de este controlador:

$$G(s) = K_p + \frac{K_i}{s} = \frac{sK_p + K_i}{s} = \frac{K_p(s + T_i)}{s}$$

Donde $T_i = \frac{K_i}{K_p}$ y se denomina constante de tiempo integral.

La ubicación de los polos en lazo cerrado se ve directamente afectada por la ganancia K_p , y este controlador agrega un cero al sistema basado en la ganancia integral.

d) Control proporcional derivativo (PD)

Combinado con el control proporcional, el control derivativo tiene la siguiente función de transferencia.

$$G_c(s) = K_p + K_d s = K_d \left(\frac{1}{T_d} + s \right)$$

Donde $T_d = \frac{K_d}{K_p}$ El término "constante de tiempo derivativa" lo describe.

e) Control proporcional integral derivativo (PID)

Cuando se añade control proporcional, la función de transferencia del control derivativo se ve así.

$$Salida = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(t) dt + K_d \frac{d}{dt} e(t)$$

Cuya función de transferencia es:

$$G_c = K_p + \frac{K_i}{s} + K_d s = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right)$$
$$G_c = \frac{K_p (1 + T_i s + T_i T_d s^2)}{T_i s}$$

2. 5. 3 Simatic S7-1200

(Bustos & Cares, 2021) Es un pequeño controlador que facilita la realización de tareas que son sencillas, pero increíblemente precisas. Sus cinco CPUs lo hacen escalable y adaptable, y su diseño ocupa menos espacio en el panel de control. Aprender y usar el software es sencillo debido a su versatilidad y adaptabilidad. Sus menús y símbolos son consistentes en todas las vistas, lo que hace que la navegación sea sencilla.

Las actividades productivas son pequeñas, escalables y adaptables con los controladores S7-1200. El rendimiento y la escalabilidad del equipo son características de este equipo, que está disponible en variantes estándar y de seguridad, con E/S distribuidas, arquitecturas de unidades distribuidas, PROFINET para programación, E/S integradas y una interfaz integrada. Los módulos de señal plug-in y los módulos de comunicación permiten que el equipo



S7-1200 sea muy flexible en respuesta a los requisitos específicos de las operaciones.

– Selección de controlador simatic según requerimientos

(Bustos & Cares, 2021) Todos los controladores SIMATIC cuentan con características que permiten diseños flexibles o soluciones de automatización de procesos, además de la escalabilidad. Un beneficio de utilizar controladores SIMATIC es la capacidad de almacenar datos de manera continua en un concepto de biblioteca inteligente. Esto hace que emplear funciones universales sea más sencillo.

Mediante técnicas efectivas de análisis de fallas y resolución de problemas para diagnosticar el sistema integrado, también minimiza considerable y rápidamente el tiempo de inactividad de la producción.

El mejor nivel de integración se puede lograr conectando y configurando cada controlador de manera diferente, a su vez, garantiza la seguridad mediante un sistema de automatización estándar a prueba de fallos.

Hoy en día, la línea de controladores SIMATIC se presenta en variedades básicas, sofisticadas, distribuidas y basadas en software, lo que permite una integración de funciones notable. Cada aplicación puede encontrar las mejores soluciones de automatización con el Portal de Automatización Totalmente Integrada (TIA Portal).

Los controladores fundamentales están diseñados para intersecciones tecnológicas, soluciones de automatización y comunicación integrada a través de módulos integrados (IO-Link, AS-i) o funciones incorporadas (PROFINET, Modbus, etc.). También incluyen opciones de extensión modular y un diseño versátil. Las instalaciones de producción completas pueden ser automatizadas

por controladores sofisticados, al igual que las aplicaciones que requieren más potencia de red, eficiencia y adaptabilidad. Las tareas de control de movimiento que son sustancialmente más complicadas se pueden implementar gracias a la tecnología de CPU. Los controladores dispersos son únicos para máquinas seriales con espacio limitado y (como el nombre indica) máquinas de arquitectura distribuida.

En conclusión, Se emplean controladores de software cuando se requiere la máxima velocidad y precisión. Además de funcionar de manera autónoma del sistema operativo, cuentan con seguridad integrada, al igual que todos los controladores SIMATIC.

Figura 18

PLC Simatic S7-1200 CPU1215C



Nota. Imagen extraída de (Sabogal, 2016)

2. 5. 4 Simatic HMI KTP-700

(Bustos & Cares, 2021) Dispositivo electrónico que actúa como un puente para observar e interactuar con un proceso industrial mientras está en

funcionamiento. Hoy en día, es un componente necesario, ya que el control y la supervisión del proceso industrial son tan cruciales como el propio proceso.

Se han transformado en componentes sofisticados de control y monitoreo, reemplazando su estado anterior como elementos básicos de comunicación entre el operador y su proceso. Las interfaces HMI están integradas en cada etapa de la automatización, desde los programas más básicos hasta los procesos más complejos, las pantallas táctiles se utilizan en esto.

De manera similar, se espera que puedan interactuar mediante los protocolos principales, incluyendo PROFINET, MODBUS TCP y PROFIBUS, entre otros. Además de eso, los últimos HMIs ofrecen características que una vez fueron limitadas a dispositivos de automatización y control como los PLC. Pueden realizar tareas de registro de datos y control de esta manera.

2. 5. 5 Elección HMI

(Bustos & Cares, 2021) Debido a la abundancia de marcas y modelos disponibles hoy en día, seleccionar la HMI para un proyecto determinado se ha vuelto un desafío. Se deben tener en cuenta los siguientes aspectos para tomar la decisión:

- Funciones por realizar

Se recomienda conocer para qué se necesita el HMI antes de comenzar cualquier selección. Las tareas principales que se deben completar pueden incluir: reemplazar componentes mecánicos como luces piloto, botones pulsadores y selectores por controles táctiles, configurar el tiempo, directrices de trabajo y una representación visual más contemporánea y fácil de usar. sistema para registrar datos. El poder de



la pantalla siempre es el único límite porque el HMI carece de la capacidad de registro del SCADA.

- Envío de Alarmas
 - Envío de Registros
- Características físicas del HMI

Dependiendo de las necesidades de la aplicación, evaluaremos cuánta información debe mostrarse en la pantalla y qué acciones deben realizarse antes de decidir el tamaño y la resolución. Es posible elegir el tamaño de pantalla que se utilizará con esto; los tamaños más populares son de 4" a 19" (hay otras dimensiones, sin embargo, son poco conocidos).

Así mismo se debe determinar si se requiere un teclado o si la pantalla táctil es suficiente por sí sola. A pesar de que la mayoría de las pantallas ya están a colores, es vital recordar que también son posibles las pantallas monocromáticas. Dependiendo de varios factores, incluidos el uso previsto o consideraciones económicas, se puede utilizar un tipo de pantalla. Por ejemplo, un dispositivo alfanumérico/gráfico monocromo o en color puede ser suficiente para una aplicación sencilla sin mucha visualización gráfica, mientras que se puede utilizar. Se necesita una pantalla táctil y clara si se requiere mucha información.

- Ambiente de trabajo:

El sector industrial, la temperatura, los entornos corrosivos o aquellos que necesitan estar protegidos contra atmósferas potencialmente explosivas, agua, polvo, ruido o vibraciones extremas son todos factores importantes a considerar al decidir sobre qué características externas se deben trabajar.

- Para asegurarnos de que la HMI sea adecuada, necesitamos centrarnos en las características que el fabricante ha especificado. A pesar de que casi todos los fabricantes de HMI incluyen rangos de zona ATEX, elegir el rango adecuado aumentará nuestra seguridad al seleccionar la HMI.

- La capacidad de interactuar con autómatas

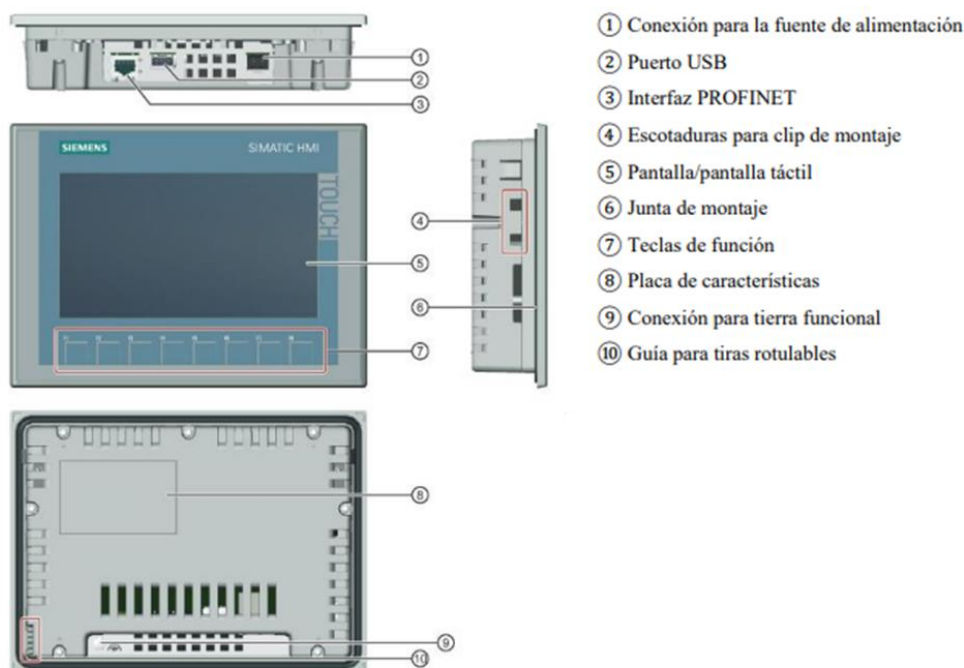
El HMI debe tener los controladores de comunicación requeridos para poder comunicarse con el PLC con el que desea interactuar.

- Posibilidad de conexión remota

El diagnóstico e investigación remotos son posibles gracias a ciertos HMIs que cuentan con capacidades de acceso web. Esto permite a los usuarios realizar el mantenimiento necesario de manera segura al acceder a instalaciones o maquinaria distantes. Además, funciona con dispositivos que forman parte de redes externas.

Figura 19

Vista de la pantalla HMI KTP700



Nota. Imagen extraída de (Sabogal, 2016)



2. 6 Dedición de términos

Sistema de control: Es un conjunto de herramientas o procedimientos que utilizan una señal de control para gobernar cómo se comporta un sistema físico con el fin de alcanzar un valor específico o mantener una variable dentro de límites predeterminados.

Presión:

La fuerza por unidad de superficie se mide con esta magnitud física. Normalmente se indica en bares o PSI (libras por pulgada cuadrada) en los sistemas de aire comprimido.

Tanque de aire comprimido:

Es un contenedor cerrado que contiene aire a alta presión. Más adelante, este aire podría ser utilizado como fuente de energía para fines neumáticos o educativos.

Didáctico:

Se relaciona con la instrucción o el aprendizaje. Dentro de este marco, se crea un sistema didáctico con fines educativos para que los estudiantes puedan ver, examinar y comprender cómo funciona.

Control PID (Proporcional-Integral-Derivativo):

En los sistemas de automatización, este tipo de controlador se utiliza frecuentemente para mantener una variable del proceso, como la presión, en un valor deseado mediante la combinación de tres acciones de control: proporcional, integral y derivativa.

Sensor de presión:

Una señal eléctrica es producida por un dispositivo electrónico que detecta la presión de gases o líquidos y la utiliza para control y monitoreo.



Actuador:

Un aparato para determinar la presión de un fluido dentro de un sistema cerrado.

Manómetro:

Un aparato para determinar la presión de un fluido dentro de un sistema cerrado.

Automatización:

Maximizando el rendimiento de los sistemas o procesos mediante el uso de la tecnología para operarlos con poca o ninguna intervención humana.



CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3. 1 Método de investigación

Con el fin de cuantificar y analizar objetivamente los factores asociados con el sistema de control de presión y evaluar su influencia en el proceso de enseñanza-aprendizaje en entornos educativos, este estudio utilizó un enfoque de investigación cuantitativa. Después de que se implementa el sistema, Este método facilita recopilar y analizar los datos numéricos para validar los resultados.

3. 2 Tipo de investigación

Debido a que tiene como objetivo abordar un problema del mundo real mejorar la manera en que se enseñan las ideas sobre neumática y control de presión mediante el uso de un sistema funcional este tipo de investigación es aplicada. Además, se evalúan las funcionalidades del sistema. en un entorno controlado utilizando variables que el investigador manipula directamente, lo que la convierte en experimental.

3. 3 Diseño de la investigación

Se empleó un enfoque en la investigación de preprueba-postprueba con un solo grupo y un diseño de investigación preexperimental. Se aplicará una postprueba para determinar el efecto del sistema en el aprendizaje después de



3.4 Ámbito de la Investigación

3.5 Población y muestra

3.6 Técnicas e instrumentos de recogida de información

Para recopilar datos precisos y confiables sobre los efectos de la instalación del sistema didáctico de control de presión en los tanques de aire comprimido en un entorno educativo, se empleó una variedad de métodos y herramientas en el desarrollo de la investigación.

Tabla 2

Técnicas e instrumentos de recogida de información

1. TÉCNICAS	2. INSTRUMENTO	3. VALIDACIÓN
Observación directa: El sistema será observado directamente mientras está en uso, registrando el rendimiento y el comportamiento del monitor de control de presión. Experimentos controlados: Realizaremos experimentos para ver qué tan bien funciona el sistema en diferentes escenarios de control.	Ficha de Observación Sensores de Presión	Por asesor Especialista

Nota. Elaboración propia

3.7 Recogida de datos

Para la recolección de datos, se adoptó una estrategia metódica y estructurada en este estudio, lo que garantizó la precisión y la fiabilidad de la información recabada. El desarrollo de este procedimiento siguió las pautas para el uso de los instrumentos que fueron previamente establecidas.

Se implementó el sistema didáctico. En esta fase se crearon sesiones prácticas, lo que permitió a los estudiantes interactuar con el sistema de control de presión en un entorno real o simulado. A lo largo de estos ejercicios, el investigador observó de primera mano y documentó elementos como el uso adecuado de los componentes, la comprensión del funcionamiento del sistema, superando problemas técnicos y trabajando en equipo.

Sistema de control de presión.

Variable dependiente: Presión en el tanque de aire comprimido

Tabla 3

Recogida de datos

Variable	Instrumento	Frecuencia de recogida	Método
Variable Independiente Sistema de control de presión.	Guía de observación técnica	de Durante y después de las sesiones prácticas.	Observación directa estructurada.
Variable dependiente: Presión en el tanque de aire comprimido	Sensor de presión conectado al sistema de control	Cada vez que se realiza una práctica o prueba del sistema	Registro automático.

Nota. Elaboración propia



CAPITULO IV

ANALISIS DE RESULTADO Y DISCUSION

4. 1 . Presentación

Las lecturas de presión obtenidas por el sensor de presión analógico conectado al sistema se almacenarán en la memoria interna del PLC, y utilizaremos un módulo que proporciona valores que varían de 0 a 10 voltios con el fin de aperturar de forma variable la válvula proporcional, en una computadora, posteriormente exportaremos estos datos a una hoja de cálculo.

– Programación del Controlador Lógico Programable

Al adquirir datos utilizando un PLC (Controlador Lógico Programable), se debe escribir un programa básico para registrar los datos con un tiempo de muestreo predeterminado y almacenarlos en la memoria interna del dispositivo para su posterior acceso desde la programación.

Utilizaremos la herramienta Data Log, que nos permite almacenar los datos que el PLC lee en su memoria interna. Una vez establecidos los parámetros, podemos acceder a los datos que se registraron utilizando una conexión Ethernet.

Los valores ingresados en el sistema y el valor de consigna del sensor de presión se recuperan leyendo los datos de las entradas analógicas del PLC.

– Implementación del módulo

Los varios circuitos que conforman el procedimiento, como los circuitos eléctricos y neumáticos, deben ser considerados al implementar el módulo de presión neumática que será controlada. Podremos terminar las fases de recopilación de datos e implementación del controlador principalmente gracias a estos circuitos.

Figura 20

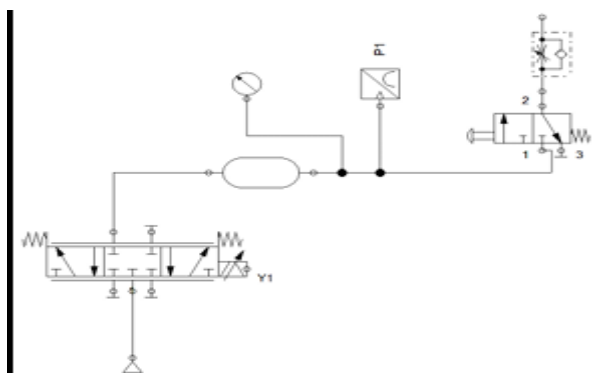
Implementación del módulo



Nota. Elaboración propia

Figura 21

Simulación del módulo implementado en Fluidsim



Nota. Elaboración propia

Una válvula proporcional 5/3 que se controla electrónicamente forma parte de la planta neumática, como se ilustra en la Figura 21. La salida N.^a 4 se conectará a la salida de presión de 2 bar, que a su vez se conectará a una válvula 3/2 operada mecánicamente, un sensor de presión analógico y un indicador de presión. La salida de la válvula N.^o 2 permanecerá bloqueada porque no la utilizaremos.

Figura 22

Implementación física del sistema neumático



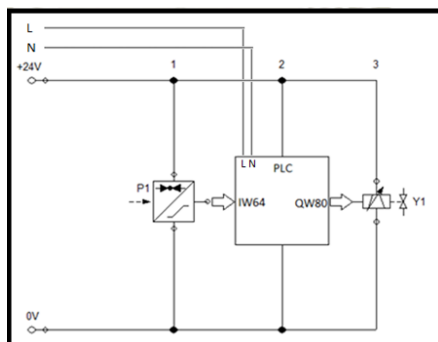
Nota. Elaboración propia

La señal producida por el solenoide que opera la válvula proporcional 5/3 y el sensor de presión conectado al módulo, son las dos señales requeridas para el control con el fin de ejecutar la implementación eléctrica del módulo.

Cabe destacar que las señales eléctricas cambiarán los valores PLC que será nuestro controlador y tanto el sensor analógico como la válvula proporcional deberán conectarse a él, pero el módulo neumático permanecerá igual que durante la fase de recopilación de datos.

Figura 23

Simulación en Fluidsim de las conexiones eléctricas del sistema



Nota. Elaboración propia

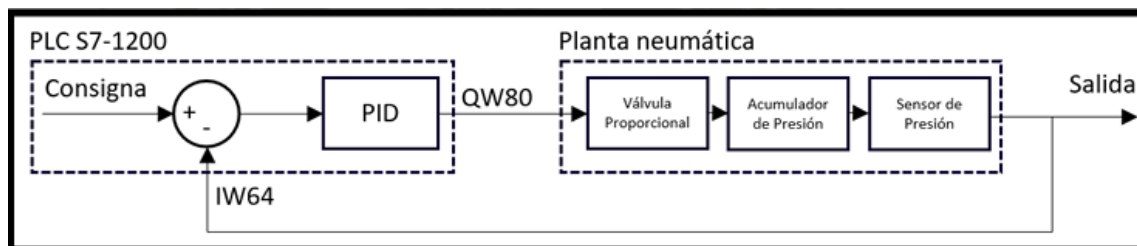
Para alimentar el sensor de presión analógico y la válvula proporcional en la versión eléctrica, utilizaremos la propia fuente de alimentación del PLC, que tiene un voltaje de 24 voltios.

La señal del sensor, que indica la presión a la que está funcionando el sistema, se conectará a la entrada analógica del PLC y se registrará como varían los valores de 4 a 20 miliamperios. La señal de control, que será conectada al solenoide de la válvula proporcional, deberá ser conectada en la salida analógica, que varía los valores de 0 a 10 voltios.

Se utiliza una entrada analógica y una salida analógica para ilustrar la conexión eléctrica entre el PLC y el módulo neumático en el diagrama de bloques que se muestra a continuación.

Figura 24

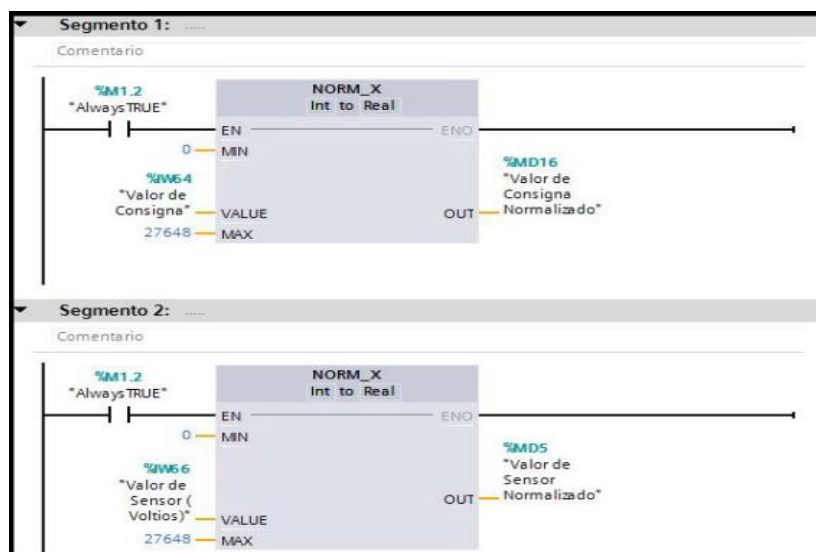
Diagrama de bloques del modulo



Nota. Elaboración propia

Figura 25

Programación para el sistema de presión

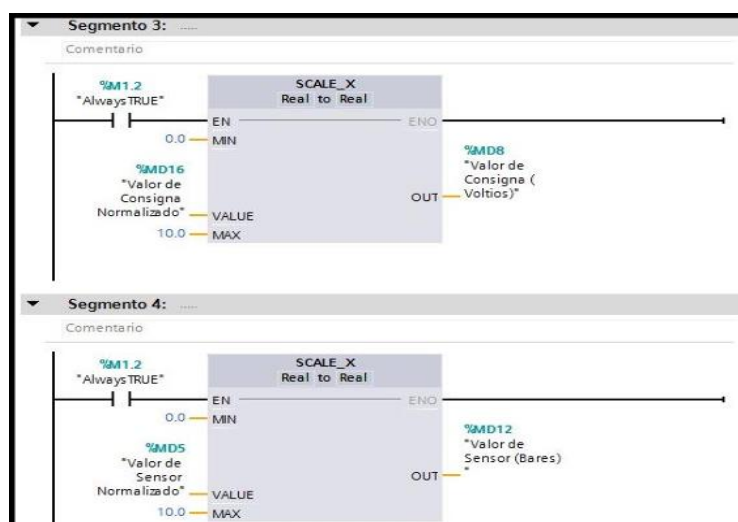


Nota. Elaboración propia

Para garantizar que los valores registrados sean los requeridos, ya sea en voltios o en bares, estos datos deben ser escalados de manera adecuada. Para ello, primero establecemos dos segmentos para escalar los valores recopilados: de 4 a 10 miliamperios para el punto de consigna y de 0 a 10 bares para la presión.

Figura 26

Bloques de escalamiento de valores



Nota. elaboración propia

Creamos el bloque Crear Registro de Datos después de determinar los valores que se leerán y su escalamiento, que es responsable de crear un bloque de datos que incluirá los atributos de la tabla de salida de valores adquiridos y de organizarlos de acuerdo con los criterios especificados para el control PID.

Escalamiento del Sensor de Presión 4–20 mA / 0–10 bar

1.- Datos relevantes

- Rango de presión: 0–10 bar
- Señal de salida: 4–20 mA
- Linealidad: Relación directa presión–corriente

De corriente (mA) a presión (bar):

$$P(\text{bar}) = (I_{\text{mA}} - 4) \times \frac{10}{16}$$

- 0 bar $\rightarrow$ 4 mA
- 10 bar $\rightarrow$ 20 mA
- Pendiente: 1.6 mA/bar

Cálculo de la pendiente lineal.

Para dos puntos (x_1, y_1) y (x_2, y_2) :

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

Asignamos:

- x = presión (bar)
- y = corriente (mA)

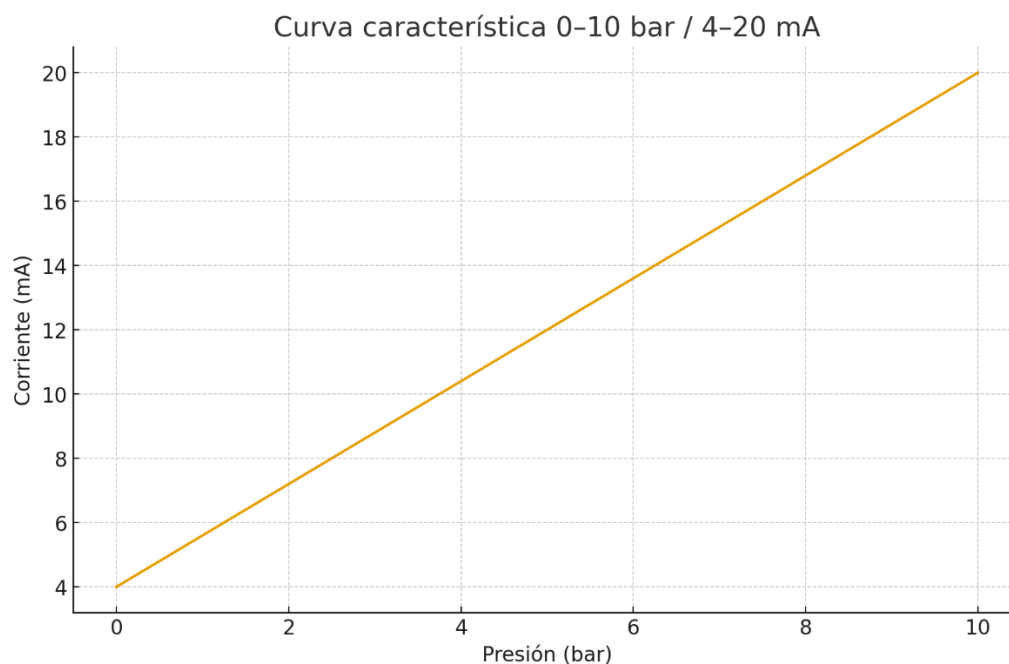
Entonces:

$$m = \frac{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}}{P_{\text{max}} - P_{\text{min}}}$$

$$m = \frac{20 \text{ mA} - 4 \text{ mA}}{10 \text{ bar} - 0 \text{ bar}}$$

$$m = \frac{16 \text{ mA}}{10 \text{ bar}}$$

$$m = 1.6 \text{ mA/bar}$$

Figura 27*Escalamiento del sensor de presión**Nota.* Elaboración propia**Tabla 4***Datos de escalamiento*

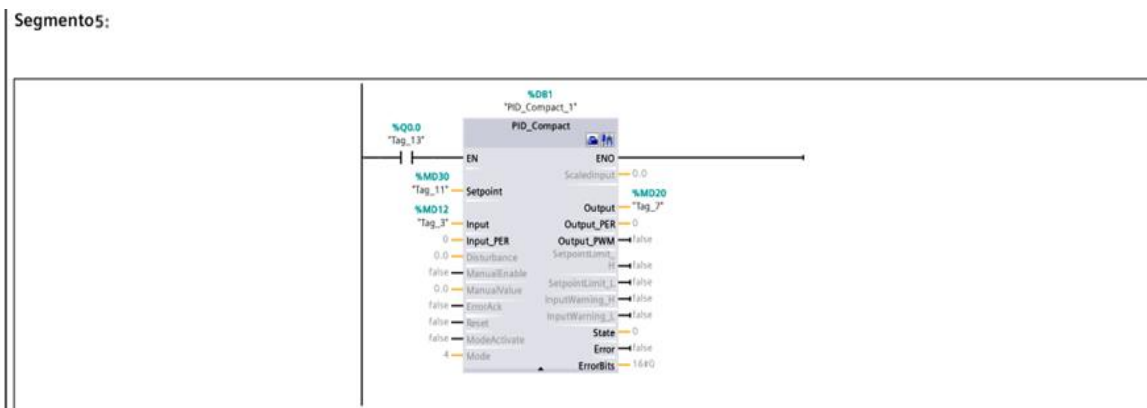
Corriente sensor (mA)	Presión medida (bar)
4	0
6	1.25
8	2.5
10	3.75
12	5
14	6.25
16	7.5
18	8.75
20	10

Nota. Elaboración propia

El sensor de presión entrega una señal de corriente 4–20 mA para una presión de 0–10 bar.

Figura 28

Boque de control PID

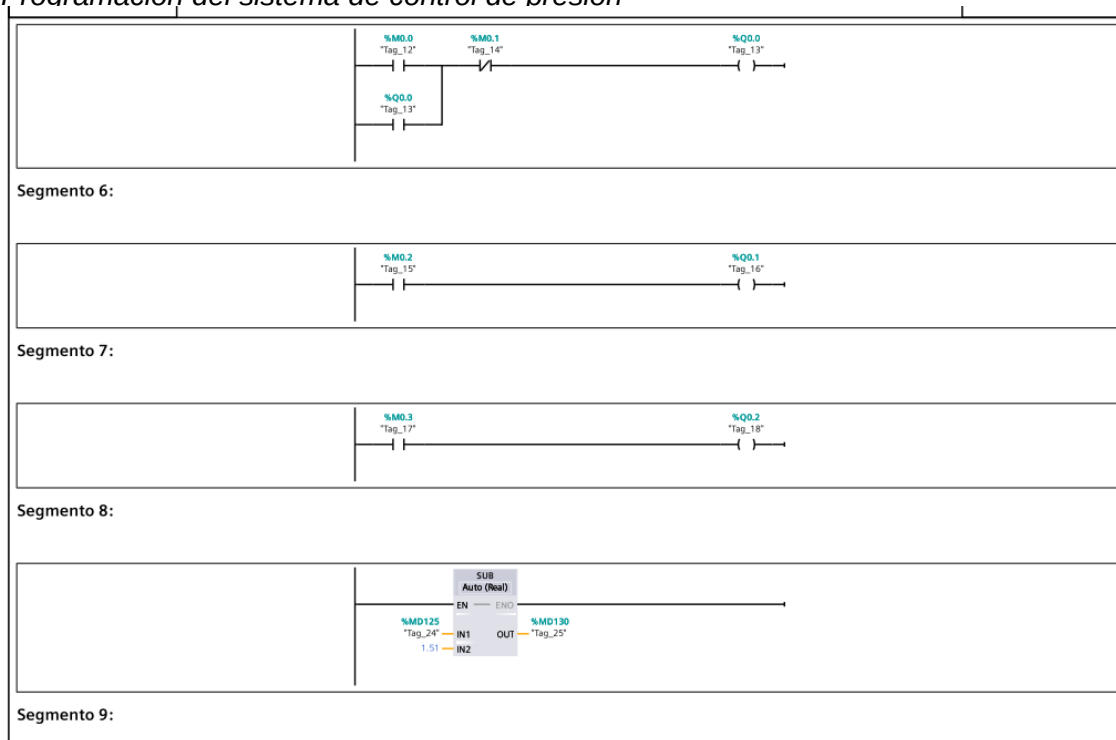


Nota. Elaboración propia

Esto permitirá que el controlador comience a registrar los datos, lo que activará la función de habilitación del bloque de Registro de Datos y comenzará el control del sistema.

Figura 29

Programación del sistema de control de presión



Nota. Elaboración propia

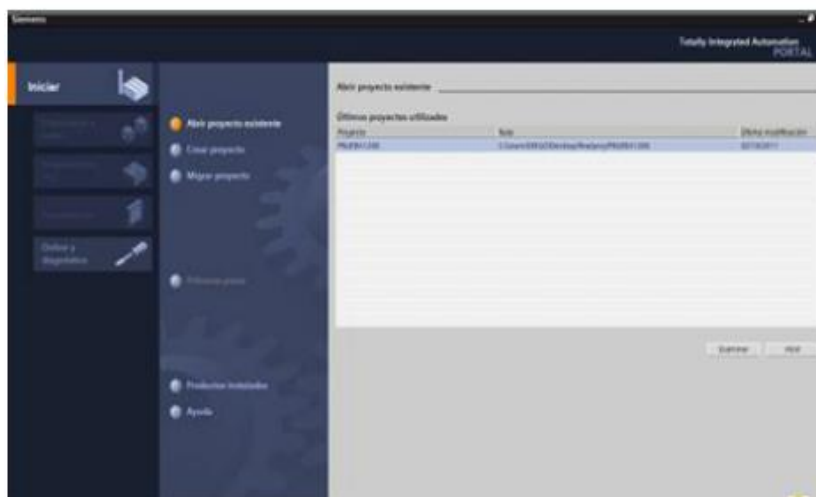
Programación del interfaz HMI

Elija el proyecto que contiene la configuración de HMI y abra el software

TIA Portal.

Figura 30

Desarrollamos de la interfaz HMI

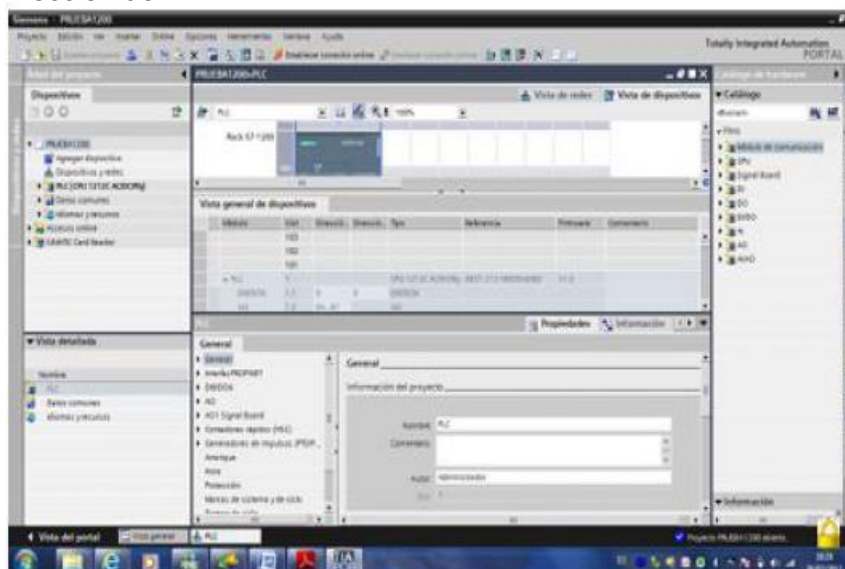


Nota. Elaboración propia

Proporciona el archivo "principal" del proyecto y elige la HMI necesaria.

Figura 31

Elección del HMI

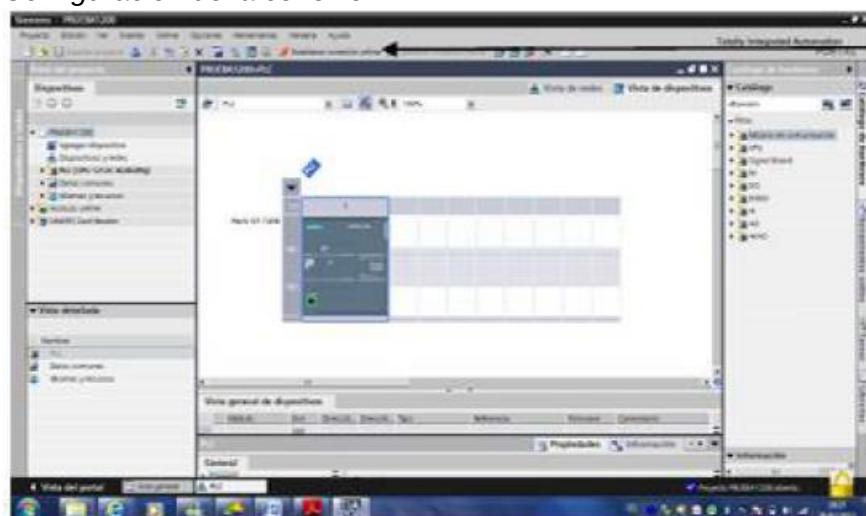


Nota. Elaboración propia

Establezca una conexión de línea para que la aplicación TIA Portal pueda reconocer el PLC.

Figura 32

Configuración de la conexión

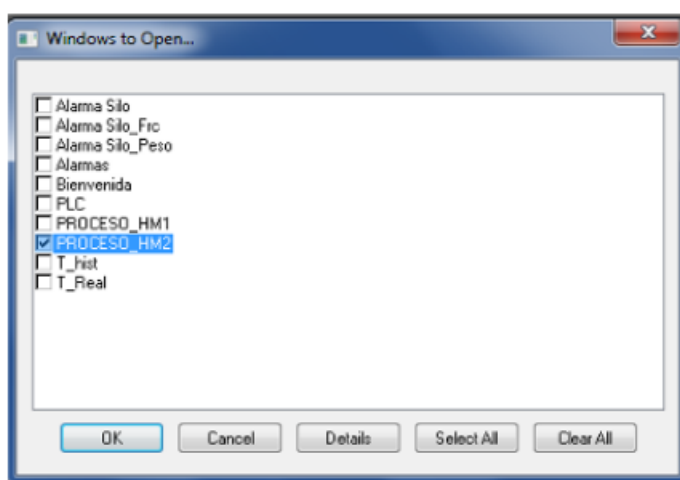


Nota. Elaboración propia

Verificar que todas las subrutinas estén activadas con indicadores verdes verifica que el equipo se haya cargado correctamente. inicia la aplicación Intouch desde el exterior y, a continuación, localiza la HMI almacenada para el ejercicio que se va a realizar.

Figura 33

Activar el HMI



Nota. Elaboración propia

Figura 34

Configuración de la pantalla



Nota. Elaboración propia

Figura 35

Pantalla grafica del HMI



Nota. Elaboración propia

Figura 36

Pantalla grafica que indica parámetros de medición



Nota. Elaboración propia

4. 2 Pruebas y resultado

Para confirmar que el sistema de control de presión didáctica en los tanques de aire comprimido estaba funcionando correctamente, se realizaron las siguientes pruebas:

- Prueba de Funcionamiento del Sensor de Presión

Después de conectar el sensor de presión al sistema, se examinó su lectura tanto cuando el tanque se presurizaba gradualmente como cuando no había carga (sin presión). Para confirmar su exactitud, los valores medidos se compararon con los de un manómetro analógico de referencia.

Resultado esperado: Dentro del rango especificado de 0 a 10 bar, el sensor debe detectar con precisión los cambios de presión.

Figura 37

Prueba del sensor de presión



Nota. Elaboración propia

– Prueba de Control Automático de Presión

El propósito de un controlador (lógico o PID) era mantener la presión del tanque entre 10 y 25 PSI. Se observó el comportamiento del sistema mientras el compresor estaba encendido.

Se espera que el controlador active el compresor cuando la presión caiga por debajo de 10 PSI y lo apague cuando la presión supere los 25 PSI, manteniendo así la presión dentro del rango previsto.

Pruebas realizadas

Figura 38

Prueba de presión de 10 PSI



Nota. Elaboración propia

Figura 39

Control PID de presión de 10 PSI



Nota. Elaboración propia

Figura 40

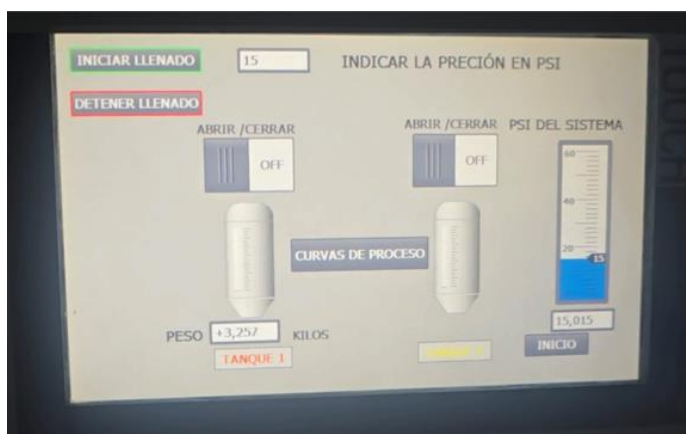
Medición en manómetro de presión de 10 PSI



Nota. Elaboración propia

Figura 41

Prueba de presión de 15 PSI



Nota. Elaboración propia

Figura 42

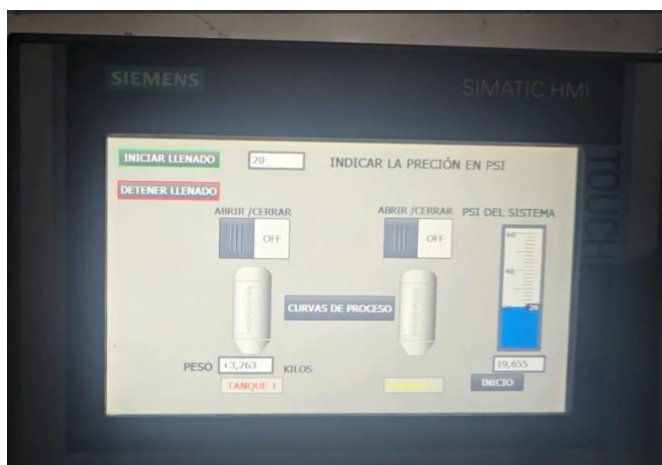
Control PID de presión de 15 PSI



Nota. Elaboración propia

Figura 43

Prueba de presión de 20 PSI



Nota. Elaboración propia

Figura 44

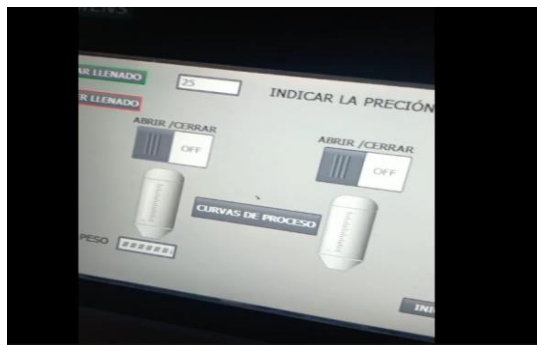
Control PID de presión de 20 PSI



Nota. Elaboración propia

Figura 45

Prueba de presión de 25 PSI



Nota. Elaboración propia

Figura 46

Control PID de presión de 25 PSI

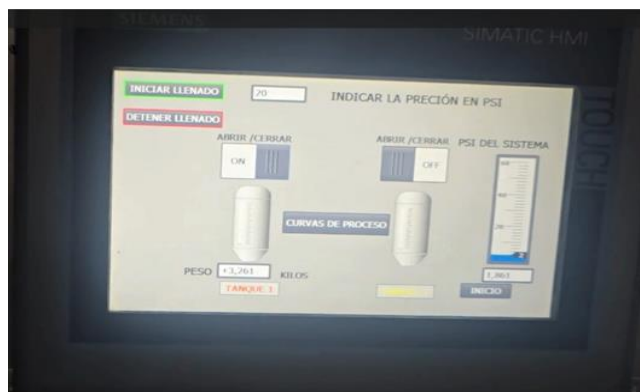


Nota. Elaboración propia

Prueba de peso

Figura 47

Monitoreo del peso prueba 01



Nota. Elaboración propia

Figura 48

Monitoreo del peso prueba 02



Nota. Elaboración propia

- Prueba de Interfaz Didáctica (Visualización y Control Manual)

El panel de control, también conocido como HMI (Interfaz Hombre-Máquina), fue evaluado para asegurarse de que los estudiantes pudieran activar y desactivar manualmente el dispositivo, establecer límites operativos y examinar la presión actual. Se busca como resultado final una interfaz clara y útil que permita utilizar el sistema con fines educativos.

4.3 Resultados obtenidos

Se presenta en la siguiente tabla el resultado de las mediciones realizadas.

Tabla 5

Tabla de Datos Analizados

Prueba	Presión (bar)	Tiempo de Estabilidad PID	Peso (kg)
01	10	1 min 34 s	3.270
02	15	1 min 25 s	3.280
03	20	1 min 19 s	3.290
04	25	1 min 16 s	3.310

Nota. Elaboración propia

Prueba de Interfaz Didáctica (Visualización y Control Manual)

El panel de control, también conocido como HMI (Interfaz Hombre-Máquina), fue evaluado para asegurarse de que los estudiantes pudieran activar y desactivar manualmente el dispositivo, establecer límites operativos y examinar la presión actual. Se busca como resultado final una interfaz clara y útil que permita utilizar el sistema con fines educativos.

Análisis de resultados

1. Análisis del tiempo de estabilidad del sistema

Se observa que el tiempo de estabilidad disminuye progresivamente a medida que se incrementa el valor de presión objetivo.



Para 10 bar, el sistema alcanzó la estabilidad en 1:34 min.

Para 25 bar, el tiempo disminuyó hasta 1:16 min.

Interpretación:

Esto indica que el controlador PID presenta una respuesta más rápida en niveles de presión más altos, lo cual puede deberse a:

La válvula proporcional tiene un mayor margen de apertura en presiones altas, permitiendo un flujo más estable.

A medida que el sistema se acerca a sus condiciones de operación nominales, la dinámica del tanque se vuelve más predecible y menos sensible a pequeñas perturbaciones.

Las ganancias del PID están mejor ajustadas para rangos superiores de presión.

En conjunto, esto refleja un buen desempeño del controlador PID, con tiempos de asentamiento dentro del rango esperado para un sistema neumático didáctico.

2.- Comportamiento del peso del tanque

El peso del tanque muestra un incremento gradual conforme aumenta la presión:

De 3.270 kg a 10 bar

A 3.310 kg a 25 bar

Este comportamiento está asociado al aumento de masa del aire comprimido dentro del tanque, lo cual es coherente con la teoría:

$$m = \frac{P \cdot V}{R \cdot T}$$



A mayor presión, mayor masa de aire contenida, lo que explica el incremento en peso.

Aunque el cambio es pequeño (del orden de 40 gramos entre la primera y la última prueba), es consistentemente ascendente, lo que valida la exactitud de las mediciones.

4. 4 Discusión de resultados

. La tesis de Rodríguez y Salazar se centró en el diseño y construcción de un módulo didáctico para el control de presión, mientras que la tesis comparada avanzó hacia la Implementación de un sistema de control de presión didáctico en tanques de aire comprimido.

Ambas investigaciones coinciden en que estos sistemas mejoran significativamente el aprendizaje práctico y la comprensión de principios neumáticos y de control.

Sin embargo, la tesis más reciente aporta mejoras técnicas clave, como una mayor precisión en la medición y regulación de la presión, una mejor selección de sensores y actuadores, y la visualización continua de los niveles de presión, lo que refuerza la seguridad y el enfoque hacia entornos industriales simulados.



Tabla 6

Comparación de parámetros obtenidos

	Tesis: "<i>Diseño y construcción de un módulo didáctico para el control de presión</i>"	Tesis; "<i>Implementación de un sistema de control de presión didáctico en tanques de aire comprimido</i>"
Aspecto		
Objetivo principal	Diseñar y construir un módulo didáctico funcional	Implementar un sistema de control automatizado con fines didácticos
Enfoque educativo	Enfatiza la enseñanza básica de principios neumáticos y de control	Mejora el aprendizaje práctico con simulación de condiciones industriales
Componentes técnicos	Diseño estructural básico con elementos neumáticos y eléctricos	Selección precisa de sensores y actuadores con criterios de compatibilidad, seguridad y precisión
Control de presión	Control básico manual o semiautomático	Control preciso y constante mediante algoritmo automático
Monitorización	Limitada o sin visualización en tiempo real	Monitorización en tiempo real, con datos visibles de manera continua
Aplicabilidad industrial	Orientado al aprendizaje general	Alineado con prácticas reales de automatización industrial
Nivel de innovación	Nivel introductorio en diseño de módulos didácticos	Mayor avance tecnológico e integración de automatización
Contribución al aprendizaje	Facilita el entendimiento inicial de conceptos técnicos	Potencia la comprensión avanzada y la aplicación práctica de sistemas de control

Nota. Elaboración propia



CONCLUSIONES

Primero: Los principios neumáticos y de control fueron más fáciles de entender gracias a la instalación efectiva del sistema de control de presión en los tanques de aire comprimido, lo que mejoró el aprendizaje práctico de los participantes. En situaciones de aprendizaje técnico, el sistema demostró su funcionalidad, seguridad y utilidad como recurso didáctico.

Segundo: En un entorno educativo, se consideraron la compatibilidad, la precisión, la seguridad y la facilidad de uso al elegir sensores y actuadores. Al garantizar una medición precisa de la presión y una regulación eficaz del flujo de aire, los componentes seleccionados permitieron que el sistema funcionara correctamente, contribuyendo a lograr los objetivos del sistema y a su idoneidad para la educación técnica.

Tercero: Al utilizar el método de control, la presión interna del tanque puede ajustarse de manera precisa y constante para responder a los valores de referencia. El rendimiento consistente del sistema bajo una variedad de situaciones operativas demuestra la utilidad del algoritmo en contextos educativos, tanto para la enseñanza de conceptos de automatización como para la imitación de operaciones industriales reales.

Cuarto: Con el desarrollo exitoso de la monitorización en tiempo real, los niveles de presión dentro del tanque pudieron ser visualizados de manera precisa y continua. Además, la monitorización en tiempo real mejoró la seguridad operativa y fortaleció el uso de la automatización y de las ideas de control de procesos.



RECOMENDACIONES

Primero: Dado que se ha demostrado que es un instrumento útil para mejorar el aprendizaje técnico, se recomienda que el sistema de control de presión educativa se incorpore de manera permanente en los procedimientos de laboratorio para materias relacionadas con la automatización y la neumática.

Segundo: Se recomienda que se mantengan estrictos estándares tecnológicos al elegir sensores y actuadores para los próximos avances educativos, dando máxima prioridad a factores como la facilidad de uso por parte de los estudiantes, la seguridad durante su manejo, la precisión en las mediciones y la interoperabilidad con los sistemas educativos.

Tercero: En futuras aplicaciones educativas, se recomienda seguir utilizando e incluso mejorar el algoritmo de control añadiendo más funciones como retroalimentación avanzada o control proporcional-integral-derivativo, según el nivel educativo.

Cuarto: Dado que el sistema de monitoreo en tiempo real permite una vigilancia precisa y continua de la presión en los tanques de aire comprimido, se recomienda que se implemente y mantenga en contextos educativos y de formación técnica. También se aconseja capacitar a los educadores y estudiantes en el uso de estas tecnologías para mejorar la seguridad operativa y la comprensión práctica de los conceptos de automatización y control de procesos.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, E., Proaño, R., & Vera, C. (2015). Diseño e implementación de un banco de pruebas para control industrial programable. *Pre grado*. Universidad Politécnica Salesiana, Exuador.
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/10245>
- Álvarez, M. (2004). *Controladores Logicos*. Barcelona, España: Marcombo.
<https://books.google.hn/books?id=uR19LQiBpDgC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Alvaro, F., & Caceres, E. (2017). Análisis del comportamiento de un ventilador centrífugo mediante el diseño y construcción de un módulo de laboratorio de ventiladores para la EPIME. *Pre grado*. Universidad Nacional Del Altiplano, Puno, Peru.
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/4054>
- Aragón, N., & Suan, A. (2019). Diseño de un módulo didáctico para la medición y control de nivel, presión y caudal para un laboratorio de automatización. *Pre grado*. Fundación Universidad de América, Bogota, Colombia. <http://hdl.handle.net/20.500.11839/7563>
- Arango, S., & Idárraga, J. (2013). Freno electromagnético : prototipo para experimentación. *Pre grado*. Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia. <http://hdl.handle.net/20.500.11912/1131>
- Ávila, Ó. (2021). Diseño de sistema automatizado de suministro de aire comprimido. *Pre grado*. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Quito, Ecuador. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/52770>



- Barbado, J., Sierra, J., & Bravo, J. (2013). *Automatismos Industriales*. México, México: Alfaomega Grupo Editor S.A. <https://biblioteca.epn.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=38545>
- Bustos, B. B., & Cares, F. (2021). Implementación de PLC S7-1200 con pantalla HMI KTP700. *Pre grado*. Universidad Técnica Federico Santa Maria, Concepción, Chile . <https://hdl.handle.net/11673/54003Downloaded>
- Camizán, K., & García, M. (2018). Diseño e implementación de un prototipo de sistema Scada para una planta de nivel, presión y flujo utilizando PLC Allen Bradley en el laboratorio de Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. *Pre grado*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Peru. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/2094>
- Casa, M., & Ortiz, J. (2017). Implementación de un módulo didáctico con control PID y lógica difusa para manejar las variables nivel y caudal. *Pre grado*. Escuela Politecnica Nacional, Quito, Ecuador. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/18768>
- Casas, D. (2018). Análisis energético del comportamiento de los ventiladores en un sistema regulado mediante la variación de frecuencia. *Pre grado*. Universidad Nacional de San Agustín, Arequipá, Peru. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/8307>
- Coronado, F. (2024). Diseño de un módulo didáctico de control de caudal y nivel como soporte educativo para las materias de control y automatización industrial en la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo. *Pre grado*. Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo, Lambayeque, Peru. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/13195>



- Coronel, C. (2012). Fabricación de tanques para aire comprimido, tipo vertical autosoportado con tapas semielípticas - Masprod. *Pre grado*. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Peru.
<http://hdl.handle.net/20.500.12894/175>
- Creus, A. (2007). *Neumática e Hidráulica*. España : Marcombo, S.A.
https://www.academia.edu/37145190/Neum%C3%A1tica_e_Hidr%C3%A1ulica_Antonio_Creus_Sol%C3%A9_LIBROSVIRTUAL
- Cruz, F. (2019). Banco didáctico para prueba de motores eléctricos bifásicos y trifásicos en laboratorio de electrónica de la Universidad Católica de Colombia. *Pre grado*. Universidad Católica de Colombia, Colombia.
<https://hdl.handle.net/10983/24037>
- Daneri, P. (2008). *PLC. Automatización y control industrial*. Buenos Aires -, Argentina : Editorial Hispano Americana S.A. - H.A.S.A. <https://libros.ep-electropc.com/2018/06/plc-automatizacion-y-control-industrial.html?m=1>
- Díaz, L., & Rincon, J. (2010). Accionamiento de motores eléctricos basado en lógica programada : diseño y construcción de bancos didácticos. *Pre grado*. Universidad Industrial de Santander, Colombia.
<https://noesis.uis.edu.co/handle/20.500.14071/24344>
- Díaz, Y. (2023). Implementación de un sistema de control neumático eficiente para la máquina de pintado de balones de gas de 10 kg. en la planta Repsol. *Pre Grado*. Universidad Tecnológica del Perú, Lima , Perú.
<https://hdl.handle.net/20.500.12867/7905>
- Espejo, R., & Villena, G. (2020). Diseño e implementación de un sistema de control de presión neumática basado en algoritmo de colonia de hormigas (ACO). *Pre grado*. Universidad Católica de Santa María,



Arequipa, Peru.

<https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/9824>

Farnell. (10 de julio de 2025). *Transmisor de presión*.

<https://es.farnell.com/telemecanique-sensors/xmlp400bd71f/transm-presi-n-0-400bar/dp/2822689>

Festo. (2022). *Válvulas distribuidoras proporcionales MPYE*.

https://www.festo.com/cat/es-co_co/data/doc_es/PDF/ES/MPYE_ES.PDF

Garcia, N., & Rosero, C. (2020). Diseño de una planta didáctica de control de flujo para el laboratorio de control automático FIEC – MACI. *Pre grado*.

Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.

<http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/57207>

Gómez, J. (2013). Diseño e implementación de un variador de velocidad de bajo costo para un motor trifásico de inducción de 4HP. *Pre grado*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Peru.

<http://hdl.handle.net/20.500.12404/4890>

Hoyos, V., & Ortiz, G. (2018). Desarrollo de Módulos de Control Electrónico para Máquinas Rotativas Eléctricas, Utilizando el PLC Micrologix Logo Siemens, en el Laboratorio de Automatización y Control de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica de la Universidad Privada de Tacna. *Pre grado*. Universidad Privada de Tacna, Tacna, Lima.

<http://hdl.handle.net/20.500.12969/607>

Huamán, L. (2020). Elección óptima de arranque de motores eléctricos trifásicos asíncronos según su uso en la industria. *Pre grado*. Universidad Continental, Peru. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/10047>



- Jaramillo, C., & Peña, R. (2018). Simulación y automatización de los sistemas de frenado para motores trifásicos de corriente alterna. *Pre grado*. Universidad Politécnica Salesiana , Guayaquí, Ecuador.
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/15348>
- Jose, V. (10 de setiembre de 2009). Sensores en un PLC al detalle. Lima , Lima , Peru.
- Moreno, A., & Núñez, W. (2024). Diseño y construcción de un módulo de control automático para detección de fallas en sistemas de arranque de motores en cascada para el laboratorio de mantenimiento correctivo Facultad de Mecánica. *Pre grado*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
<https://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/23225>
- Peralta, J. (2017). Análisis de la influencia de la variación de la frecuencia en los parámetros de funcionamiento de un ventilador aplicado en sistemas de ventilación. *Pre grado*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Peru.
<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3059>
- Piedrafita, R. (2004). *Ingeniería de la Automatización Industrial* (Segunda ed.). México : Alfaomega.
<https://es.scribd.com/document/596377245/pdfcoffee-com-375800189-ingenieria-de-la-automatizacion-industrial-2-ed-pedro-piedrafitapdf-5-pdf-free>
- Quirita, F. (2024). Diseño e implementación de un sistema basado en internet industrial de las cosas para el control y supervisión de variables de un sistema de control de posición y velocidad de un motor trifásico. *Pre*



grado. Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Lima.

<https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.03>

Quirita, F. (2024). Diseño e implementación de un sistema basado en internet industrial de las cosas para el control y supervisión de variables de un sistema de control de posición y velocidad de un motor trifásico. *Pre grado*. Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Peru.

<https://hdl.handle.net/20.500.12773/18150>

Ramos, I. (2023). Diseño de un sistema de transmisión con motorreductor trifásico para disminuir los costos operativos en trimovil de pasajeros. *Pre grado*. Universidad César Vallejo, Chiclayo, Peru.

<https://hdl.handle.net/20.500.12692/141136>

Ricardo, H. (2010). *Introducción a los sistemas de control*. México, México: Prentice Hall .

<http://lcr.uns.edu.ar/fcr/images/Introduccion%20a%20Los%20Sistemas%20de%20Control.pdf>

Rodríguez , P., & Salazar, S. (2009). Diseño y construcción de un módulo didáctico para el control de presión. *Pre gardo*. Escuela Politécnica Nacional, Quito,, Ecuador.

https://www.researchgate.net/publication/48227733_Disenio_y_construccion_de_un_modulo_didactico_para_el_control_de_presion

Ruíz, J. (2019). Diseño e implementación de un prototipo de modulo didáctico de caudal para medir su influencia en el aprendizaje de la instrumentación y control industrial. *Pre grado*. Universidad Tecnológica del Per, Lima, Peru. <https://hdl.handle.net/20.500.12867/2262>



Serrano, A. (2009). *Neumática Práctica*. Madrid: Paraninfo.

<https://pdfcoffee.com/neumatica-practica-a-nicolas-serrano-4-pdf-free.html>

Tapia, J. (2006). *Control de Motores Con Logica Programada*. Morelia, Mexico:

Instituto Tecnológico de Morelia. <https://pdfcoffee.com/control-de-motores-con-logica-programada-pdf-5-pdf-free.html>

Valencia, M. (2024). Caudalímetro mecánico de turbinas. España. Mecanicos Valencia

Villegas, M. (2015). Sistema de control de presión de vacío y aire comprimido.

Pre grado. Universidad Técnica Federico Santa Maria, Viña del Mar, Chile. <https://repositorio.usm.cl/handle/123456789/59413>



ANEXOS



Anexo 1. Matriz de consistencia

TÍTULO: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PRESIÓN DIDÁCTICO EN TANQUES DE AIRE COMPRIMIDO					
AUTOR: MIGUEL ANGEL CHOQUE CASTRO					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOSTESIS	VARIABLES E INDICADORES		
PROBLEMA GENERAL ¿Como implementar un sistema de control de presión didáctico en tanques de aire comprimido? Problemas específicos ¿Como seleccionar los sensores y actuadores requeridos para el sistema de control de presión didáctico en tanques de aire comprimido? ¿De qué manera se implementa un algoritmo de control para regular la presión dentro del tanque de acuerdo con un valor de consigna definido? ¿Como desarrollar el monitoreo en tiempo real del sistema de control de presión didáctico en tanques de aire comprimido?	OBJETIVOS GENERAL Implementar un sistema de control de presión didáctico en tanques de aire comprimido. Objetivos específicos OE1. Seleccionar los sensores y actuadores requeridos para el sistema de control de presión didáctico en tanques de aire comprimido. OE2. Implementar un algoritmo de control para regular la presión dentro del tanque de acuerdo con un valor de consigna definido. OE3. Desarrollar el monitoreo en tiempo real del sistema de control de presión didáctico en tanques de aire comprimido.	HIPOSTESIS GENERAL La implementación de un sistema de control de presión basado en un PLC, un sensor de presión y una válvula neumática 5/3 vías tipo MYPE, permitirá regular eficazmente la presión en un tanque de aire comprimido y funcionará como una herramienta didáctica útil para la enseñanza práctica del control automático. Hipótesis específicas HE1: La selección adecuada de sensores de presión analógicos y actuadores neumáticos, como la válvula 5/3 vías tipo MYPE, permitirá obtener mediciones y acciones de control precisas y confiables, facilitando el correcto funcionamiento del sistema de control de presión didáctico. HE2: La implementación de un algoritmo de control PID en el PLC permitirá mantener la presión dentro del tanque estable y cercana al valor de consigna establecido, compensando adecuadamente las variaciones y perturbaciones del sistema. HE3: El desarrollo de un sistema de monitoreo en tiempo real permitirá visualizar de manera continua y precisa la presión del tanque y las acciones de control del sistema, facilitando la identificación de fallas y el ajuste oportuno del algoritmo PID para mejorar el desempeño del sistema.	Variable Independiente	Dimensiones	Indicador
			Variable Independiente: Sistema de control de presión.	Programación del controlador	Correcta configuración del PLC en TIA Portal
			Variable dependiente: Presión en el tanque de aire comprimido.	Estabilidad de la presión	Margen de error frente a la consigna



Apéndice2: Instrumentos.

Apéndice2: Instrumentos.

I.- Datos del experto

1.- Apellidos y Nombres: Mamani Sánchez Paul Hernando

2.- Cargo e institución donde labora: Ing. Seguridad – HOGAS S.A.C

Se detalla una lista de instrumentos electrónicos que se utilizaron para el proyecto **"IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PRESIÓN DIDÁCTICO EN TANQUES DE AIRE COMPRIMIDO"**, en donde se utilizaron los instrumentos de investigación de Observación directa y experimentación.

Tabla de instrumentos electrónicos.

INSTRUMENTOS ELECTRÓNICOS	DESCRIPCIÓN
Multímetro	Para medir Voltaje, Corriente, Ohm, Continuidad
Pantalla HMI Siemens	Interfaz hombre-maquina
Controlador Lógico Programable S7 1200 Siemens	Lógica de proceso
Sensor de Presión	hPa
Galga extensiométrica	Celda de carga

Nota: Instrumentos electrónicos en la experimentación.


PAUL HERNANDO MAMANI SANCHEZ
INGENIERO ELECTRONICO
CIP: 07 03774



Apéndice3: Validación de instrumentos.

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

Validación de instrumentos Electrónicos

INSTRUMENTOS	VALIDACIÓN
Multímetro TRUPPER	Certificado de calibración
Pantalla HMI Siemens	Multímetro
Controlador Lógico Programable S7 1200 Siemens	Multímetro
Sensor de presión	Multímetro
Galga extensiométrica	Multímetro

Nota: Se valida datos con instrumentos tecnológicos


PAUL HERNANDO MAMANI SANCHEZ
INGENIERO ELECTRONICO
CIP. N° 98776



Apéndice 4: Tratamiento de Datos.

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

INSTRUMENTOS DE ESTUDIO	INSTRUMENTOS ELECTRONICOS	PARAMETROS	DATOS	VALIDACION
Observación directa	Multímetro	Voltaje Amperaje Ohm Continuidad	0-800V 0-60Amp 0-100Ω Pitido	Certificado de calibración
	HMI siemens	Interfaz Hombre-Maquina	Visual 0-1	Operatividad HMI
	PLC s7 1200	Lógica de proceso BITS	0-27648	Operatividad PLC
	Presión Atm.	hPa	300-1100	Multímetro
	Galga extensiométrica	Deformación / Peso (Strain)	0-10 mV/V	Calibración de masa / Puente de Wheatstone

Nota: El estudio y la validación de datos obtenidos.


PAUL HERNANDO MAMANI SANCHEZ
 INGENIERO ELECTRONICO
 CIP. N° 98776

Anexo: 5 HMI HTP 700 Siemens

SIEMENS

Data sheet

6AV2123-2GA03-0AX0

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



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

Anexo: 6 PLC S7 1200 Siemens

SIEMENS

Hoja de datos

6ES7215-1BG40-0XB0

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

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

6ES72151BG400XB0
Página 1/6

11/4/2024

Sujeto a cambios
© Copyright Siemens

Anexo: 7 Válvula Control de Presión

Ficha de producto Características

XMLK010B2C21

pressure sensor XMLK - 0..10bar - G 1/4A - 4..20mA - DIN - set of 1



Principal

Gama de producto	OsiSense XM
Tipo de producto o componente	Sensores de presión electrónicos
Tipo de presostato	Transmisor de presión
Nombre del detector de presión	XMLK
Tipo de circuito eléctrico	Circuito de control
Capacidad de presión	10 bar
Visualización local	Sem
Fluido controlado	Aire 0...80 °C Agua limpia 0...80 °C
Clip-en la etiqueta	G 1/4A (macho) de acuerdo con DIN 3852-E
Consecutivo, seguido, continuo, adosado	1 conector macho EN 175301-803-A (ex DIN43650) 4 patillas
[Us] tensión de alimentación nominal	24 V SELV CC, límites de tensión: 8...33 V
Consumo de corriente	< 20 mA
Tipo de señal de salida	Analógico
Función de salida analógica	4..20 mA, 2 hilos
Cantidad por juego	Juego de 1
Tipo de paquete	Individual

Complementario

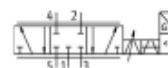
Rango de ajustes de presión	0...10 bar
Presión máxima permitida - sob	20 bar
Presión de destrucción	30 bar
Materiales en contacto con flu	Cerámica Nitrile (NBR) Acero inoxidable tipo AISI 303
Posición de funcionamiento	Cualquier posición
Tipo	Corto-circuito de carga Polaridad inversa
Compatibilidad electromagnética	Prueba de inmunidad de descarga electrostática de acuerdo con EN/IEC 61000-4-2 - nivel test 8 kV por ar, 6 kV por contacto Susceptibilidad frente a campos electromagnéticos de acuerdo con EN/IEC 61000-4-3 - nivel test 10 V/m (f = 80...1000 MHz) Prueba de inmunidad oscilatoria/ráfagas eléctrica de acuerdo con EN/IEC 61000-4-4 - nivel test 2 kV Pruebade inmunidad de ondas de choque 1,2/50 µs de acuerdo con EN/IEC 61000-4-5 - nivel test 500 V 12 Ohm, 1 kV 42 Ohm Campos RF radiados de acuerdo con EN/IEC 61000-4-6 - nivel test 10 V (f = 0,15...80 MHz) Inmunidad ante campos magnéticos de acuerdo con EN/IEC 61000-4-8 - nivel test 30 A/m (f = 50 Hz)
[Uimp] Tensión asignada de choque	0.5 kV
Tiempo respuesta en salida	< 5 ms
Precisión de medida	+/- 1% del rango de medición
Precisión	0.1 % of the measuring range
Desviación de la sensibilidad	+/- 0,04 % del margen de medida/°K
Desvio de punto zero	+/- 0,03 % del margen de medida/°K
Precisión de repetición	+/- 1 % of the measuring range
Endurancia mecánica	>= 10000000 ciclos
Peso del producto	0,11 kg
Diámetro	36 mm

Anexo: 8 Válvula Distribuidora Proporcional

Válvula distribuidora proporcional MPYE-5-1/8-LF-010-B

Número de artículo: 151692

FESTO



[General operating condition](#)

Hoja de datos

Característica	Valor
Diámetro nominal	4 mm
Tipo de accionamiento	Eléctrico
Principio de sellado	Duro
Posición de montaje	Cualquiera
Forma constructiva	Corredora del émbolo
Tipo de reposición	Muelle magnético
Indicación de seguridad	Posición de seguridad MPYE: en caso de una ruptura del cable de alimentación, avance hacia la posición media bloqueada.
Tipo de control	Directo
Sentido de flujo	No reversible
Símbolo	00995308
Función de la válvula	5/3 normalmente cerrada
Protección contra inversión de polaridad	Para todas las conexiones eléctricas
Presión de funcionamiento	0 MPa ... 1 MPa
Presión de funcionamiento	0 bar ... 10 bar
Valor b	0.12
Valor C	1.65 l/sbar
Caudal nominal normal (normalizado según DIN 1343)	350 l/min
Frecuencia límite	95 Hz
Histéresis máxima	0.4 %
Margen de tensiones de servicio DC	17 V ... 30 V
Ondulación residual	5 %
Valores nominales/reales	Tipo de tensión 0 - 10 V
Certificación	RCM
Símbolo KC	KC-CEM
Marcado CE (véase la declaración de conformidad)	Según Directiva de máquinas CEM de la UE Según la Directiva RoHS de la UE
Marcado UKCA (véase la declaración de conformidad)	Según la normativa del Reino Unido sobre CEM Según la normativa RoHS del Reino Unido
Medio de funcionamiento	Aire comprimido según ISO 8573-1:2010 [6:4:4]
Nota sobre el medio de trabajo/mando	Funcionamiento con lubricación imposible
Clase de resistencia a la corrosión CRC	2 - riesgo de corrosión moderado
Conformidad PWIS	VDMA24364-B2-L
Temperatura del medio	5 °C ... 40 °C
Grado de protección	IP65
Temperatura ambiente	0 °C ... 50 °C



ANEXO 1 FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital ☒

Fecha de entrega: 5/01/2026

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: MIGUEL ANGEL CHOQUE CASTRO

Dirección: Urb. los geranios Mz-b1

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 73146507

Teléfono: 918389744 email: miguelangelchoquecastro21@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

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

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA MECATRÓNICA

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO MECATRÓNICO

Asesor: M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación ☐ Tesis ☒ Trabajo de Suficiencia Profesional ☐ Trabajo Académico ☐

Título: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PRESIÓN DIDÁCTICO EN TANQUES DE AIRE COMPRIMIDO

Palabras claves, (3 a 5 términos): Sistema de control, Presión neumática, Tanques de aire comprimido.

¿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 ☒ Titulo ☐ 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

05 de ENERO del 2026

Fecha